



TA 1502-0071

Technische Anweisung

SAFI (Sensor-Actuator-Function-Interface)



© INNIO Jenbacher GmbH & Co OG
Achenseestr. 1-3
A-6200 Jenbach, Austria
www.innio.com

1	Sicherheitshinweise	3
2	Beschreibung des Konzepts	4
2.1	Teile/Bauart	4
2.2	Grundsätzliche Funktion	4
3	Technische Daten	6
3.1	Schutzklasse	6
3.2	Umgebungsbedingungen	6
3.3	Mechanische Daten	6
3.3.1	Vibrationen	6
3.3.2	Chemische Anforderungen	6
3.4	Elektrische Daten	6
3.5	Abgastemperaturmessung	7
3.6	Hochspannungsmessung	7
3.7	Anschlüsse und Anzeigen vom SAFI der 1. Generation	7
3.8	Anschlüsse und Anzeigen vom SAFI2	9
3.8.1	Anschlussbelegung	10
3.8.2	Anzeigen am Gerät	12
3.9	Firmware	12
4	Aufbau	14
4.1	Aufbau der Sensoren	14
4.1.1	Klopfsensoren	14
4.1.2	Thermoelemente	14
4.2	Erkennung der Zylinderzuordnung am Motor	15
5	Pickup Signale	16
5.1	Nockenwellen/Reset-Signal	16
5.2	Signal vom Schwungrad (Trigger-Signal)	16
6	Implementierung in die Motorsteuerung	17
6.1	Parametermanager	17
6.2	Alarmbelegleitwerte	18
7	Funktionen	19
7.1	Allgemeine Funktion	19
7.1.1	Beschreibung der allgemeinen Funktionen	19
7.1.2	Parametrierung	20
7.1.3	Anzeigen	21
7.1.4	Trenddarstellung	22
7.1.5	Betriebsmeldungen	22
7.1.6	Warnungen	23
7.1.7	Fehlermeldungen	24
7.2	Funktion KLS	26
7.2.1	Beschreibung der Funktion	26
7.2.2	Parametrierung	26
7.2.3	Anzeigen	28
7.2.4	Trenddarstellung	28
7.2.5	Betriebsmeldung	28
7.2.6	Warnungen	29
7.2.7	Fehlermeldungen	29
7.3	Funktion DMR	30
7.3.1	Beschreibung der Funktion	30
7.3.2	Parametrierung	30
7.3.3	Anzeigen	30
7.3.4	Trenddarstellung	31

7.3.5	Betriebsmeldungen	33
7.3.6	Warnungen	34
7.3.7	Fehlermeldungen	34
7.4	Funktion Port Injection	36
7.4.1	Beschreibung der Funktion	36
7.4.2	Parametrierung	36
7.4.3	Anzeigen	37
7.4.4	Trenddarstellung	37
7.4.5	Betriebsmeldungen	39
7.4.6	Warnungen	40
7.4.7	Fehlermeldungen	40
7.5	Funktion Zündung	41
7.5.1	Beschreibung der Funktion	41
7.5.2	Parametrierung	41
7.5.3	Anzeigen	43
7.5.4	Trenddarstellung	43
7.5.5	Betriebsmeldung	43
7.5.6	Warnungen	44
7.5.7	Fehlermeldungen	45
7.6	Funktion Zündspannungsmessung	47
7.6.1	Beschreibung der Funktion	47
7.6.2	Anzeigen	47
7.6.3	Trenddarstellung	47
7.6.4	Parametrierung	47
7.6.5	Betriebsmeldung	49
7.6.6	Warnungen	49
7.6.7	Fehlermeldungen	50
7.7	Funktion Abgastemperaturmessung	51
7.8	Funktion Drehzahlmessung	52
7.8.1	Beschreibung der Funktion	52
7.8.2	Anzeigen	52
7.8.3	Betriebsmeldung	52
7.8.4	Warnungen	52
7.8.5	Fehlermeldungen	52
8	Anhang 1: Motorstart nach Abschaltung durch „Klopfgeräusch A3339“ aufgrund eines mechanischen Defekts	53
9	Revisionsvermerk	55

Die Zielstellen dieses Dokumentes sind:

Kunde, Vertriebspartner, Servicepartner, IB-Partner, Töchter/Außenstellen, Standort Jenbach

Eigentumsrechtlicher Hinweis von INNIO: VERTRAULICH

Die Informationen in diesem Dokument sind geschützte Informationen der INNIO Jenbacher GmbH & Co OG und deren Tochtergesellschaften und vertraulich. Sie sind Eigentum von INNIO und dürfen ohne vorherige schriftliche Genehmigung nicht verwendet, an Dritte weitergeleitet oder vervielfältigt werden. Hierzu zählt auch, aber nicht ausschließlich, die Nutzung der Informationen zur Erstellung, Herstellung, Entwicklung oder Ableitung von Reparaturen, Modifizierungen, Ersatzteilen, Konstruktionen oder Konfigurationsänderungen oder deren Beantragung bei staatlichen Behörden. Wenn die vollständige oder teilweise Vervielfältigung genehmigt wurde, sind dieser Hinweis sowie der weitere Hinweis auf allen Seiten dieses Dokuments ganz oder teilweise zu vermerken.

GEDRUCKTE ODER ELEKTRONISCH VERMITTELTE VERSIONEN SIND NICHT KONTROLLIERT

1 Sicherheitshinweise

⚠ VORSICHT

Beachten Sie die Sicherheits- und Gefahrenhinweise in den Sicherheitsvorschriften (TA 2300-0005) und tragen Sie die entsprechenden „Persönlichen Schutzausrüstungen“.



2 Beschreibung des Konzepts

SAFI wird zwischen zwei Zylindern aufgebaut und übernimmt je nach Hardwareausführung und Softwarekonfiguration verschiedene Mess- und Überwachungsfunktionen sowie die Ansteuerung und Überwachung der Zündung für die beiden Zylinder. SAFI steht für **S**ensor-**A**ctuator-**F**unction-**I**nterface. Bei SAFI handelt es sich um eine Weiterentwicklung des KLS98 mit deutlich erweitertem Funktionsumfang.

