

**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	FUNKTIONSSCHALTBIID	5
1.4	APPLIKATIONSHINWEISE	7
2	DATEN DES MODULS	8
2.1	VARIABLEN.....	8
2.2	PARAMETER.....	9
2.3	KENNLINIEN	11
2.4	KENNFELDER	11
3	ANFANGSBEDATUNG.....	12
3.1	PARAMETER.....	12
3.2	KENNFELDER	12
3.3	KENNLINIEN	13

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



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 Ausströmvorgang primär durch die Verbrennung, das heißt die indizierte Arbeit, und weniger durch den Umgebungszustand beeinflusst wird, wird die Restgasmasse im Zylinder nicht nachkorrigiert. Der Einfluß der Ladungsbewegung wird vernachlässigt.

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

1.1 PHYSIKALISCHER HINTERGRUND

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

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

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

Diese Korrektur entspricht der Korrekturfunktion bis 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 Signalfuß überführt das Modul Dichtekorrektur die im Modul EVT-Momentenrealisierung aus den Basiskennfelder bzw. dem Applikationseingriff gebildete Einlass Schliesst Steuerkante es_bas in eine korrigierte Einlass Schliesst Steuerkante drk_es_aw (bisheriger Name: es_aw).

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

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

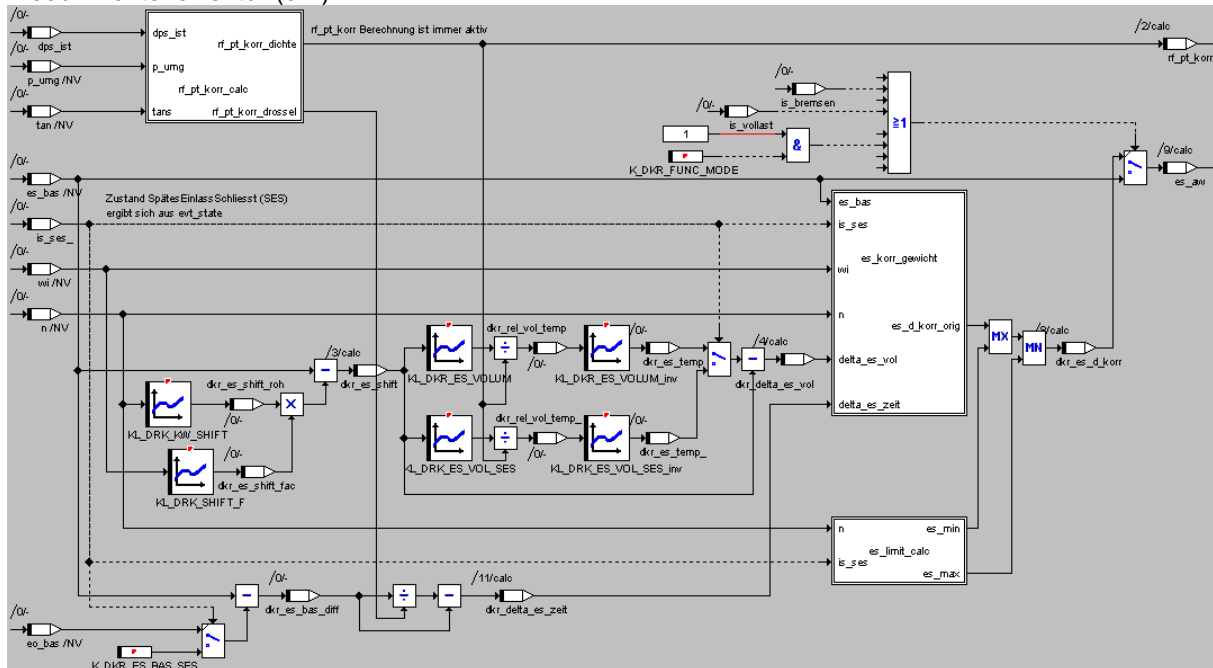
Anmerkung zur Realisierung:

Die Funktion ist sehr laufzeitintensiv, da große Teile davon (mit etlichen Interpolationen) im Segmentrastrer gerechnet werden. Wird die 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.

