

# Projekt: MSS54

## Modul: Leerlaufregelung ohne Momentenstruktur

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.2013		LLR.DOC



## Inhaltsverzeichnis

Änderungsdokumentation .....	3
3. Leerlaufregelung .....	4
3.1 Übersicht Leerlaufregelung .....	4
3.2 Vorsteuerung .....	6
3.2.1 Vorsteuerung bei "Motor_steht" oder "Start" oder "Nachlauf" .....	6
3.2.2 Vorsteuerung bei ("Motor_läuft" oder "Kl.15_aus") und "S_Gang = kein Kraftschluß und inaktive Katheizung" .....	6
3.2.3 Vorsteuerung bei ("Motor_läuft" oder "Kl.15_aus") und "S_Gang = Kraftschluß und inaktive Katheizung" .....	6
3.2.4 Vorsteuerung bei ("Motor_läuft" oder "Kl.15_aus") und "S_Gang = kein Kraftschluß und aktive Katheizung" .....	6
3.2.5 Vorsteuerung bei ("Motor_läuft" oder "Kl.15_aus") und "S_Gang = Kraftschluß und aktive Katheizung" .....	6
3.2.6 Filterung des Vorsteuerwertes: .....	8
3.2.7 Getriebeeingriff in LLR_Vorsteuerung .....	8
3.2.8 Daten der Vorsteuerung .....	8
3.3 Störgrößenaufschaltung Klimaanlage .....	9
3.3.1 Filterung der Störgrößenaufschaltung .....	10
3.3.2 Daten der Störgrößenaufschaltung .....	10
3.4 Dashpot-Funktion .....	11
3.5 Soll Drehzahlberechnung .....	12
3.6 Leerlaufregler .....	14
3.6.1 P-Anteil des Leerlaufreglers .....	15
3.6.2 I-Anteil des Leerlaufreglers .....	15
3.6.3 Zündwinkelingriff des Leerlaufreglers .....	19
3.7 Bedarfsadaption .....	19
3.7.1 Adaptionbedingungen .....	19
3.7.2 Zustände der Bedarfsadaption .....	21
3.7.3 Berechnungsschritte der Bedarfsadaption .....	24
3.7.4 Daten der Bedarfsadaption .....	26
3.7.5 Nichtflüchtiges Abspeichern .....	26
3.8 Sollwert Leerlaufregelung .....	27
3.9 ZWD-Ansteuerung .....	28
3.10 Ersatzwert für Schalter S_GANG .....	29
3.11 Mögliche Modifikationen der Leerlaufregelung .....	29

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC



### 3. Leerlaufregelung

In diesem Kapitel ist die Berechnung des Soll-Luftmassen-Durchsatzes für die Leerlaufregelung und die Umsetzung der  $Q_{\text{soll}}$ -Vorgabe in ein Tastverhältnis zur Leerlauf-Steller-Ansteuerung beschrieben.

Zum Einsatz kommt ein Zweiwicklungsdrehsteller ZWD. Öffnende und schließende Spule werden mit einem inversen Tastverhältnis mit der festen Frequenz von 100 Hz angesteuert. Die Berechnung des Tastverhältnisses der ZWD-Ansteuerung bezieht sich auf die zu öffnende Spule.

#### 3.1 Übersicht Leerlaufregelung

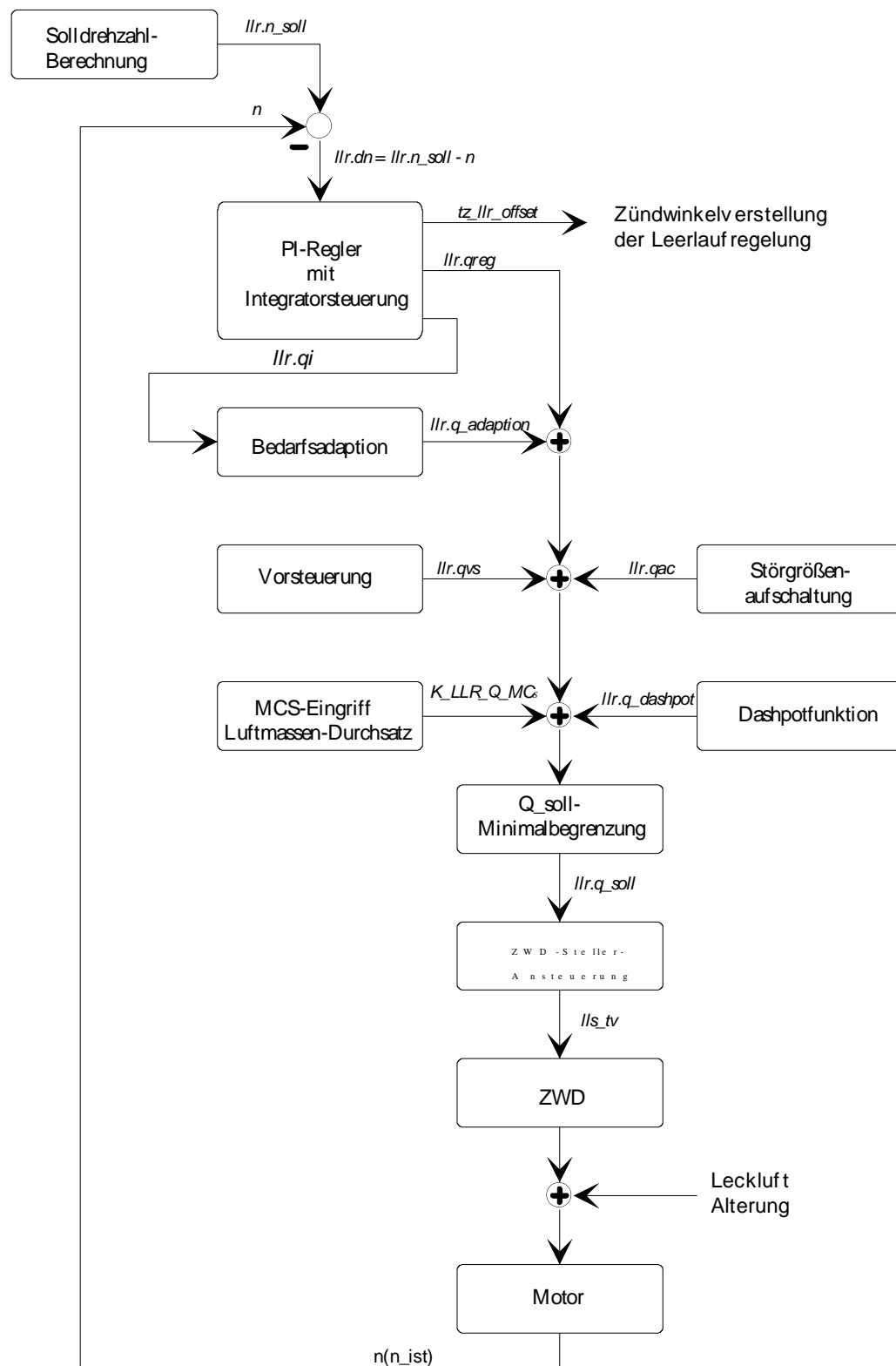
Die gesamte Leerlaufregelung ist schematisch im Bild 3.1 - Übersicht Leerlaufregelung - dargestellt.

Sie besteht aus den Untermodulen

- Vorsteuerung
- Störgrößenaufschaltung
- Dashpot-Funktion
- Solldrehzahlberechnung
- Leerlaufregler
- Bedarfsadaption
- $Q_{\text{soll}}$ -Berechnung
- ZWD-Ansteuerung

Die Leerlaufregelung ist, soweit dies nicht explizit in der Beschreibung der Untermodule angegeben ist, in allen Betriebszuständen der MSS50 aktiv. Die Interpolation der Kennlinien/Kennfelder mit sich langsam ändernden Eingangsgrößen erfolgt im Hintergrund. Ansonsten wird die Leerlaufregelung zeitsynchron im 20ms-Raster gerechnet.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC

**Bild 3.1: Übersicht Leerlaufregelung**

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC

## 3.2 Vorsteuerung

Die Vorsteuerung ist in jedem Betriebszustand der MSS50 aktiv und berechnet einen Basiswert für den Luftmassendurchsatz der Leerlaufregelung.