Folgende Funktionalitäten sind in SAFI inkludiert:

- KLS: Klopferkennung und Ventilgeräuschüberwachung
- DMR: Verbrennungsanalyse (Klopfen, Aussetzer etc.) durch Messung der Verbrennungsdruckkurve
- Port Injection: Ansteuerung und Überwachung der zylinderselektiven Saugrohreindüsung Port Injection
- Zündung: Ansteuerung und Überwachung des MORIS-Zündsystems
- Zündspannungsmessung: Zündspannungsbedarf der Zündkerzen
- Abgastemperaturmessung
- Drehzahlmessung

2.1 Teile/Bauart

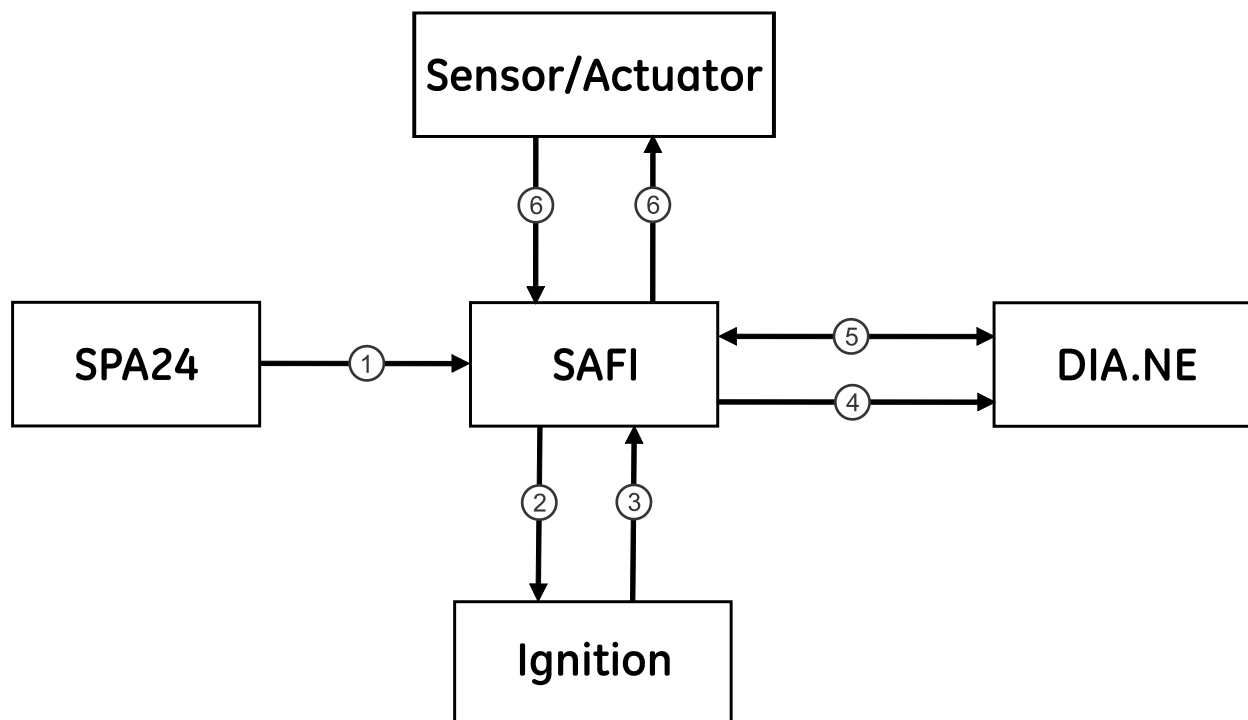
Allgemein wird in diesem Dokument die Bezeichnung SAFI für SAFI der 1. Generation und die Weiterentwicklung SAFI2 verwendet. Beziehen sich Beschreibungen ausschließlich auf SAFI der 1. Generation oder auf SAFI2, so wird das ausdrücklich bei der Beschreibung vermerkt.

	SAFI (1. Generation)	SAFI2
SAFI mit KLS-Funktion	411880	652092
	1200176	
SAFI mit DMR-Funktion	665426	652439
	435624	
Thermoelement		

2.2 Grundsätzliche Funktion

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung bootet SAFI, danach sind alle Parameter im SAFI gelöscht und müssen von der Motorsteuerung gesendet werden. Die Aktivierung der einzelnen Funktionen erfolgt ausschließlich über CAN Bus.

SAFI besitzt einen digitalen Ausgang zur Signalisierung, dass die Zündung in Betrieb ist und somit Zündsignale ausgegeben werden. Fällt im Betrieb die CAN Kommunikation aus, kann aufgrund des Pegels dieses Ausgangs der Betrieb der Zündung abgeleitet werden und entsprechend reagiert werden.



Sensors	Sensoren
Ignition	Zündung
①	Pickupsignale
②	Zündungsansteuerung
③	Zündungsfeedback Spannungsversorgung Zylindercodierung
④	MORIS Sicherheitsschleife
⑤	CAN
⑥	Analogsignale

3 Technische Daten

3.1 Schutzklasse

SAFI erreicht im montierten Zustand die Schutzklasse IP54.

3.2 Umgebungsbedingungen

Temperaturgrenzen	Lagerung	-25 ... + 70 °C
	Betrieb	-25 ... + 85 °C
rel. Feuchtigkeit	Lagerung	90 %, keine Betauung
	Betrieb	85 %, keine Betauung
Luftdruck	bis 2.000 m über NN	

3.3 Mechanische Daten

3.3.1 Vibrationen

SAFI darf nur schwingungsentkoppelt vom Motor aufgebaut werden. Es sind die für MORIS konstruierten Halter zu verwenden. SAFI ist für Schwingungsbelastungen mit einem Effektivwert von max. 20 mm/s bei 10 - 300 Hz ausgelegt.

3.3.2 Chemische Anforderungen

SAFI wurde nach den INNIO Jenbacher GmbH & Co OG spezifischen Vorgaben für die chemische Beständigkeit gegen Motorkühlwasserfrostschutz (Glykol), schwefelige Säure, Motoröl und UV-Strahlung entwickelt.

Allgemein gelten folgende Grenzwerte für die atmosphärische Verschmutzung:

- Schwefeldioxid (SO₂) 0,030 ppm
- Schwefelwasserstoff (H₂S) 0,010 ppm
- Nitrose Gase (NO_x) 0,030 ppm
- Chlor (Cl₂) 0,010 ppm
- Fluorwasserstoff (HF) 0,010 ppm
- Ammoniak (NH₃) 0,500 ppm
- Ozon (O₃) 0,005 ppm

Treten höhere Belastungen auf, sind diese von INNIO Jenbacher GmbH & Co OG gesondert zu genehmigen.

3.4 Elektrische Daten

Spannungsversorgung

SAFI wird von einer Batterie mit nominal 24 V versorgt. Die Batteriespannung darf in einem Bereich von 15 bis 32 V mit ± 10 % Restwelligkeit schwanken.

Stromaufnahme

Die maximale Stromaufnahme eines SAFI der 1. Generation beträgt 175 mA.

Die maximale Stromaufnahme von SAFI2 beträgt 130 mA.