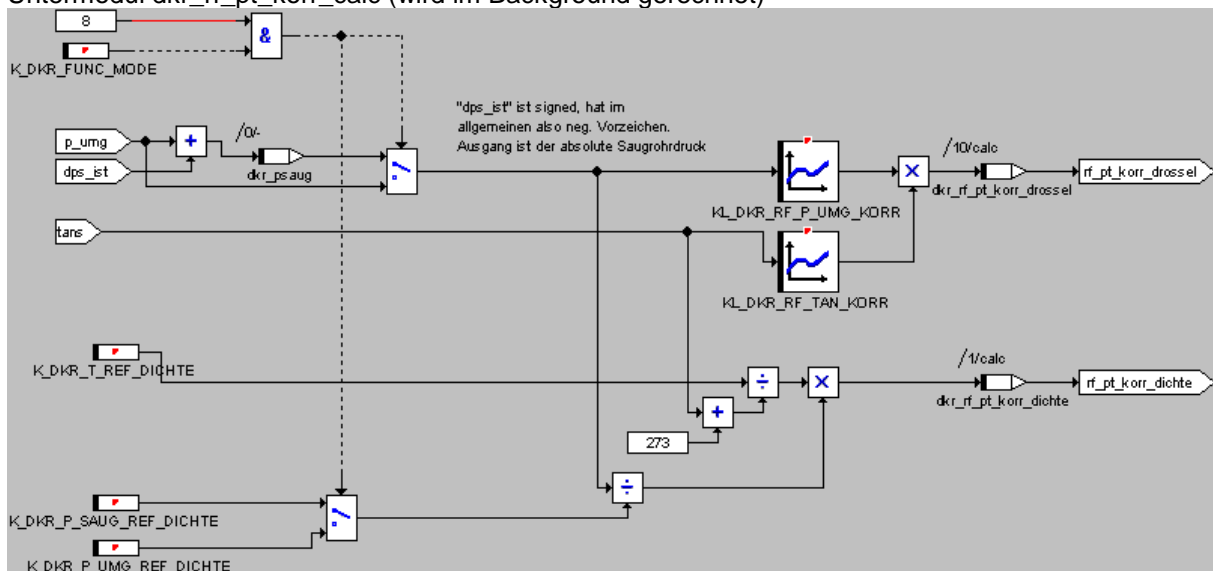
	Abteilung	Datum	Name	Dateiname
Autor	ZS-M-57	03.05.04	W. Schlüter	1.04

1.3 FUNKTIONSSCHALTBILD

Modul Dichtekorrektur (dkr)