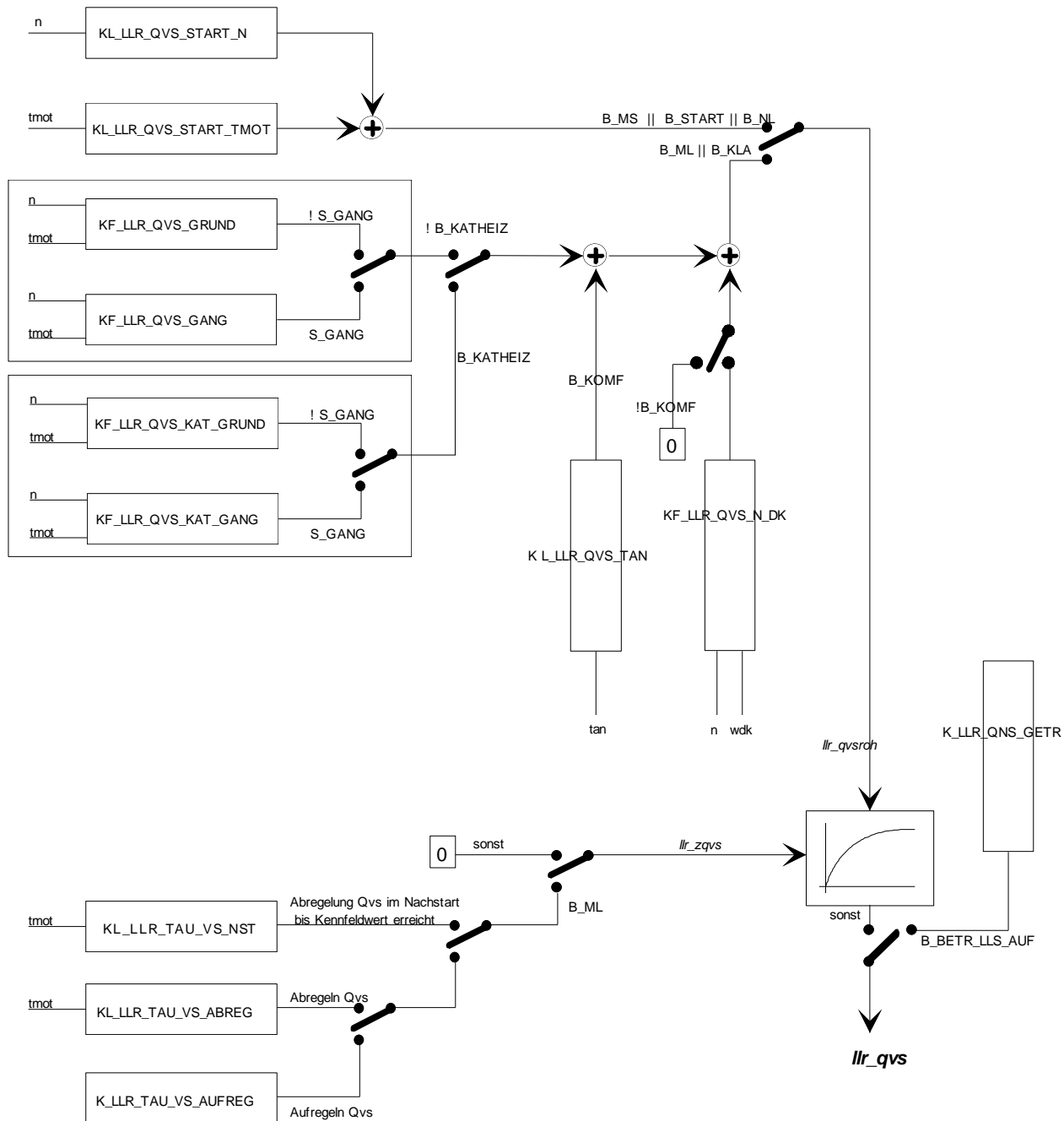
Die Zusammensetzung des Basiswertes "llr\_qvsroh" unterscheidet sich in Abhängigkeit der Betriebszustände und der Bedingungen B\_KRAFTS ( Kraftschluß ) und B\_KATH\_AKTIV (Katheizfunktion aktiv )

### 3.2.1 Vorsteuerung bei "Motor\_steht" oder "Start" oder "Nachlauf"

### 3.2.2 Vorsteuerung bei "Motor\_läuft" oder "Kl.15\_aus"

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC

**Bild 3.4: Vorsteuerung der Leerlaufregelung**



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC

### 3.2.3 Filterung des Vorsteuerwertes:

Der anschließende Filter für den Vorsteuerwert hat ein pt1-ähnliches Verhalten. Die Filterzeitkonstante  $llr\_zqvs$  ist applizierbar und unterscheidet sich für vier Bereiche:

während Motor_steht oder Start:	$llr\_zqvs$	= 0 (ungefiltert)
im Nachstart, bis Kennfeldwert erreicht ist:	$llr\_zqvs$	= $KL\_LLR\_TAU\_VS\_NS$ = $f(t_{mot})$
danach:		
wenn $Qvs$ abgeregelt werden soll:	$llr\_zqvs$	= $KL\_LLR\_TAU\_VS\_ABR$ = $f(t_{mot})$
wenn $Qvs$ aufgeregelt werden soll:	$llr\_zqvs$	= $K\_LLR\_TAU\_VS\_AUFREG$

Die Filterzeitkonstante ist so normiert, daß nach einem tau bei einem Sprung des Eingangswertes, ausgehend vom Wert Null, ca. 65 %, nach fünf tau ca. 99 % des Eingangswertes erreicht wurden.

### 3.2.7 Getriebeeingriff in LLR\_Vorsteuerung

Bei erfüllter Bedingung  $B\_GETR\_LLS\_AUF$  (ASG-Rückschaltungen im Schubbetrieb) wird der Vorsteuerwert der Leerlaufregelung auf den Wert  $K\_LLR\_QVS\_GETR$  umgeschaltet. Der Vorsteuerfilter wird hierbei überbrückt.

### 3.2.8 Daten der Vorsteuerung

Beschreibung der Variablen der Vorsteuerung:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
$llr\_zqvs$	aktuelle Zeitkonstante für $Qvs$ -Filter	uc	5.12 sec / x
$llr\_qvsroh$	ungefilterter Wert der VS	uw	1/256 kg/h
$llr\_qvs$	gefilterter Wert der VS	uw	1/256 kg/h

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
$KL\_LLR\_QVS\_START\_N$	KL	3 x 1	n - Drehzahl	--
$KL\_LLR\_QVS\_START\_TMO$ T	KL	4 x 1	$t_{mot}$ Kühlwassertemp.	- --
$KF\_LLR\_QVS\_KAT\_GRUND$	KF	6 x 4	n - Drehzahl	$t_{mot}$ Kühlwassertemp. -
$KF\_LLR\_QVS\_KAT\_GANG$	KF	6 x 4	n - Drehzahl	$t_{mot}$ Kühlwassertemp. -
$KL\_LLR\_QVS\_TAN$	KL	4 x 1	tan - Ansauglufttemp.	--
$KF\_LLR\_QVS\_N\_DK$	KF	10 x 8	n - Drehzahl	wdk_adapt - auf LL bezogener DK-Winkel
$KL\_LLR\_TAU\_VS\_NST$	KL	3 x 1	$t_{mot}$ Kühlwassertemp.	- --
$KL\_LLR\_TAU\_VS\_AUFREG$	KL	3 x 1	$t_{mot}$ Kühlwassertemp.	- --

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC

K_LL_R_TAU_VS_ABREG	K	1	--	--
K_LL_R_QVS_GETR	K	1	--	--

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.2013		LLR.DOC



### 3.3 Störgrößenaufschaltung Klimaanlage

Die Störgrößenaufschaltung Klimaanlage hat die Aufgabe, die durch die Aufschaltung des Klimakompressors verursachten Lastwechselreaktionen mittels einer erhöhten Luftzufuhr zu kompensieren.

Der zusätzliche Luftmassen-Durchsatz der Störgrößenaufschaltung setzt sich wie folgt zusammen:

llr\_qacroh

=

K\_LLQ\_VS\_AC

;

Vorsteuerwert bei Klimabereitschaft

(S\_AC = aktiv)

llr\_qacroh

=

KL\_LLQ\_VS\_KO

;

Korrekturoffset bei Kompressoraufschaltung

(B\_KO = aktiv) = f(n)

llr\_qacroh

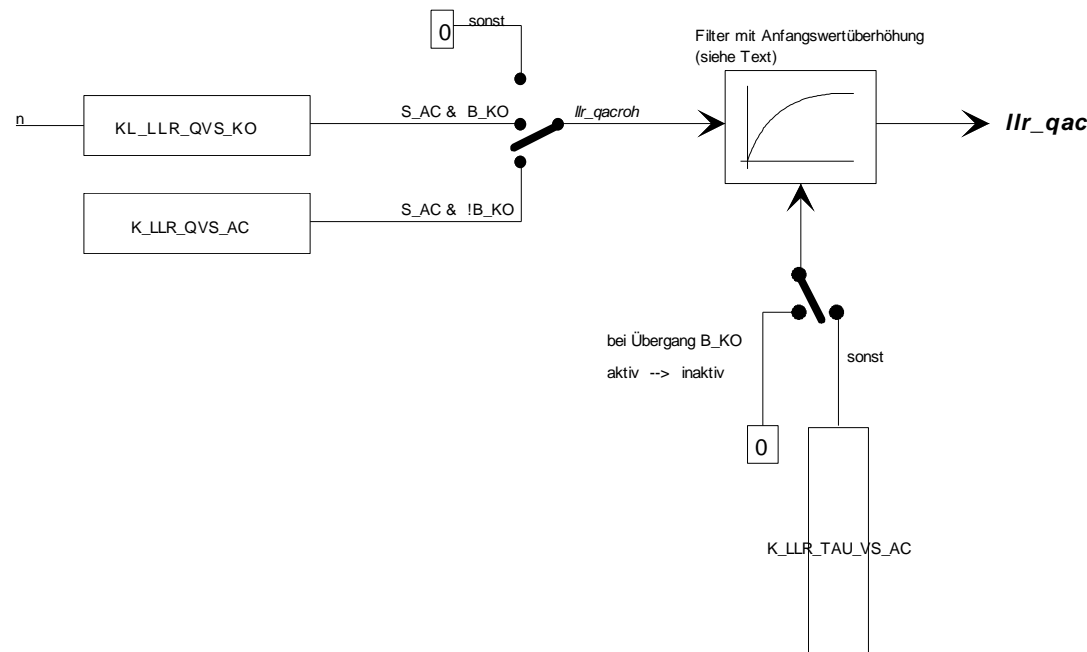
=

0

;

sonst ist keine Störgrößenaufschaltung aktiv

**Bild 3.3: Störgrößenaufschaltung Klimaanlage**



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC

### 3.3.1 Filterung der Störgrößenaufschaltung

Das Ergebnis der Störgrößenaufschaltung wird, analog zur Vorsteuerung, mittels eines pt1-ähnlichen Filtergliedes gefiltert. Die Filterzeitkonstante ist K\_LL\_R\_TAU\_QAC.