3.5 Abgastemperaturmessung

Die Abgastemperatur jedes Zylinders wird von SAFI über NiCrNi-Thermoelemente des Typs K gemessen, wobei im SAFI eine Kaltstellenkompensation vorgesehen ist. Die Messgenauigkeit entspricht der Klasse 2 für Thermoelemente Typ K nach EN 60584-2.

Temperaturbereich	Toleranz
0 °C bis 333 °C	±2,5 K
333 °C bis 900 °C	± 0,75%

Bei schnellen Änderungen der Umgebungstemperaturänderungen von SAFI treten kurzfristig zusätzlichen Abweichungen von ± 5 K auf.

3.6 Hochspannungsmessung

Die Hochspannung wird über den gesamten Bereich von 0 bis 50 kV mit einer Genauigkeit von ± 1 kV gemessen.

3.7 Anschlüsse und Anzeigen vom SAFI der 1. Generation



① LEDs	③ Klopfensensoren
② Abgasthermoelemente	

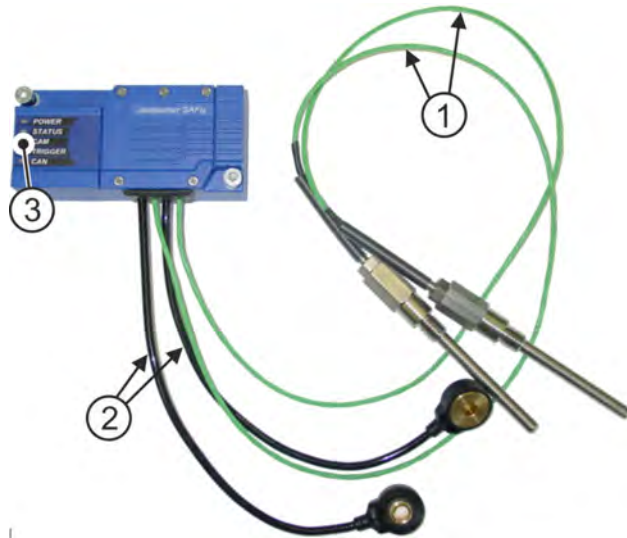
Anschlussbelegung**Sub D Anschlussstecker**

PIN	Bez.	Bedeutung
1	HS 2	Hochspannungsmesssignal der rechten Zündspule
2	HS 1	Hochspannungsmesssignal der linken Zündspule
3	STROM	Brennstromsollwert für linke und rechte Zündungsendstufe
4	ZZP 1	Triggersignal für die linke Zündungsendstufe
5	CODE 4	Drittes Bit von SAFI Codierung für die Positionserkennung
6	CODE 1	Erstes Bit von SAFI Codierung für die Positionserkennung
7	CODE 2	Zweites Bit von SAFI Codierung für die Positionserkennung
8	CAN-Low	CAN-Low
9	CAN-High	CAN-High
10	AUS	Notabschaltung
11	CAM	Signal vom Nockenwellen Pickup
12	GND	Ground
13	+24 V	Versorgungsspannung für SAFI
14	GND	Ground
15	GND	Ground
16	ZZP2	Triggersignal für die rechte Zündungsendstufe
17	RM1	Rückmeldung der linken Zündungsendstufe
18	GND	Ground
19	CODE 8	Viertes Bit von SAFI Codierung für die Positionserkennung
20	RM2	Rückmeldung der rechten Zündungsendstufe
21	CAN-GND	CAN-GND
22	n.c.	frei
23	TRIGGER	Signal vom Zahnkranz
24	GND	Ground
25	n.c.	frei

Abgasthermoelemente

Nummer	Bez.	Bedeutung
1	+	+ Anschluss Thermoelement
2	GND	Anschluss Schirmung
3	-	- Anschluss Thermoelement

3.8 Anschlüsse und Anzeigen vom SAFI2



①	Abgasthermoelemente	③	LEADs
②	Klopfsensoren		

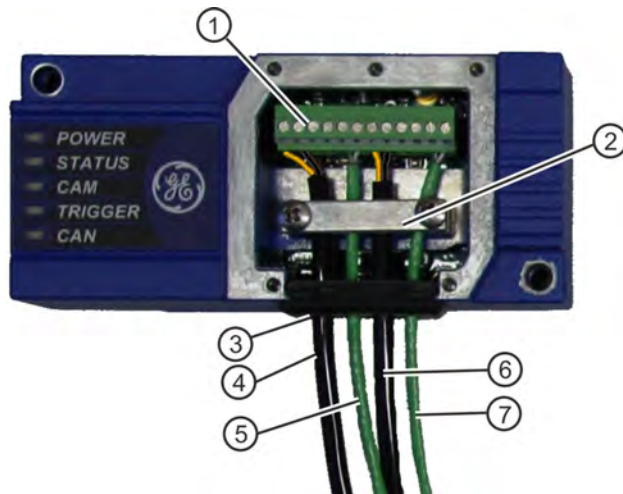
3.8.1 Anschlussbelegung**Sub D Anschlussstecker**

PIN	Bez.	Bedeutung
1	HS R	Hochspannungsmesssignal der rechten Zündspule
2	HS L	Hochspannungsmesssignal der linken Zündspule
3	STROM	Brennstromsollwert für linke und rechte Zündungsendstufe
4	ZZP L	Triggersignal für die linke Zündungsendstufe
5	CODE 4	Drittes Bit von SAFI Codierung für die Positionserkennung
6	CODE 1	Erstes Bit von SAFI Codierung für die Positionserkennung
7	CODE 2	Zweites Bit von SAFI Codierung für die Positionserkennung
8	CAN-Low	CAN-Low
9	CAN-High	CAN-High
10	SC	Notabschaltung
11	CAM	Signal vom Nockenwellen Pickup
12	GND	Ground
13	+24 V	Versorgungsspannung für SAFI
14	PI R	Triggersignal für die rechte Port Injection Treiberendstufe
15	PCI R	Triggersignal für die rechte Vorkammergasventil Treiberendstufe
16	ZZP R	Triggersignal für die rechte Zündungsendstufe
17	RM1	Rückmeldung der linken Zündungsendstufe
18	PCI L	Triggersignal für die linke Vorkammergasventil Treiberendstufe
19	CODE 8	Viertes Bit von SAFI Codierung für die Positionserkennung
20	RM2	Rückmeldung der rechten Zündungsendstufe
21	CAN-GND	CAN-GND
22	PI RM R	Rückmeldung für die rechte Port Injection und Vorkammergasventil Treiberendstufe
23	TRIGGER	Signal vom Zahnkranz
24	PI RM L	Rückmeldung für die linke Port Injection und Vorkammergasventil Treiberendstufe
25	PI L	Triggersignal für die linke Port Injection Treiberendstufe

Abgasthermoelemente, Klopfensoren und Zylinderdrucksensoren

Bei SAFI2 werden die Sensoren Abgasthermoelement, Klopfensoren und Zylinderdrucksensoren direkt im Gehäuse angeschlossen. Dazu wird der Deckel durch lösen der 5 Anschlussschrauben abgenommen und somit der Stecker freigelegt.