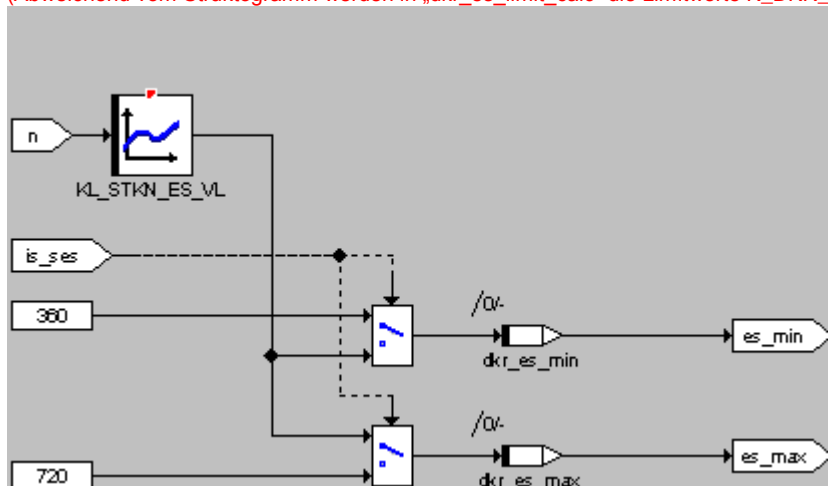
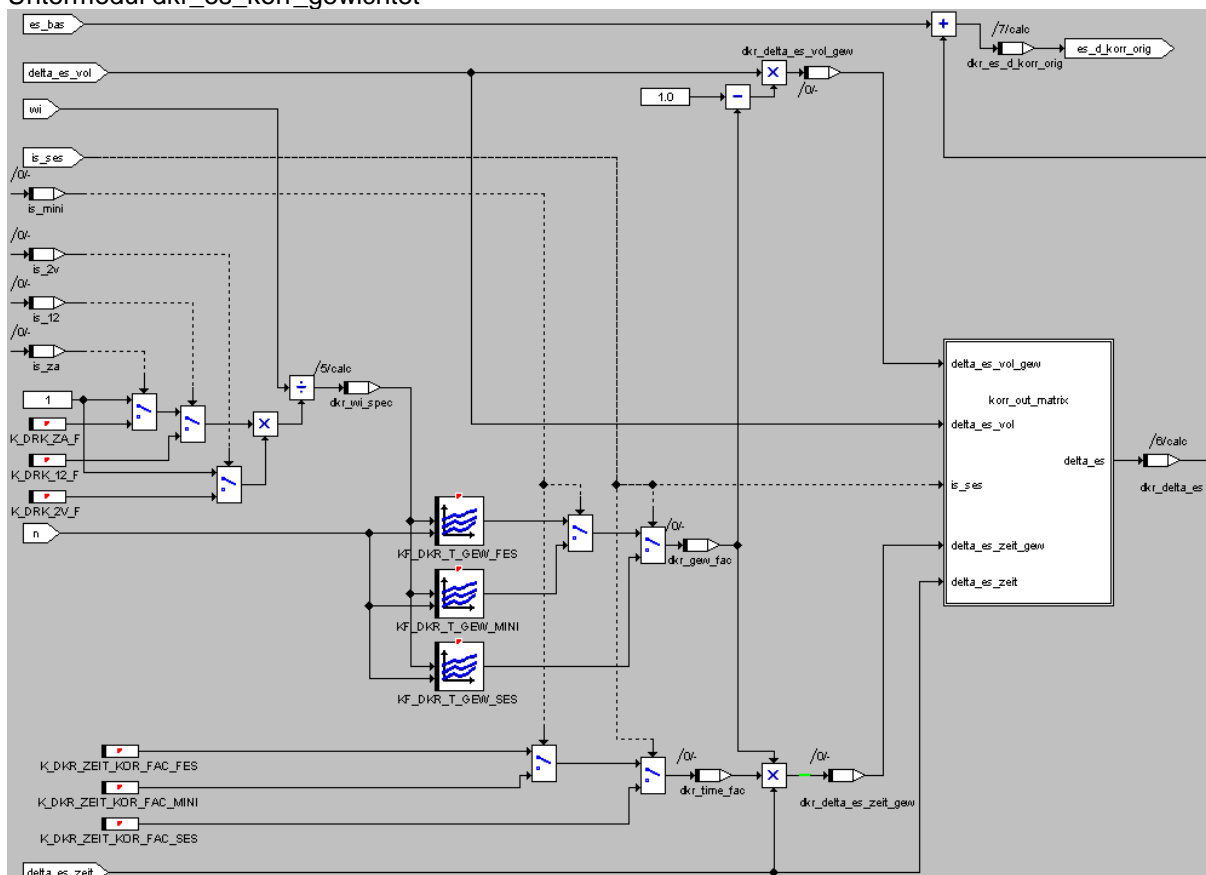
Untermodul dkr_rf_pt_korr_calc (wird im Background gerechnet)