Wird innerhalb der Zeitspanne K\_LL\_R\_T\_AC nach Erkennung der Klimabereitschaft (S\_AC: inaktiv → aktiv ) der Klimakompressor aufgeschaltet, wirkt eine Filteranfangsüberhöhung. Das heißt, daß der Filterausgangswert sofort auf den Wert K\_LL\_R\_DQKO gesetzt wird. Eine Klimakompressoraufschaltung außerhalb dieser Zeitspanne hat keine Filteranfangsüberhöhung zur Folge. Die noch verbleibende Aktivzeit für die Anfangswertüberhöhung ist in der Variablen "llr\_tdqko" abgelegt.

Bei einem Übergang von aktiver zu inaktiver Klimakompressoraufschaltung wird der neue Filtereingangswert ungefiltert übernommen.

### 3.3.2 Daten der Störgrößenaufschaltung

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
llr_tdqko	Timer für Zeitüberwachung der Filteranfangswertüberhöhung	uc	0,02 sec
llr_qacroh	ungefilterter Wert der Klimaaufschaltung	uw	1/256 kg/h
llr_qvs	gefilterter Wert der Klimaaufschaltung	uw	1/256 kg/h

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
KL_LL_R_QVS_KO	KL	4 x 1	n - Drehzahl	--
K_LL_R_QVS_AC	K	1	--	--
K_LL_R_TAU_VS_AC	K	1	--	--
K_LL_R_DQKO	K	1	--	--
K_LL_R_T_AC	K	1	--	--

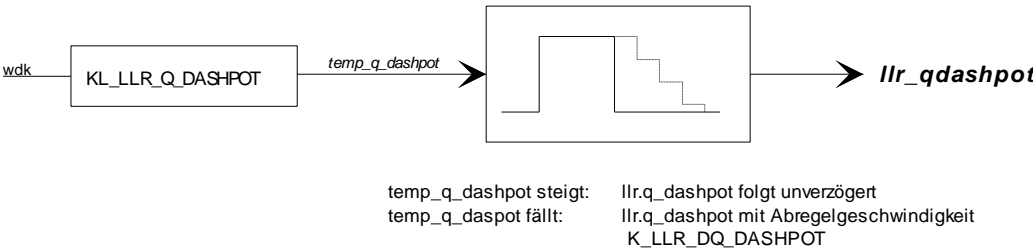
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC

### 3.4 Dashpot-Funktion

Die Dashpot-Funktion hat die Aufgabe, für einen langsameren Drehmomentabbau beim Schließen der Drosselklappe zu sorgen.

Dazu wird von der Dashpot-Funktion ein Offset für die Sollvorgabe der Füllungsregelung berechnet, welcher von der Drosselklappenstellung abhängig ist (Kennlinie KL\_LLQ\_DASHPOT). Erhöhungen dieses Dashpot-Offsets werden unverzüglich weitergegeben. Bei Verringerung des Offsetwertes wird dagegen eine Änderungsbegrenzung mit der applizierbaren Änderungsgeschwindigkeit K\_LLQ\_DASHPOT wirksam.

**Bild 3.4:      Dashpot-Funktion der Leerlaufregelung**



#### Daten der Dashpot-Funktion

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
llr_qdashpot	Q-Offset der Dashpot-Funktion	uw	1/256 kg/h

Beschreibung der Applikationsdaten:

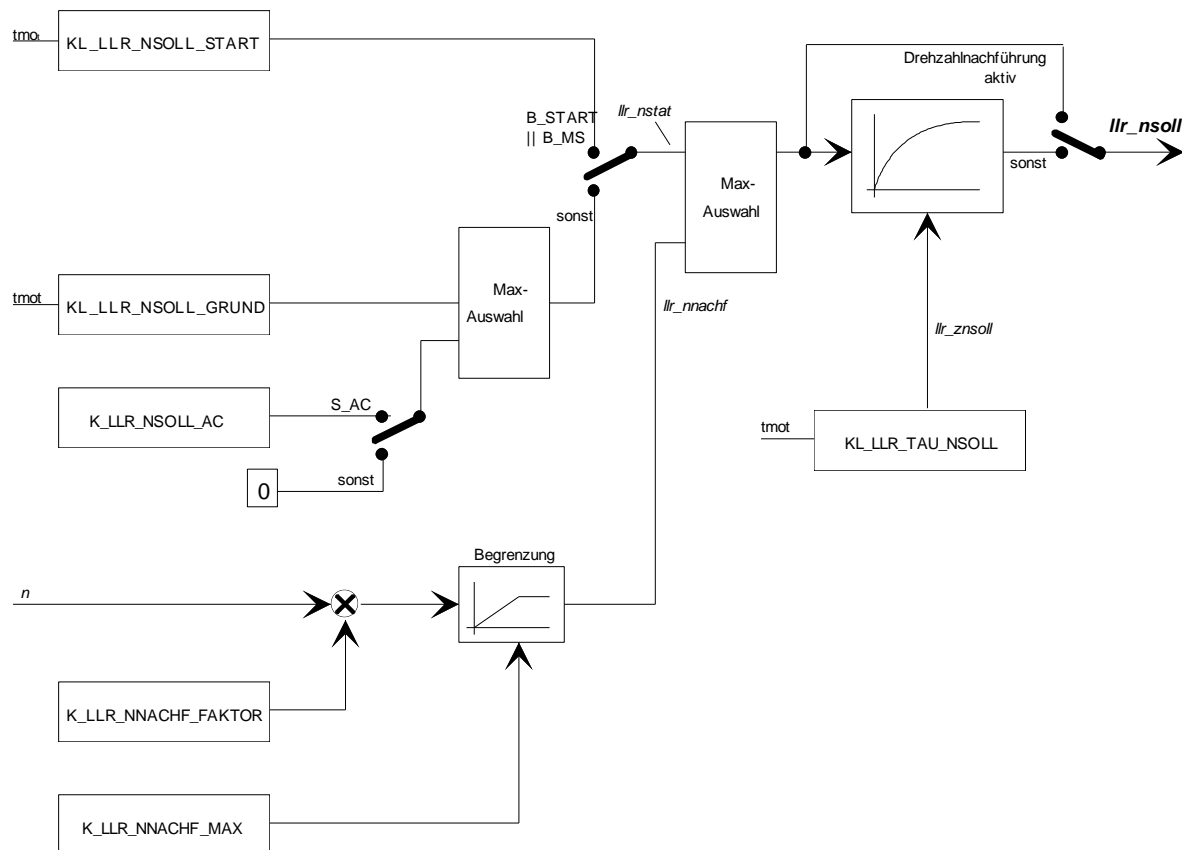
Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
KL_LLQ_DASHPOT	KL	6 x 1	wdk_adapt - auf LL bezogene DK-Stellung	--
K_LLQ_DASHPOT	K	1	--	--

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC

### 3.5 Solldrehzahlberechnung

Die Solldrehzahl ist die Führungsgröße für den PI-Regler der Leerlaufregelung. Bild 3.5 gibt einen Überblick über die Solldrehzahlberechnung.

**Bild 3.5: Berechnung der Solldrehzahl**



Die Solldrehzahl ist das Maximum aus der stationären Solldrehzahl "llr\_nstat" und der nachgeführten Solldrehzahl "llr\_nnachf".

Die stationäre Solldrehzahl wiederum wird wie folgt berechnet:

Im Betriebszustand "Motor steht" oder "Start"

$llr_{nstat} = KL\_LLR\_NSOLL\_START$  ; Solldrehzahl während Start =  $f(t_{mot})$

In allen anderen Betriebszuständen

$llr_{nstat}$  = Maximum aus  
 $KL\_LLR\_NSOLL\_GRUND$  ; Grundkennlinie Solldrehzahl =  $f(t_{mot})$   
 $K\_LLR\_NSOLL\_AC$  ; Solldrehzahl bei Klimabereitschaft

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC

Die nachgeführte Solldrehzahl entspricht der mit dem Faktor K\_LL\_R\_NNACHF\_FAKTOR gewichteten aktuellen Motordrehzahl, wobei der Faktor zwischen 0 und 0,997 liegen kann. Die nachgeführte Solldrehzahl ist auf den Wert K\_LL\_R\_NNACHF\_MAX begrenzt.