Zum Anschließen der Sensoren wird die 12-polige Steckerleiste von der Buchse mit einer Spitzzange abgenommen. Der Stecker mit den angeschlossenen Sensoren wird in die Buchse gedrückt und die Zugentlastung montiert. Zu beachten ist, dass die Dichtung korrekt eingelegt ist um die Dichtwirkung zu gewährleisten.



① Steckerleiste für Sensor	⑤ Abgasthermoelement des linken Zylinders
② Zugentlastung	⑥ Klopfsensor des rechten Zylinders
③ Dichtung	⑦ Abgasthermoelement des rechten Zylinders
④ Klopfsensor des linken Zylinders	

Bei SAFI2 mit KLS-Funktion (Teilenummer 652092) sind Klopfsensoren anzuschließen, bei SAFI2 mit DMR-Funktion (Teilenummer 652439) sind die Anschlusskabel für die Drucksensoren anzuschließen.

Anschlussbelegung für SAFI2 mit KLS-Funktion

PIN	Bez.	Farbe	Bedeutung
1	Piezo / Pressure L+	Gelb	+ Eingang des Klopfensors des linken Zylinders
2	Piezo / Pressure L-	Schwarz	- Eingang des Klopfensors des linken Zylinders
3	+24V L		Nicht belegt
4	GND		Nicht belegt
5	TC L+	Grün	+ Eingang des Abgasthermoelements des linken Zylinders
6	TC L-	Weiß	- Eingang des Abgasthermoelements des linken Zylinders
7	Piezo / Pressure L+	Gelb	+ Eingang des Klopfensors des rechten Zylinders
8	Piezo / Pressure L-	Schwarz	- Eingang des Klopfensors des rechten Zylinders
9	+24V L		Nicht belegt
10	GND		Nicht belegt
11	TC L+	Grün	+ Eingang des Abgasthermoelements des rechten Zylinders
12	TC L-	Weiß	- Eingang des Abgasthermoelements des rechten Zylinders

Anschlussbelegung für SAFI2 mit DMR-Funktion

PIN	Bez.	Farbe	Bedeutung
1	Piezo / Pressure L+	Blau	+ Eingang des Zylinderdrucksensors des linken Zylinders
2	Piezo / Pressure L-	Schwarz	- Eingang des Zylinderdrucksensors des linken Zylinders
3	+24V L	Weiß	24V Versorgung des Zylinderdrucksensor des linken Zylinders
4	GND	-	Brücke zu Pin 2
5	TC L+	Grün	+ Eingang des Abgasthermoelements des linken Zylinders
6	TC L-	Weiß	- Eingang des Abgasthermoelements des linken Zylinders
7	Piezo / Pressure L+	Blau	+ Eingang des Zylinderdrucksensors des rechten Zylinders
8	Piezo / Pressure L-	Schwarz	- Eingang des Zylinderdrucksensors des rechten Zylinders
9	+24V L	Weiß	24V Versorgung des Zylinderdrucksensor des rechten Zylinders
10	GND	-	Nicht belegt
11	TC L+	Grün	+ Eingang des Abgasthermoelements des rechten Zylinders
12	TC L-	Weiß	- Eingang des Abgasthermoelements des rechten Zylinders

Der Schirm der Thermoelemente und der Zylinderdrucksensoren wird nicht in SAFI2 aufgelegt, da die Sensoren bereits sensorseitig geerdet sind.

3.8.2 Anzeigen am Gerät

Am Gerät dienen fünf LEDs als Anzeigen, wobei die LED „STATUS“ dreifarbig ausgeführt ist.

Bezeichnung	Farbe	Bedeutung
POWER	Grün	Versorgungsspannung
STATUS	Grün	Zünden bzw. Zündungsselbsttest/Port Injection bzw. Port Injection Selbsttest
	Rot	Error
	Gelb	Booten
CAM	Gelb	Synthetischer Camshaft/ Resetimpuls
TRIGGER	Gelb	Triggerimpuls
CAN	Gelb	CAN-Bus Aktivität

3.9 Firmware

SAFI wird mit der Firmware 7.xx betrieben. Firmwareversionen mit gleicher Vorkommastelle sind zueinander kompatibel, somit ist es möglich einen Motor mit SAFI unterschiedlicher Firmwareversionen zu betreiben.

Reservierte Firmwarenummern:

	Reservierter Firmwarebereich	Erste Version
--	------------------------------	---------------

SAFI (1. Generation)	7.00 - 7.40	
SAFI DMR (2. Generation)	7.40 - 7.59	7.44
SAFI KLS (2. Generation)	7.60 – 7.99	7.64
SAFI1 DMR	7.53	
SAFI KLS Filterversion	1.00 - 1.99	1.01
SAFI DMR Filterversion	2.00 - 2.99	2.01

Die Vorkommastellen zeigen den Funktionsumfang und die Nachkommastellen den Firmwarestand an.

Höhere Nachkommastellen weisen auf verbesserte Versionen ohne Funktionserweiterungen hin.

Entspricht die Codierung keiner der oben angeführten Motorpositionen oder liegt ein Firmwareproblem vor, so blinken nach dem Booten des SAFI der 1. Generation die LED CAM und TRIGGER abwechselnd und bei SAFI2 leuchtet die STATUS LED rot.

Bei Firmwareproblemen ist ein erneuter Firmwaredownload durchzuführen oder SAFI auszutauschen.

Firmwareupdate

Das Firmwareupdate kann über die DIA.NE XT durchgeführt werden. Die Notwendigkeit eines Firmwareupdates und die exakte Vorgehensweise sind mit dem Competence Center in Jenbach abzuklären.

4 Aufbau

SAFI der 1. Generation wird mit einer M6x30 und M6x35 Innensechskantschraube und einer Dichtung geliefert.

SAFI2 wird mit zwei M6x35 Innensechskantschraube und einer Dichtung geliefert.

Die Schrauben sind mit 3,4 Nm anzuziehen.



① Abgasthermoelemente	③ Dichtung
② Klopfsensoren	

4.1 Aufbau der Sensoren

4.1.1 Klopfsensoren

Die beiden Klopfsensoren werden, ohne die Kabel zu kreuzen, jeweils an den hinteren Zylinderkopfschrauben der benachbarten Zylinderköpfe mittels Befestigungsschraube (M8x25) an der Adaptermutter mit 20 Nm festgeschraubt. Es ist auf eine plane, saubere Oberfläche zu achten. Beilagscheiben sind nicht erlaubt. Die Adaptermuttern müssen mit 60 Nm auf die Zylinderkopfschrauben angezogen werden.