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

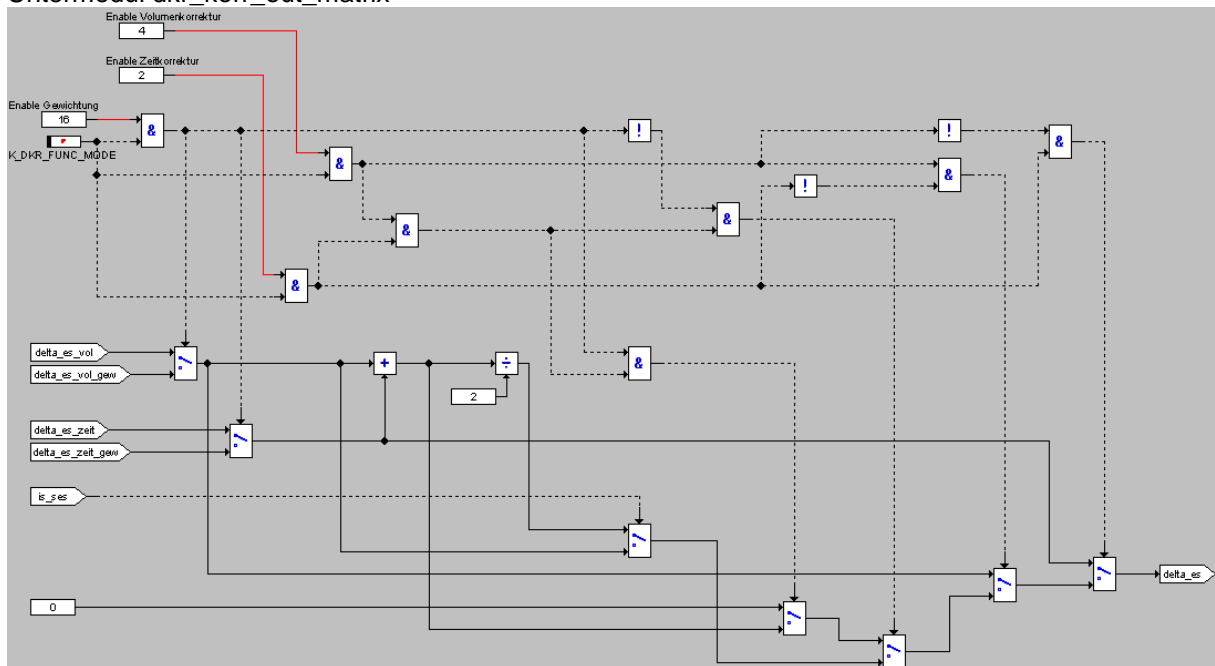
Untermodul dkr_es_limit_calc

(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. Schlüter	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. Schlüter	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.	Deg				
	Steuerkante Einlass Öffnet					
es_bas	EVT-Momentenreal.	Deg				
	Basis Steuerkante Einlass Schliesst					
evt_state	EVT-Momentenreal.	-				
	Betriebsart					
tan		°C				
	Ansauglufttemperatur					
p_umg		mbar				
	Umgebungsdruck					
wi		kJ/l				
	indizierte Arbeit					
n		U/min				
	Drehzahl					
dps_ist		mbar				
	Saugrohrunterdruck (gemittelt)					

2.2 PARAMETER

Applikationsgröße	Standardwert	Einheit	Bereich (physikal.)	Quant.	Impl.	Seite
K_DKR_FUNC_MODE	DKR OFF	-	0x00: DKR=0 (wirkungslos) 0x07: DKR[t/V/ups/Gew]=1 0x13: V/Gew=0 0x15: t/Gew=0 0x17: Gew=0 0x03: V=0 0x05: t=0 0x0F: ups=0 0x1B: V/ups/Gew=0 0x1D: t/ups/Gew=0 0x1F: ups/Gew=0 0x0B: V/ups=0 0x0D: t/ups=0 0x80: DKR OFF (deaktiviert)	-	byte	
	Schalter: Einlass Schliesst Eingriff der Dichtekorrektur deaktivieren/umschalten					
K_DKR_ES_BAS_SES	540	°	500 - 755	1	byte	
	Kurbelwinkel: Ausströmbeginn bei SES					
K_DKR_ES_MIN	400	°	500 - 755	1	byte	
	Limitwert in „dkr_es_limit_calc“ (abweichend vom Struktogramm)					
K_DKR_ES_MAX	660	°	500 - 755	1	byte	
	Limitwert in „dkr_es_limit_calc“ (abweichend 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

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. Schlüter	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	
	Kurbelwinkerverschiebung 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 Kurbelwinkerverschiebung					
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. Schlüter	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

Bedutung aus altem Softwarestand ohne DKR übernommen.

KL_DKR_ES_VOL_SES

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

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

Bedutung aus altem Softwarestand ohne DKR übernommen.

KL_DKR_RF_P_UMG_KORR

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

KL_DKR_RF_TAN_KORR

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

KL_DRK_KW_SHIFT

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

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

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

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

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

KL_DRK_KW_SHIFT_F

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

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