Ist die stationäre Drehzahl größer der nachgeführten, wird diese über ein pt1-Filter mit der Filterzeitkonstante llr\_znsoll, welche aus der Kennlinie KL\_LL\_R\_TAU\_NSOLL berechnet wird, gefiltert. Wird als Solldrehzahl die nachgeführte Drehzahl verwendet, ist dieser Filter überbrückt.

### Daten der Solldrehzahlberechnung

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
llr_nstat	stationäre Solldrehzahl	uw	1 Upm
llr_nnachf	nachgeführte Solldrehzahl	uw	1 Upm
llr_nsoll	resultierende, gefilterte Solldrehzahl	uw	1 Upm
llr_znsoll	Zeitkonstante für Solldrehzahlfilter	uw	1 Upm

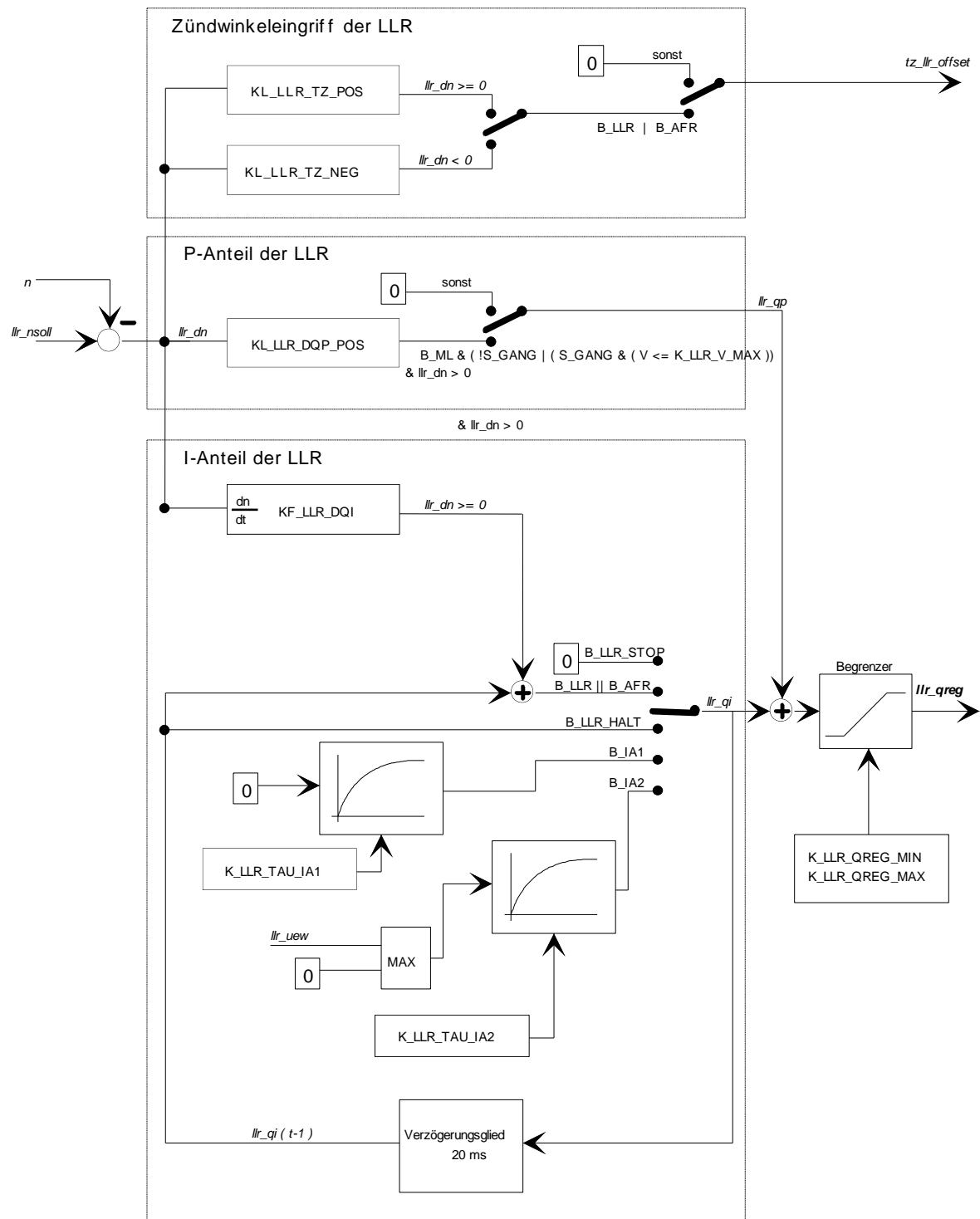
Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
KL_LL_R_NSOLL_START	KL	3 x 1	tmot Kühlwassertemp.	- --
KL_LL_R_NSOLL_GRUND	KL	4 x 1	tmot Kühlwassertemp.	- --
K_LL_R_NSOLL_AC	K	1	--	--
K_LL_R_NNACHF_FAKTOR	K	1	--	--
K_LL_R_NNACHF_MAX	K	1	--	--
KL_LL_R_TAU_NSOLL	KL	4 x 1	tmot Kühlwassertemp.	- --

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC

### 3.6 Leerlaufregler

**Bild 3.6:      Übersicht des Leerlaufreglers**



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC

Der stationären Qsoll-Berechnung wird ein Leerlaufregler überlagert, der Abweichungen von der vorgegebenen Leerlaufdrehzahl ausregeln soll.

Der Leerlaufregler der Leerlaufregelung ist als PI-Regler aufgebaut. Die Eingangsgröße des Reglers ist die Abweichung der Ist-Drehzahl von der Soll-Drehzahl.

$$\begin{array}{rclclcl}
 \text{Drehzahldifferenz} & = & \text{Soll-drehzahl} & - & \text{Ist-drehzahl} \\
 \text{llr\_dn} & = & \text{llr\_nsoll} & - & n
 \end{array}$$

Eine positive Drehzahldifferenz bedeutet dabei, daß die Motordrehzahl in Bezug auf die Soll-Drehzahl zu niedrig ist. Bei einer negativen Drehzahldifferenz ist die Motordrehzahl zu hoch.

Zur Unterstützung der Regelung der Leerlaufdrehzahl über die Luftzufuhr greift der LLR auch mittels des Korrekturoffsets "tz\_llr\_offset" in die Zündwinkelberechnung ein.

### 3.6.1 P-Anteil des Leerlaufreglers

Der P-Anteil berechnet sich aus der Kennlinie KL\_LLQ\_DQP\_POS und ist abhängig von dem Betrag der Drehzahldifferenz zwischen Soll- und Ist-Drehzahl. Er wird zeitsynchron im 20 ms berechnet.

Der P-Anteil des Leerlaufreglers ist unter folgenden Bedingungen aktiv:

- BIT\_P\_REGLER\_ON ( BIT 0) in K\_LLQ\_CONTROL gesetzt
- und Betriebszustand = Motor\_läuft (B\_ML)
- und ( S\_GANG = kein Kraftschluß
- oder S\_GANG = Kraftschluß und  $v \leq K\_LLQ\_V\_MAX$  )
- und Drehzahl zu niedrig (llr\_dn > 0)

Über das BIT\_P\_REGLER\_ON (Bit 0) in der Konstanten K\_LLQ\_CONTROL kann der P-Anteil für Test- bzw. Applikationszwecke zu Null gesetzt werden.

### 3.6.2 I-Anteil des Leerlaufreglers

Bei der Berechnung des I-Anteils muß zwischen verschiedenen Betriebszuständen des I-Reglers unterschieden werden. Dies sind im Einzelnen die Zustände:

- I-Regler-Stop:                      B\_LLQ\_STOP  
Der I-Anteil wird zu Null gesetzt.
  
- Leerlaufregelung:                  B\_LLQ    oder  
  Anfahrregelung:                  B\_AFR  
Der I-Regler ist aktiv  
 $llr\_qi_t = llr\_qi_{t-1} + dq_i$
  
- Integrator absteuern Bereich1:    B\_IA1  
Der I-Anteil wird über ein pt1-Filter mit der Zeitkonstanten K\_LLQ\_TAU\_IA1 auf den Wert Null geführt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC

- Integrator absteuern Bereich2: **B\_IA2**  
 Der I-Anteil wird über ein pt1-Filter mit der Zeitkonstanten **K\_LLRL\_TAU\_IA2** auf das Maximum aus **llr\_uew** und Null geführt. Die Variable **llr\_reg.uew** ist der I-Anteil zum Zeitpunkt des Zustandsüberganges von Leerlaufregelung in Anfahrregelung.

Innerhalb der Zustände **B\_LLRL** und **B\_AFR** existieren noch vier Sonderfälle:

Wird die Leerlaufdrehzahl um den Wert **K\_LLRL\_NDIFF\_RESET** unterschritten und ist zu diesem Zeitpunkt der I-Anteil negativ, wird dieser sofort auf Null gesetzt (**B\_LLRL\_RESET**).