4.1.2 Thermoelemente

Die Einbauhülsen für die Thermoelemente müssen mit 30 Nm angezogen werden. Die Abgasthermoelemente sind am SAFI der 1. Generation mit Hand und am Motorblock mit 15 Nm anzuziehen. Das Thermoelement des linken Zylinders ist am linken Stecker, das Thermoelement des rechten Zylinders am rechten Stecker anzuschließen.

Die Abgasthermoelemente sind im SAFI2 an der Steckerleiste anzuklemmen und am Motorblock mit 15 Nm anzuziehen.

4.2 Erkennung der Zylinderzuordnung am Motor

Nach Anlegen der Spannungsversorgung booten die SAFI. Während des Bootvorgangs erkennt SAFI anhand einer Codierung in der MORIS Schiene die Aufbauposition am Motor. Diese wird durch Blinken der CAN LED gemäß nachstehender Tabelle visualisiert, dabei leuchtet die STATUS LED orange.

SAFI Einbauort zwischen LED CAN blinkt

Zylinder 1 und 2	1 x
Zylinder 3 und 4	2 x
Zylinder 5 und 6	3 x
Zylinder 7 und 8	4 x
Zylinder 9 und 10	5 x
Zylinder 11 und 12	6 x
Zylinder 13 und 14	7 x
Zylinder 15 und 16	8 x
Zylinder 17 und 18	9 x
Zylinder 19 und 20	10 x
Zylinder 21 und 22	11 x
Zylinder 23 und 24	12 x

Ist im Fehlerfall am Motor eine Position doppelt vorhanden, wird die fehlende Position durch die Meldung „SAFI CAN Kommunikation gestört“ auf der DIANE signalisiert. Die Doppelte muss mittels Kontrolle aller Position durch An- und Abstecken jedes einzelnen Gerätes gefunden werden.

Entspricht die Codierung keiner der oben angeführten Motorpositionen oder liegt ein Firmwareproblem vor, so blinken nach dem Booten des SAFI der 1. Generation die LED CAM und TRIGGER abwechselnd und bei SAFI2 leuchtet die STATUS LED rot.

5 Pickup Signale

SAFI benötigt zwei digitale Signale zur Erkennung der Motorlaufbedingungen, die drei analogen Pickup Signale werden durch den SPA24 in zwei digitale Signale umgewandelt.

HINWEIS



Die Einstellungen der Pickup Signale sind in der TA 1502-0072 – SPA24 detailliert dokumentiert.

5.1 Nockenwellen/Reset-Signal

Das Nockenwellen/Reset-Signal ist ein synthetisches Signal das vom SPA24 aus dem Signal vom Nockenwellenpickup und dem Reset-Signal von der Kurbelwelle generiert wird.

Signifikant für die Berechnung der Kurbelwellenposition ist die negative Flanke dieses digitalen Signals, die dem Nulldurchgang des analogen Reset-Signals entspricht. Die Position dieser Flanke wird bezogen auf den oberen Totpunkt des ersten Zylinders im Parametermanager eingestellt, wobei positive Werte, wie bei Zündsystemen üblich, den Bereich vor dem oberen Totpunkt und negative Werte den Bereich nach dem oberen Totpunkt des ersten Zylinders angeben.

Die negative Flanke des Eingangs wird durch kurzes Aufleuchten der CAM LED am SAFI visualisiert.

Einstellung der Reset Position

Maschinen von INNIO Jenbacher GmbH & Co OG haben im Normalfall eine Resetposition im Bereich von 45 – 95 °KW vor dem oberen Totpunkt. Die genaue Position dieses Signals muss SAFI über den Parameter Reset Position in der Parameterliste SAFI mitgeteilt werden, der mögliche Einstellbereich beträgt -360 °KW bis 360 °KW.

Nach dem erstmaligen Starten des Motors oder bei Umbauten die die Position des Reset-Pickups verändern, muss mit einer Zündlichtlampe der Zündzeitpunkt am Motor mit dem Wert des Zündzeitpunkts auf der Motorsteuerung abgeglichen werden. Sollte der angezeigte Wert nicht mit der tatsächlichen Angabe auf der Schwungscheibe übereinstimmen, so muss der Motor abgestellt, der Wert für das Rückstellsignal korrigiert und der Zündzeitpunkt erneut kontrolliert werden.

HINWEIS



Der Motor darf erst nach Überprüfung des Zündzeitpunkts in den Lastbetrieb wechseln!

5.2 Signal vom Schwungrad (Trigger-Signal)

SAFI benötigen vom Schwungrad zwischen 50 und 500 Impulse pro Umdrehung (Trigger-Signal) um die Drehzahl und die genaue Winkelposition der Zylinder errechnen zu können.

Die positive Flanke des Eingangs wird durch kurzes Aufleuchten der TRIGGER LED am SAFI visualisiert.

6 Implementierung in die Motorsteuerung

Funktionsabhängig ist manchen Abstellungen und Warnungen eine Betriebsmeldung mit Informationen über den Zylinder bzw. SAFI zugeordnet. Nach Auftreten einer Abstellung oder Warnung werden die zugeordneten Betriebsmeldungen nacheinander mit einem zeitlichen Abstand von einigen Sekunden eingetragen.

Im aktuellen Alarmmanagement ist nur die Betriebsmeldung des letzten Zylinders aufgelistet. Die Betriebsmeldungen aller Zylinder sind aus den historischen Alarmen ersichtlich.

6.1 Parametermanager

Der SAFI-Parametermanager beeinflusst folgende Parameterlisten:

SAFI:

- Aktivierung der Funktionen
- Reset Position
- Zündzeitpunktüberwachung

Abgas:

- Aktivierung der Überwachungen
- Grenzwerte

Motordaten:

- Aktivierung SAFI

Zündspannungsmessung:

- Aktivieren der Überwachung
- Grenzwerte

Antiklopf:

- Aktivierung und Einstellung Klopfregler
- Einstellung Klopfkennung
- Einstellung Ventilgeräuscherkennung
- Einstellung Mechanisches Geräusch
- Zylindereinzelfreigabe
- Zündzeitpunktverstellung global

Zündung

- Aktivierung der Aussetzersteuerung
- Grenzwert Überdrehzahl
- Grenzwerte Zündzeitpunkt
- MORIS Energieeinstellung
- MORIS Ausgangsüberwachung
- MORIS Spulentyp
- MORIS Netzteilleistung

6.2 Alarmbelegleitwerte

Bei allen zylinderspezifischen Fehlermeldungen und Warnungen werden die betroffenen Zylinder in einer zusätzlichen Betriebsmeldung, die als Alarmbegleitwert bezeichnet wird, angezeigt.