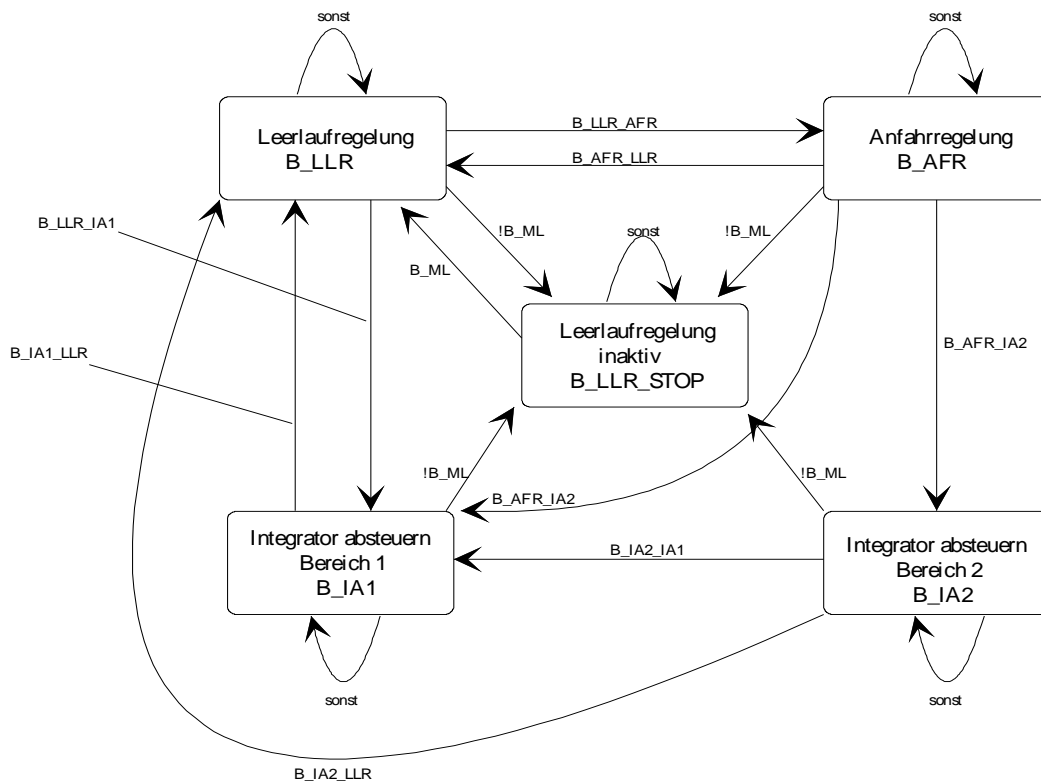
Unterschreitet die Last **tl** die minimale Lastschwelle **llr\_reg.tl\_min**, berechnet aus **KL\_LLRL\_TL\_MIN = f( tmot )**, so wird eine weitere Verringerung des I-Anteils gesperrt (**B\_LLRL\_NEGSTOP**).

Liegt die Summe aus P- und I-Anteil außerhalb der mit **K\_LLRL\_QREG\_MIN** und **K\_LLRL\_QREG\_MAX** definierten Reglergrenzen, wird der I-Anteil eingefroren (**B\_LLRL\_HALT**).

Die Anfahrregelung kann den I-Anteil nur vergrößern, nicht aber verringern.

Bild 3.6 zeigt das Zustandsdiagramm und die Übergangsbedingungen für den Leerlaufregler.

**Bild 3.6: Zustandsdiagramm Leerlaufregler**



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC



Zustandsübergänge des Leerlaufreglers:

Übergang Leerlaufregelung → Anfahrregelung

$$B\_LLR\_AFR = ( B\_TL \text{ oder } B\_VL \text{ oder } (B\_LL \text{ und } S\_GANG) ) \text{ und } !B\_SA$$

Übergang Anfahrregelung → Leerlaufregelung

$$B\_AFR\_LLR = B\_LL \text{ und } !S\_GANG \text{ und } !B\_SA$$

Übergang Anfahrregelung → Integrator absteuern Bereich 1

$$B\_AFR\_IA1 = B\_ML \text{ und } B\_SA$$

Übergang Anfahrregelung → Integrator absteuern Bereich 2

$$B\_AFR\_IA2 = B\_ML \text{ und } !(B\_LLR \text{ und } !S\_GANG) \text{ und } !B\_SA \text{ und } \text{Zeit } K\_LLR\_TFBR \text{ abgelaufen}$$

Übergang Integrator absteuern Bereich 2 → Bereich 1

$$B\_IA2\_IA1 = B\_ML \text{ und } B\_SA$$

Übergang Integrator absteuern Bereich 2 → Leerlaufregelung

$$B\_IA2\_LLR = B\_LL \text{ und } !S\_GANG \text{ und } !B\_SA$$

Übergang Integrator absteuern Bereich 1 → Leerlaufregelung

$$B\_IA1\_LLR = B\_LL \text{ und } !S\_GANG \text{ und } !B\_SA$$

Übergang Leerlaufregelung → Integrator absteuern Bereich 1

$$B\_LLR\_IA1 = B\_SA$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC

Über das BIT\_I\_REGLER\_ON (Bit 1) in der Konstanten K\_LL\_R\_CONTROL kann der I-Anteil für Test- bzw. Applikationszwecke zu Null gesetzt werden.

### Daten des Leerlaufreglers

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
llr_dn	Drehzahldifferenz	sw	1 Upm
llr_qp	P-Anteil	sw	1/256 kg/h
llr_qi	I-Anteil	sw	1/256 kg/h
llr_qreg	begrenzter Reglerbeitrag	sw	1/256 kg/h
llr_zustand	Zustandsinformation LLR Bit 0: B_LL_R_STOP 1: B_LL_R 2: B_AFR 3: B_IA1 4: B_IA2	uc	--
llr_flags	interne Flags der LLR Bit 0: Flag für Startluftmasse ( Qvs ) 1: Zeitüberwachung B_KO aktiv 2: B_KO war zuletzt aktiv 4: B_LL_R_NEGSTOP 5: B_LL_R_HALT	uc	--
llr_uew	I-Anteil am Ende der Leerlaufregelung	sw	1/256 kg/h
llr_tlmin	Minimallast für Negativstop	uw	1 µs/Umdr.
llr_tfbr	Timer für Unterbremsfreigabe bei AFR	uc	0,02 sec
llr_tz_offset	Zündwinkeloffset des Leerlaufreglers	sw	0,1 °kW

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
KL_LL_R_DQP_POS	KL	16 x 1	llr_dn Drehzahlabweich.	- --
KF_LL_R_DQI	KF	15 x 8	llr_dn Drehzahlabweich.	- d_n40 Drehzahlgradient
K_LL_R_QREG_MIN	K	1	--	--
K_LL_R_QREG_MAX	K	1	--	--
KL_LL_R_TL_MIN	KL	4 x 1	tmot Kühlwassertemp.	- --
K_LL_R_NDIFF_RESET	K	1	--	--
K_LL_R_T_FBR	K	1	--	--
K_LL_R_TAU_IA1	K	1	--	--
K_LL_R_TAU_IA2	K	1	--	--
K_LL_R_V_MAX	K	1	--	--
KL_LL_R_TZ_NEG	KL	12	llr_dn Drehzahlabweichung	- --
KL_LL_R_TZ_POS	KL	12	llr_dn Drehzahlabweichung	- --

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC

### 3.6.3 Zündwinkleingriff des Leerlaufreglers

Zur Unterstützung der Leerlaufregelung über die Luftzufuhr greift der Regler auch über die globale Variable "tz\_llr\_offset" additiv in die Zündwinkelberechnung ein. Die Variable "tz\_llr\_offset" wird wie folgt berechnet:

<u>Bedingung</u>		
B_LLRL oder B_AFR	;	Zustand der LLR: LLR oder AFR aktiv
& llr_dn ≥ 0	;	Drehzahl zu niedrig
tz_llr_offset = KL_LLRL_TZ_POS	;	Zündwinkeloffset = f(llr_dn)
 <u>Bedingung</u>		
B_LLRL oder B_AFR	;	Zustand der LLR: LLR oder AFR aktiv
& llr_dn < 0	;	Drehzahl zu hoch
tz_llr_offset = KL_LLRL_TZ_NEG	;	Zündwinkeloffset = f(-llr_dn)
sonst		
tz_llr_offset = 0	;	keine Zündwinkelmaßnahmen

Der TZ-Eingriff der LLR wird segmentsynchron in den Zündwinkelpfad eingerechnet und unterliegt nicht der Zündwinkeländerungsbegrenzung.

## 3.7 Bedarfsadaption

Aufgabe der Bedarfsadaption ist es, eine Abweichung der Vorsteuerung der Leerlaufuftmenge, bedingt durch Fertigungsstreuungen, Leckluft und Alterserscheinungen, in Bezug auf die tatsächlich im Leerlauf benötigte Luftmasse zu korrigieren. Diese Abweichung soll durch die Bedarfsadaption festgestellt und die Vorsteuerwerte um diesen Offset parallel verschoben werden. Dabei wird zwischen zwei Adaptionbereichen unterschieden.

- Adaptionwert bei inaktiver Klimakompressoraufschaltung
- Zusätzlicher Adaptionoffset bei aktiver Klimakompressoraufschaltung

### 3.7.1 Adaptionsbedingungen

Für die Aktivierung der Bedarfsadaption müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

B_LLRA	=	B_LLRL	;	Zustand Leerlaufregelung aktiv (siehe Zustandsautomat der LLR)
	und	tmot > K_LLRL_TMOT_ADAPT	;	Motortemperatur größer Schwellenwert
	und	!B_TMOT_FEHLER	;	fehlerfreie tmot-Erfassung
	und	!B_LLRL_IBEGR	;	Integrator befindet sich nicht in einer Begrenzung

In den nachfolgenden Dokumentationen sind diese Bedingungen zu der Bedingung B\_LLRA (LLR-Bedarfsadaption) zusammengefasst.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC

Während der Entwicklungs- und Testphase kann die komplette Bedarfsadaption (B\_LLRA\_ENABLED) über das Bit 2 im Kontrollbyte K\_LL\_R\_CONTROL abgeschaltet werden. Alle Adaptionswerte sind dann gleich Null.

B_LLRA_ENABLE = 1	Bedarfsadaption freigegeben
B_LLRA_ENABLE = 0	Bedarfsadaption abgeschaltet

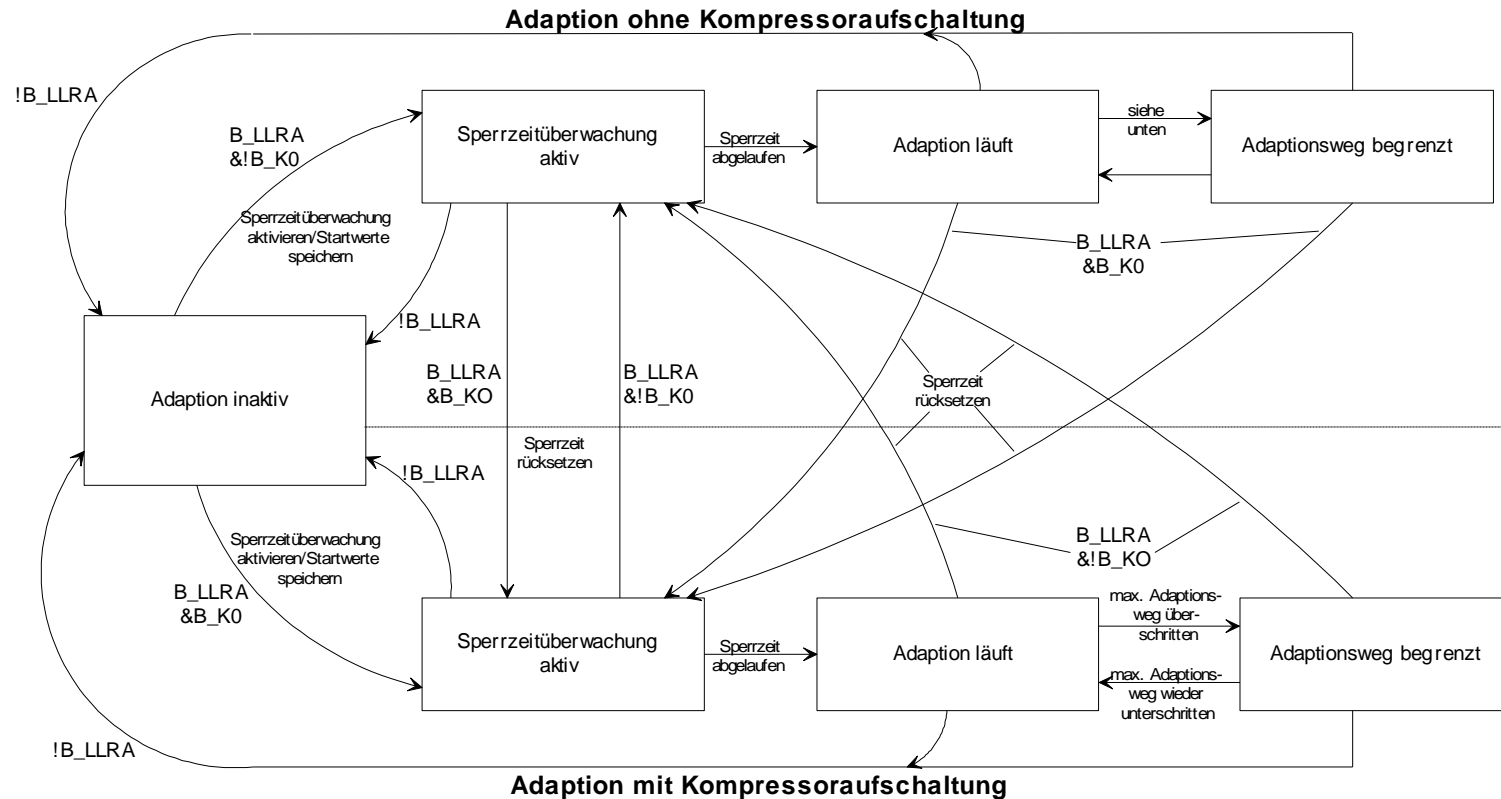
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.20135		LLR.DOC



### 3.7.2 Zustände der Bedarfsadaption

Die Steuerung der Bedarfsadaption lässt sich als Zustandsautomat mit sieben Zuständen beschreiben.

**Bild 3.7.2: Zustandsautomat der Bedarfsadaption**



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		25.03.2005		LLR.DOC

Adaption inaktiv

Bedingung: B\_LLRA nicht erfüllt

Kennzeichen:  $lla\_flags = 0$  (inaktiv)  
 $lla\_kflags = 0$  (inaktiv)

Adaptionswerte:  $lla\_qadapt(t) = lla\_qadapt(t - 20\text{ ms})$   
 $lla\_kqadapt(t) = lla\_kqadapt(t - 20\text{ ms})$

Sperrzeitüberwachung für LLRA ohne K0 aktiv

Bedingung: B\_LLRA erfüllt  
und  $!B\_KO$   
und  $lla\_timer \neq 0$   
(Sperrzeit noch nicht abgelaufen)

Kennzeichen:  $lla\_flags = 1$  (Sperrzeit)  
 $lla\_ko\_flags = 0$  (inaktiv)

Adaptionswerte:  $lla\_qadapt(t) = lla\_qadapt(t - 20\text{ ms})$   
 $lla\_kqadapt(t) = lla\_kqadapt(t - 20\text{ ms})$

Adaption läuft (ohne K0)

Bedingung: B\_LLRA  
und  $!B\_KO$   
und  $lla\_timer == 0$  (Sperrzeit abgelaufen)  
und  $|lla\_qadapt - lla\_qstart| \leq K\_LLR\_DQADAPT\_MAX$   
(Adaptionsweg nicht begrenzt)

Kennzeichen:  $lla\_flags = 3$  (adaptiert)  
 $lla\_kflags = 0$  (inaktiv)

Adaptionswerte:  $lla\_qadapt(t) = lla\_qadapt(t - 20\text{ ms}) + (llr\_qi(t - 20\text{ ms}) + K\_LLR\_QADAPT\_OFFSET) * K\_LLR\_TAU\_ADAPT$   
(ohne Berücksichtigung einer Begrenzung)  
 $lla\_kqadapt(t) = lla\_kqadapt(t - 20\text{ ms})$

Adaptionswert (ohne K0) begrenzt

Bedingung: B\_LLRA  
und  $!B\_KO$   
und  $lla\_timer == 0$   
und  $|lla\_qadapt - lla\_qstart| > K\_LLR\_DQADAPT\_MAX$   
(Adaptionsweg begrenzt)

Kennzeichen:  $lla\_flags = 7$  (begrenzt)  
 $lla\_kflags = 0$  (inaktiv)

Adaptionswerte:  $lla\_qadapt(t) = lla\_qstart \pm K\_LLR\_DQADAPT\_MAX$   
 $lla\_kqadapt(t) = lla\_kqadapt(t - 20\text{ ms})$

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

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.2013		LLR.DOC

Sperrzeitüberwachung für LLRA mit K0 aktiv

Bedingung: B\_LLRA erfüllt  
 und !B\_KO  
 und lla\_timer !=0  
 (Sperrzeit noch nicht abgelaufen)

Kennzeichen: lla\_flags = 1 (Sperrzeit)  
 lla\_kflags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: lla\_qadapt (t) = lla\_qadapt (t - 20 ms)  
 lla\_kqadapt (t) = lla\_kqadapt (t - 20 ms)

Adaption läuft (mit K0)

Bedingung: B\_LLRA  
 und !B\_KO  
 und lla\_timer == 0 (Sperrzeit abgelaufen)  
 und | lla\_qadapt - lla\_qstart | ≤ K\_LLRL\_DQADAPT\_MAX  
 (Adaptionsweg nicht begrenzt)

Kennzeichen: lla\_flags = 3 (adaptiert)  
 lla\_kflags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: lla\_ko\_qadapt (t) = lla\_kqadapt (t - 20 ms) +  
 K\_LLRL\_QADAPT\_OFFSET) \* K\_LLRL\_TAU\_ADAPT  
 (ohne Berücksichtigung einer Begrenzung)  
 lla\_qadapt (t) = lla\_qadapt (t - 20 ms) + (llr.qi(t - 20 ms)