In der aktuellen Alarmliste wird dabei die Fehlermeldung oder Warnung und zusätzlich eine Betriebsmeldung angezeigt. In der historischen Alarmliste sind alle betroffenen Zylinder in jeweils einer eigenen Betriebsmeldung dargestellt. In der DIANE XT wird die Nummer der Zylinder direkt neben die Betriebsmeldung geschrieben, in der DIANE WIN ist die Nummer des Zylinders durch Doppelklick auf die jeweilige Betriebsmeldung ersichtlich.

7 Funktionen

7.1 Allgemeine Funktion

7.1.1 Beschreibung der allgemeinen Funktionen

Als allgemeine Funktionen werden jene Funktionalitäten bezeichnet, die zum Betrieb und zur Überwachung von SAFI, unabhängig von der zugeordneten Aufgabe, benötigt werden.

7.1.1.1 Pickup-Überwachung

SAFI generiert aus den Pickup Signalen die aktuelle Position der Kurbel- und Nockenwelle mit einer Genauigkeit von 0,1 °KW. Um fehlerhafte Zustände durch falsche Pickup Signale zu vermeiden, werden diese auf

- Das Vorhandensein des Trigger und des synthetischen Nockenwellen/Reset-Signals überwacht
- Die Zähnezahzahl zwischen zwei synthetischen Nockenwellen/Reset Impulsen überwacht
- Die Zeit von einem Zahn zum nächsten überwacht, wodurch fehlende Zähne und Störsignale erkannt werden.

Um die Fehlersuche zu erleichtern, wird beim Auftreten eines Pickup-Fehlers, die Zähnezahzahl die zwischen dem letzten synthetischen Nockenwellen/Reset Impuls und dem fehlerhaften Pickup Impuls festgestellt wurde, im Bild System – SAFI dargestellt. Zu beachten ist, dass sich der angezeigte Wert auf die Kurbelwelle bezieht, die je Motorzyklus zweimal durchlaufen wird.

Durch Zählen der Starterzahnkranzzähne vom Reset ausgehend, kann der fehlerhafte Zahn gefunden werden.

Durch Defekte im Hochspannungskreis können Störimpulse der Zündung ebenfalls ein Fehldetektion von Pickup-Signalen verursachen. Durch untenstehende Formel und der Zündreihenfolge des jeweiligen Motors kann die Kurbelwellenwinkelposition, bezogen auf den Totpunkt des 1. Zylinders, berechnet werden.

$$\text{(Zähnezahzahl beim Ausfall x } \frac{360^\circ \text{ KW}}{\text{Motorzähnezahzahl}} \text{ - Reset Position)}$$

7.1.1.2 Hardwareüberwachung

Unterstützt die aufgebaute Hardware die ausgewählte Funktion nicht oder liegt geräteintern eine Fehlfunktion vor, wird dieser Fehler ausgegeben.

7.1.1.3 CAN Kommunikation

Vor dem Motorstart müssen alle SAFI mit der Steuerung kommunizieren. Ein Ausfall der CAN Kommunikation führt nach 25 s zu einer Alarmmeldung und im Betrieb wird der Motor abgestellt.

SAFI beobachtet die Signale auf dem CAN Bus. Um Probleme am CAN Bus frühzeitig zu erkennen, ist die Warnung CAN Fehlerrate hoch vorhanden. Diese Meldung signalisiert eine überdurchschnittlich hohe Anzahl von fehlerhaften Protokollen am CAN Bus.

HINWEIS

SAFI erkennt die fehlerhaften Protokolle, jedoch kann die Ursache für die fehlerhaften Protokolle auch bei anderen Teilnehmern liegen!

7.1.1.4 Softwareüberwachung

Die aktuellen Softwarestände der einzelnen Geräte werden im Bild System – SAFI dargestellt.

Ist die Software auf mindestens einem SAFI nicht mit der Software der Motorsteuerung kompatibel, so wird eine Alarmmeldung generiert.

Sind auf einem Motor SAFIs mit unterschiedlicher Softwareversion aufgebaut, so wird dies über eine Warnung signalisiert. Unterschiedliche aber kompatible Softwareversionen können am Motor miteinander betrieben werden, jedoch wird ein Update auf dieselbe Softwareversion empfohlen. Auf welche Software upgedated wird, ist unter Rücksprache mit INNIO Jenbacher GmbH & Co OG zu entscheiden.

7.1.1.5 Überwachung der Elektroniktemperatur

SAFI misst die interne Elektroniktemperatur, die um bis zu 10 K höher als die Gehäusetemperatur sein kann. Überschreitet die interne Temperatur 95 °C, so ist die maximal zulässige Umgebungstemperatur überschritten und es wird eine Warnung generiert.

HINWEIS

Eine Überschreitung der maximalen Umgebungstemperatur führt bei längerem Betrieb zu einem Ausfall des SAFI und ist daher zu vermeiden!

Die aktuellen Elektroniktemperaturen aller Zylinder sind im Bild System – SAFI dargestellt und werden in einem Langzeittrend aufgezeichnet.

7.1.1.6 Parameterüberwachung

SAFI erkennt, abhängig von der eingestellten Funktionalität, das Vorhandensein plausibler Parameter. Sind Parameter nicht plausibel, außerhalb des Wertebereichs oder wurden die Parameter noch nicht gesendet wird eine abstellende Störung generiert.

Werden im Motorbetrieb Parameter der Parameterliste SAFI verändert, wird der neue Wert zum Schutz des Motors nicht angenommen. Der Benutzer wird durch die Warnung "SAFI Parametrierung im Betrieb verboten" auf die Unwirksamkeit der Änderung hingewiesen. Der neue Wert wird erst beim nächsten Motorstart aktiv.

7.1.2 Parametrierung**7.1.2.1 Parameterliste Motordaten****SAFI**

Die Option SAFI kann über diesen Parameter aktiviert werden. Durch Aktivierung wird die Parameterliste SAFI und das Bild System – SAFI sichtbar.

Default-Wert: Ein

7.1.2.2 Parameterliste SAFI

Zündung

Die Option Zündung aktiviert SAFI als Zündungsansteuerung in Verbindung mit einer Zündungsendstufe.

Default-Wert: Ein

Zündspannung

Die Option Zündspannungsmessung aktiviert SAFI als Zündspannungsmessung und die Parameterliste Zündspannung– SAFI wird sichtbar.

Default-Wert: Ein

Abgastemperatur

Die Option Abgastemperaturmessung aktiviert SAFI als Messinstrument für die Abgastemperatur.

Default-Wert: Ein

Klopfen

Diese Option aktiviert **SAFI** als Klopferkennung. Bei dieser Option müssen SAFI mit Klopfensoren verwendet werden.

Default-Wert: Ein

OCA

Die Funktion OCA (optische Aussetzererkennung) ist für SAFI nicht freigegeben.

Default-Wert: Aus

Reset Position

Dieser Parameter wird gemäß TA 1502-0072 – SPA24 am Motor eingestellt.

Default-Wert: 50,0°KW

J624 Default-Wert: 48,5°KW

Zündzeitpunkt Toleranz Überprüfung

Ist dieser Parameter aktiviert, misst SAFI den Unterschied des Zündzeitpunkts zwischen SAFI und dem Zündsystem. Da SAFI in der derzeitigen Konfiguration die Zündung ansteuert ist dieser Parameter derzeit deaktiviert.

Default-Wert: Aus

Zündzeitpunkt Toleranz

Dieser Parameter gibt die Toleranz der Abweichung des Zündzeitpunkts des Zündsystems zum SAFI an. Da SAFI in der derzeitigen Konfiguration die Zündung ansteuert ist dieser Parameter derzeit deaktiviert.

Default-Wert: 50,0°KW

7.1.3 Anzeigen

Das Bild SAFI unter System visualisiert die Systemdaten aller SAFI.

Die Systemdaten sind:

- Hardwareversion

In der Hardwareversion sind Informationen zur Version (Vorkommastelle) und Ausführung der Hardware (Nachkommastelle) enthalten. Die Vorkommastelle wird bei jedem Redesign inkrementiert. Die Nachkommastelle gibt die unterschiedlichen Bestückungsvarianten SAFI mit KLS Funktion oder SAFI mit DMR Funktion an.

Folgende Tabelle gibt die Zuordnung der Nachkommastelle zur Bestückungsvariante an.

Hardwareversion	Bestückungsvariante
x.064	SAFI mit KLS Funktion und Thermoelementsensoren
x.192	SAFI mit DMR Funktion und Thermoelementsensoren
x.080	SAFI mit KLS Funktion, Thermoelementsensoren und PI Ansteuerung *)
x.208	SAFI mit DMR Funktion, Thermoelementsensoren und PI Ansteuerung *)

*) Die PI Ansteuerung wird für den J920 Motor benötigt

Wird über die Parametrierung eine Funktion angefordert, die von SAFI nicht unterstützt wird, so wird die Alarmmeldung SAFI Hardwarefehler ausgegeben.

- Firmwareversion
- Betriebsstunden
- Seriennummer
- Produktionsdatum
- Elektroniktemperatur
- Zähne Fehler

Um die Fehlersuche zu erleichtern, wird beim Auftreten eines Pickup-Fehlers die Zähnezahl, die zwischen dem letzten synthetischen Nockenwellen-/Reset-Impuls und dem fehlerhaften Pickup-Impuls festgestellt wurde, dargestellt.

- Filterversion

Die Filterversion beschreibt die in der Firmware implementierte Version der Filter für die Piezosensoren.

7.1.4 Trenddarstellung

Die Elektroniktemperaturen werden im Langzeittrend SAFI über 12 Monate festgehalten, wobei die Auflösung 0,5 h beträgt.

7.1.5 Betriebsmeldungen

Meldungsnummer	Meldung	Beschreibung
B3270	SAFI Hardwarefehler Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit Hardwarefehler
B3271	SAFI CAN Kommunikation gestört Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI ohne CAN Kommunikation
B3272	SAFI falsche Software Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit nicht kompatibler Software
B3273	SAFI Parameter Fehler Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit Parameter Fehler
B3276	SAFI Ausfall Trigger Pickup Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit Trigger Pickup Ausfall

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung
B3277	SAFI Ausfall Nockenwellen/ Reset Pickup Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit Nockenwellen/ Reset Pickup Ausfall
B3284	SAFI Softwareversionen nicht identisch Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit unterschiedlicher Softwareversion, es werden immer mindestens zwei SAFI angezeigt, da die Motorsteuerung nicht entscheiden kann, welche die Richtige ist.
B3291	SAFI Parametrierung im Betrieb verboten Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI bei der die Parametrierung verboten ist.
B3292	SAFI CAN Fehlerrate zu hoch Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit überhöhter CAN Fehlerrate
B3293	SAFI Elektroniktemperatur zu hoch Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit zu hoher Elektroniktemperatur

7.1.6 Warnungen

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung/Lösung
W3531	SAFI CAN Fehlerrate zu hoch	<p>Die Meldung wird ausgegeben, wenn eine überdurchschnittlich hohe Anzahl von Error Frames am CAN Bus festgestellt wurde. Error Frames sind missglückte Kommunikationsversuche, die wiederholt werden müssen, wodurch sich die CAN Bus Auslastung erhöht.</p> <p>Da die Auswertung der Fehlerrate nicht in jedem Gerät des CAN Bus Kreises inkludiert ist, können die Error Frames auch von einem anderen Gerät erzeugt werden.</p> <p>Error Frames werden durch elektromagnetische Störungen, eine fehlerhafte Verkabelung (z.B. zu lange Leitung, falsche Leitung, schlechte Abschlusswiderstände, Nebenschlüsse) oder ein fehlerhaftes Gerät hervorgerufen.</p> <p>Detaillierte Informationen zum CAN Bus und dessen Fehlerbehebung sind der TA 1531-0012 CAN Bus am INNIO Jenbacher GmbH & Co OG Motor zu entnehmen.</p>
W3533	SAFI Softwareversionen nicht identisch	<p>Die Softwarestände der einzelnen SAFI sind nicht identisch aber kompatibel.</p> <p>Ein Update auf identische Softwarestände wird empfohlen, welche Software verwendet werden muss, ist unter Rücksprache mit INNIO Jenbachernode:1801439856539610710081007 zu entscheiden.</p>
W3535	SAFI Parametrierung im Motorbetrieb verboten	<p>Werden im Motorbetrieb Parameter der Parameterliste SAFI verändert, wird der neue Wert zum Schutz des Motors nicht angenommen. Der Benutzer wird durch diese Warnung auf die Unwirksamkeit der Änderung hingewiesen.</p> <p>Der Motor muss abgestellt werden, beim nächsten Motorstart sind die Änderungen wirksam.</p>