Adaptionswert (mit K0) begrenzt

Bedingung: B\_LLRA  
 und !B\_KO  
 und lla\_timer == 0  
 und | lla\_qadapt - lla\_qstart | > K\_LLRL\_DQADAPT\_MAX  
 (Adaptionsweg begrenzt)

Kennzeichen: lla\_flags = 7 (begrenzt)  
 lla\_kflags = 0 (inaktiv)

Adaptionswerte: lla\_kqadapt (t) = lla\_kqadapt (t - 20 ms)  
 lla\_qadapt (t) = lla\_qstart ± K\_LLRL\_DQADAPT\_MAX

Für alle Zustände gilt

Ausgangswert der Bedarfsadaption:

llr\_qadaption (t) = lla\_qadapt (t), wenn !B\_KO  
 = lla\_qadapt (t)  
 + lla\_kqadapt (t), wenn B\_KO

Korrektur des Integratoranteils llr.qi der Leerlaufregelung

wenn Kompressoraufschaltung inaktiv

llr\_qi (t) = llr\_qi (t)  
 - (lla\_qadapt (t) - lla\_qadapt (t - 20 ms))

wenn Kompressoraufschaltung aktiv

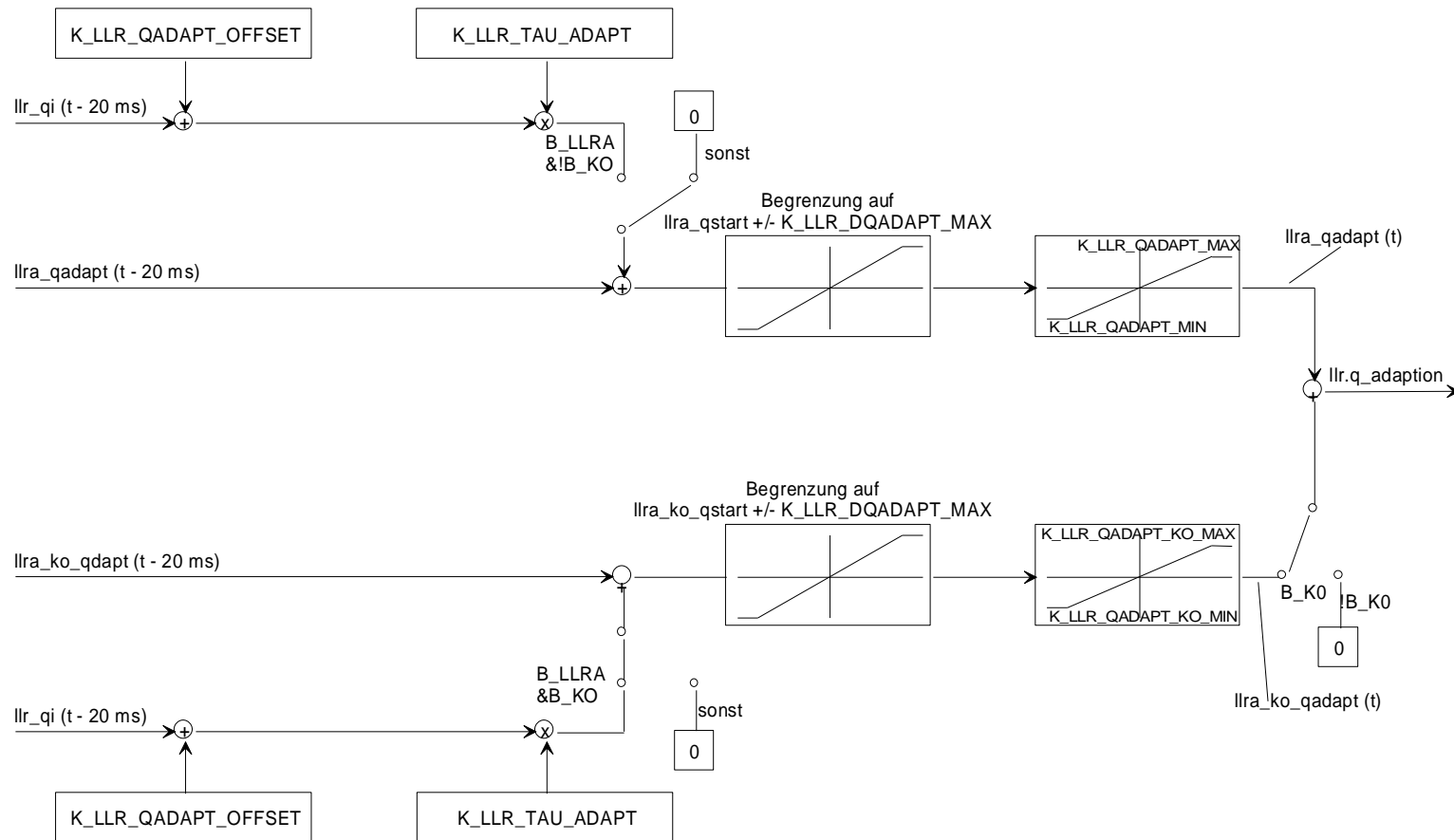
llr\_qi (t) = llr\_qi (t)  
 - (lla\_kqadapt (t) - lla\_kqadapt (t - 20 ms))

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.2013		LLR.DOC



### 3.7.3 Berechnungsschritte der Bedarfsadaption

**Bild 3.7.3: Blockschaftbild der LLR-Adaption**



	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter		16.04.2013		LLR.DOC





### Integrator

Ist die Aktivbedingung für den Adaptionintegrator erfüllt (B\_LLRA erfüllt und Sperrzeit abgelaufen) wird zeitsynchron alle 20 ms ein neuer Integrationsschnitt für den aktuellen Adaptionsmode (B\_K0 oder !B\_K0) berechnet:

$$\begin{aligned} lqadapt(t) &= qadapt(t-20\text{ ms}) \\ &+ (llr_{qi}(t-20\text{ ms}) + K_{LLR\_QADAPT\_OFFSET}) \\ &\quad * K_{LLR\_TAU\_ADAPT} \end{aligned}$$

### Begrenzung des Adaptionsweges

Pro Adaptionsphase ist ein maximaler Adaptionsweg von  $\pm K_{LLR\_DQADAPT\_MAX}$  möglich. Eine Adaptionsphase beginnt dabei mit dem Erkennen der Bedingung B\_LLRA = erfüllt und endet, sobald diese Bedingung nicht mehr erfüllt ist. Ein Wechsel der Bedingung B\_K0 bzw. ein Retriggern der Sperrzeit führt dagegen zu keiner neuen Adaptionsphase.

Zu Beginn der Adaptionsphase werden die beiden Adaptionswerte  $lla\_qadapt$  und  $lla\_kqadapt$  in die Variablen  $lla\_qstart$  und  $lla\_kqstart$  umgespeichert. Während der Adaptionsphase wird dann der aktuelle Adaptionswert auf den Wert  $\dots\_qstart \pm K_{LLR\_DQADAPT\_MAX}$  begrenzt.

### Begrenzung der Adaptionswerte

Der resultierende Adaptionswert für inaktive Kompressorumschaltung wird auf  $-K_{LLR\_DQADAPT\_MAX}$ ,  $K_{LLR\_DQADAPT\_MIN}$  der für aktive Kompressorumschaltung auf die Werte  $K_{LLR\_QADAPT\_K0\_MAX}$  und  $K_{LLR\_QADAPT\_K0\_MIN}$  begrenzt.

### Ausgangswert der Bedarfsadaption

Der Ausgangswert der Adaption  $llr\_qadaptation$ , welcher zu dem Vorsteuerwert der Leerlaufregelung addiert wird, wird stets berechnet - unabhängig von der Bedingung B\_LLRA und setzt sich wie folgt zusammen:

$$\begin{aligned} &\text{wenn } B_{K0} \text{ inaktiv} \\ &\quad llr\_qadaptation(t) = lla\_qadapt(t) \\ &\text{wenn } B_{K0} \text{ aktiv} \\ &\quad llr\_qadaptation(t) = lla\_qadapt(t) + lla\_kqadapt(t) \end{aligned}$$

### Korrektur des Integrationsanteiles des Leerlaufreglers

Die LLR-Bedarfsadaption darf die Luftvorgabe der Leerlaufregelung  $llr\_qsoll$  nicht verändern, sondern nur einen Korrekturoffset von dem I-Anteil des Leerlaufreglers  $llr\_qi$  auf den Adaptionswert  $llr\_qadaptation$  übertragen. D. h., daß mit jeder Änderung des Adaptionswertes der I-Anteil  $llr\_qi$  um diesen Betrag korrigiert werden muß.

$$\begin{aligned} &\text{wenn } B_{K0} \text{ inaktiv} \\ &\quad llr\_qi(t) = llr\_qi(t) - (lla\_qadapt(t) - lla\_qadapt(t-20\text{ ms})) \\ &\text{wenn } B_{K0} \text{ aktiv} \\ &\quad llr\_qi(t) = llr\_qi(t) - (lla\_kadapt(t) - lla\_kadapt(t-20\text{ ms})) \end{aligned}$$

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				LLR.DOC

### 3.7.4 Daten der Bedarfsadaption

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
lla_timer	verbleibende Adaptionssperrzeit	uw	0,02 sec.
lla.qadapt	Wert des Adaptionsintegrators ohne Kompressoraufschaltung	sw	1/256 kg/h
lla.qstart	Wert des Adaptionsintegrators zu Beginn einer neuen Adaptionsphase (ohne K0)	sw	1/256 kg/h
lla.flags	Flags für Adaption ohne Kompressoraufschaltung Wert 0: Adaption inaktiv Wert 1: Sperrzeit läuft Wert 3: adaptiert Wert 7: Adaptionsweg begrenzt	uc	--
lla_kqadapt	Wert des Adaptionsintegrators mit Kompressoraufschaltung	sw	1/256 kg/h
lla_kqstart	Wert des Adaptionsintegrators zu Beginn einer neuen Adaptionsphase (mit K0)	sw	1/256 kg/h
lla_kflags	Flags für Adaption mit Kompressoraufschaltung Wert 0: Adaption inaktiv Wert 1: Sperrzeit läuft Wert 3: adaptiert Wert 7: Adaptionsweg begrenzt	uc	--

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Bedeutung
K_LLQ_QADAPT_OFFSET	FW	Adaptionsoffset für Integratoranteil
K_LLQ_TAU_ADAPT	FW	Zeitkonstante für Bedarfsadaption
K_LLQ_DQADAPT_MAX	FW	max. Adaptionsweg pro Adaptionsphase
K_LLQ_T_ADAPT	FW	Adaptionssperrzeit
K_LLQ_QADAPT_MIN	FW	untere Adaptionswertbegrenzung (ohne K0)
K_LLQ_QADAPT_MAX	FW	obere Adaptionswertbegrenzung (ohne K0)
K_LLQ_QADAPT_KO_MIN	FW	untere Adaptionswertbegrenzung (mit K0)
K_LLQ_QADAPT_KO_MAX	FW	obere Adaptionswertbegrenzung (mit K0)
K_LLQ_TMOT_ADAPT	FW	Temperaturschwelle für die Bedarfsadaption

### 3.7.5 Nichtflüchtiges Abspeichern

In der Nachlaufphase des Steuergerätes werden die aktuellen Werte

lla\_qadapt  
und    lla\_kqadapt

der Bedarfsadaption nichtflüchtig im E<sup>2</sup>PROM des Steuergerätes abgespeichert

In der Initialisierungsphase werden die aktuellen Adaptionswerte mit den abgespeicherten Werten vorbelegt. Bei einem Datenverlust des E<sup>2</sup>PROM werden die Adaptionswerte mit dem Wert Null vorbelegt.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				LLR.DOC

### 3.8 Sollwert Leerlaufregelung

Der Sollwert für den Luftmassendurchsatz der Leerlaufregelung setzt sich additiv aus den Einzelergebnissen der beschriebenen Untermodule zusammen.

$$\begin{aligned}
 llr\_qsoll &= llr\_qvs && ; \text{Grundwert der Vorsteuerung} \\
 &+ llr\_qac && ; \text{Korrektur der Störgrößenaufschaltung Klima} \\
 &+ llr\_qdashpot && ; \text{Korrektur der Dashpot-Funktion} \\
 &+ llr\_qadaption && ; \text{Korrektur der Bedarfsadaption} \\
 &+ llr\_qreg && ; \text{Korrektur des Leerlaufreglers} \\
 &+ K\_LLR\_Q\_MCS && ; \text{Q-Eingriff des Applikationssystems}
 \end{aligned}$$

Die Konstante K\_LLQ\_MCS bietet dem Applikateur die Möglichkeit, mittels des MCS-Systems die Luftvorgabe auf einfache Weise zu beeinflussen.

Der minimale Sollwert llr\_qsoll ist auf den Wert K\_LLQ\_SOLL\_MIN begrenzt.

#### Daten des Q-Sollwertberechnung

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
llr_qsoll	resultierende Ausgangsgröße der Leerlaufregelung	uw	1/256 kg/h

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
K_LLQ_MCS	K	1	--	--
KL_LLQ_SOLL_MIN	K	1	--	--

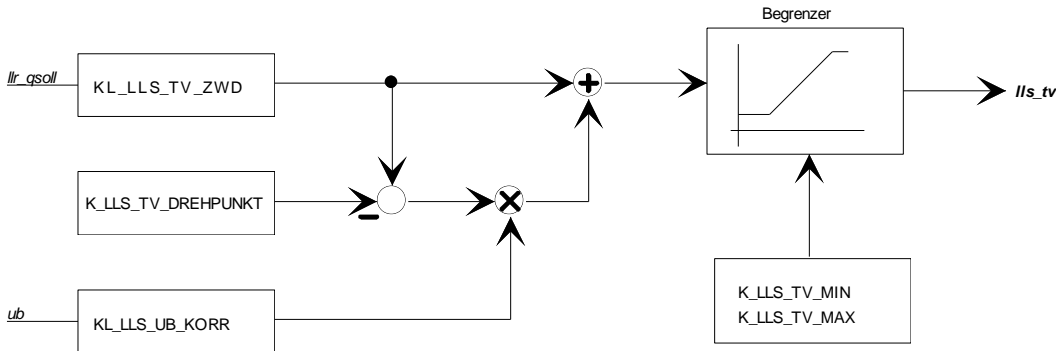
	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				LLR.DOC

### 3.9 ZWD-Ansteuerung

Als Leerlaufsteller kommt bei dem Motor S50 ein Zweiwicklungsdrehsteller ZWD mit einer öffnenden und einer schließenden Wicklung zum Einsatz. Die Wicklungen werden mit einem getakteten pulsweitenmodulierten Signal angesteuert. Die PWM-Frequenz beträgt 100Hz. Das PWM-Signal für die schließende Wicklung entspricht dem invertierten Signal der öffnenden Wicklung.

Die Luftdurchsatzvorgabe  $llr\_qsoll$  wird über die ZWD-Stellerkennlinie in ein Tastverhältnis für das Ansteuersignal des Leerlaufstellers umgerechnet, in Abhängigkeit der Bordnetzspannung korrigiert und auf die Werte  $K\_LLS\_TV\_MIN$  bzw.  $K\_LLS\_TV\_MAX$  begrenzt.

**Bild 3.9: Berechnung des Tastverhältnisses für die geöffnete ZWD-Wicklung**



Das Tastverhältnis ist als Highzeit in der Variablen  $lls\_tv$  abgelegt. Die Auflösung beträgt  $2\mu s$ .

$$lls\_tv = tv(f(llr\_qsoll)) + (tv(f(llr\_qsoll)) - K\_LLS\_TV\_DREHPUNKT) * ub\_korr(f(ub))$$

Zur Verbesserung der Ladebillanz werden die Endstufen für die ZWD-Ansteuerung nur in den Betriebszuständen "Start" und "Motor\_läuft" oder bei aktiver Klemme50 (Anlasser) durchgeschaltet. In den Betriebszuständen "Motor\_steht", "Klemme15\_aus" oder "Nachlauf" sind die Endstufen abgeschaltet und der Leerlaufsteller gibt nur den Notlaufquerschnitt frei.

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				LLR.DOC

### Daten des Stelleransteuerung

Beschreibung der Variablen:

Name	Beschreibung	Typ	Auflösung
lls_tv	Highzeit des Ansteuersignals	uw	2 µs
status_lls	Statusinformation des LLS Bit 0: Fehler in Ansteuerung 7: Endstufen abgeschaltet	uc	--

Beschreibung der Applikationsdaten:

Name	Typ	Dim.	x-Achse	y-Achse
KL_LLS_TV_ZWD	KL	28 x 1	llr.qsoll - Luftvorgabe	--
KL_LLS_UB_KORR	KL	5 x 1	ub - Bordnetzspannung	--
K_LLS_TV_DREHPUNKT	K	1	--	--
K_LLS_TV_MIN	K	1	--	--
K_LLS_TV_MAX	K	1	--	--

### 3.10 Ersatzwert für Schalter S\_GANG

Da der Schalter S\_GANG für die Erkennung eines durchgeschalteten Antriebsstranges noch nicht 100%-ig erprobt und auch noch nicht in allen Fahrzeugen verbaut ist, besteht die Möglichkeit, mittels der Konstanten K\_LLR\_SGANG auf einen Ersatzwert für S\_GANG umzuschalten, welcher aus der Fahrzeuggeschwindigkeit v abgeleitet wird.

K\_LLR\_SGANG = 0:

S\_GANG = 0    wenn     $v \leq K\_LLR\_V\_MAX$

S\_GANG = 1    wenn     $v > K\_LLR\_V\_MAX$

K\_LLR\_SGANG != 0    ( erfordert, daß Schalter verbaut ist )

S\_GANG = 0    wenn    Antriebsstrang nicht durchgeschaltet

S\_GANG = 1    wenn    Antriebsstrang durchgeschaltet

### 3.11 Mögliche Modifikationen der Leerlaufregelung

	Abteilung	Datum	Name	Filename
Bearbeiter				LLR.DOC