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung/Lösung
W3539	SAFI Elektroniktemperatur zu hoch	<p>Überschreitet die Gehäuse- und somit die Umgebungstemperatur 85 °C, so ist die maximal zulässige Umgebungstemperatur überschritten und diese Warnung wird generiert.</p> <p>Die internen Gerätetemperaturen aller SAFI sind im Bild System – SAFI angeführt. Bei der SAFI1 wird die Warnung bei einer Elektroniktemperatur von 86°C ausgegeben. Bei der SAFI2 wird aufgrund der höheren Eigenerwärmung der Elektronik die Warnung bei einem Wert von 102°C ausgegeben.</p> <p>Bei einer erreichten Umgebungstemperatur von 95°C wird die SAFI mit einem SAFI Hardwarefehler abgeschaltet und öffnet die Sicherheitsschleife.</p> <p>Ist die Elektroniktemperatur an einem SAFI zu hoch, so ist die Umgebung des SAFI auf eventuelle Wärmequellen (Undichte Abgasleitungen, Turbolader, ...) zu untersuchen und die Ursache zu beheben.</p> <p>Sofern auf dem gesamten Motor hohe bzw. überhöhte Elektroniktemperaturen feststellbar sind, so ist das Lüftungskonzept zu optimieren bzw. für SAFI eine Zusatzlüftung vorzusehen.</p>

7.1.7 Fehlermeldungen

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung/Lösung
A3330	SAFI Hardwarefehler	<p>Die Hardware ist entweder nicht mit der Parametrierung der Motorsteuerung kompatibel oder defekt.</p> <p>Die Parameter der Parameterliste SAFI sind mit den tatsächlich verbauten Geräten zu vergleichen.</p> <p>Sind die Parameter in Ordnung ist das Gerät zu ersetzen.</p>
A3331	SAFI CAN Kommunikation gestört	<p>Besteht zu einem oder mehreren SAFI über 25 s keine Kommunikation, wird diese Fehlermeldung generiert.</p> <p>Die Ursache kann ein fehlerhaftes Gerät, eine fehlerhafte CAN Bus Verkabelung oder eine fehlende Spannungsversorgung des SAFI sein.</p> <p>Detaillierte Informationen zum CAN Bus und dessen Fehlerbehebung sind der TA 1531-0012 CAN Bus am INNIO Jenbachernode:1801439856539610710081007 Motor zu entnehmen.</p>
A3332	SAFI falsche Software	<p>Die Softwareversionen von Motorsteuerung und SAFI sind nicht kompatibel.</p> <p>Sofern die Hardware kompatibel ist (siehe Hardwarefehler), kann durch ein Update der SAFI Software oder der Motorsteuerungssoftware Kompatibilität hergestellt werden.</p>
A3333	SAFI Parameter Fehler	<p>Sind Parameter nicht plausibel, außerhalb des Wertebereichs oder wurden die Parameter noch nicht gesendet wird ein Parameterfehler generiert.</p> <p>Alle SAFI Parameter sind zu kontrollieren</p>

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung/Lösung
A3336	SAFI Ausfall Trigger Pickup	<p>Es wurde ein Problem mit dem Trigger-Signal erkannt.</p> <p>Die Pickup sind gemäß TA 1502-0072 – SPA24 einzustellen.</p> <p>An jedem SAFI und SPA24 blinkt eine TRIGGER LED, wenn ein Pickup Signal detektiert wird. Im Fehlerfall sind diese Anzeigen hilfreich, um den Ausfall eines Signals zu kontrollieren.</p>
A3337	SAFI Ausfall Nockenwellen/Reset Pickup	<p>Es wurde ein Problem mit dem synthetischem Nockenwelle/Reset Signal erkannt.</p> <p>Die Pickup sind gemäß TA 1502-0072 – SPA24 einzustellen.</p> <p>An jedem SAFI und SPA24 blinkt eine CAM LED, wenn ein Pickup Signal detektiert wird. Im Fehlerfall sind diese Anzeigen hilfreich, um den Ausfall eines Signals zu kontrollieren.</p>

7.2 Funktion KLS

7.2.1 Beschreibung der Funktion

Als Funktion KLS werden die von der Piezosensorik generierten Informationen zu Klopfgeräuschen und Ventilgeräuschen bezeichnet.

Die Funktion KLS basiert auf dem bewährten Prinzip des KLS98, die Parameterbezeichnung ist gleich dem KLS98. Die Grenzwerte können sich jedoch aufgrund eines anderen Frequenzverhaltens des Eingangskreises unterscheiden.

Grundlage der Funktion KLS ist eine Fensterung des Motorzyklus in unterschiedliche Messbereiche, wobei einerseits die Verbrennungsgeräusche auf Klopfgeräusche und andererseits die mechanischen Geräusche auf Defekte im Ventiltrieb ausgewertet werden.

Unterschiede zum KLS98

Durch die Verwendung eines höherwertigen digitalen Signalprozessors liegen die Ventilgeräusche bei SAFI höher als beim KLS98. Dies liegt daran, dass SAFI gegenüber KLS98 eine linearere Frequenzkurve besitzt und daher die hohen Frequenzen der Ventilgeräusche wiedergibt. Diese Eigenschaft wird in der Festlegung der Grenzwerte berücksichtigt.

Bei den niedrigeren Frequenzen der Klopfgeräusche sind die Abweichungen vernachlässigbar klein, die Klopfgeräusche des SAFI entsprechen den gemessenen Klopfgeräuschen des KLS98.

7.2.2 Parametrierung

Allgemeine Klopfparameter

Alle Parameter sind in der Parameterliste Antiklopf – KLS98/SAFI hinterlegt.

KLS98 Position Reset Impuls

Diese Position des Reset Impulses wird **nur beim KLS98 verwendet**, für SAFI wird die Position des Reset Impulses in der Parameterliste SAFI parametrierung.

Baureihe 4 Default-Wert: -123°KW

Baureihe 6 Default-Wert: -144°KW

Winkelfenster Beginn Klopfgeräusch

Dieser Parameter gibt den Beginn der Verbrennungsanalyse bezogen auf den oberen Totpunkt des jeweiligen Zylinders an.

Default-Wert: 0°KW

Winkelfenster Breite Klopfgeräusch

Dieser Parameter gibt die Dauer der Verbrennungsanalyse ausgehend vom Parameter „Winkelfenster Beginn Klopfgeräusch“ an.

Baureihe 4 Default-Wert: 50°KW

Baureihe 6 Default-Wert: 45°KW

Winkelfenster Beginn Ventilgeräusch

Dieser Parameter gibt den Beginn der Analyse der Ventilgeräusche bezogen auf den oberen Totpunkt des jeweiligen Zylinders an.

Der Parameter muss so gewählt werden, dass keine Überschneidung mit dem Winkelfenster für das Klopfgeräusch bezogen auf den Verbrennungszyklus auftritt.

Baureihe 4 Default-Wert: 70°KW

Baureihe 6 Default-Wert: 60°KW

Winkelfenster Breite Ventilgeräusch

Dieser Parameter gibt die Dauer der Analyse der mechanischen Geräusche ausgehend vom Parameter „Winkelfenster Beginn Ventilgeräusch“ an.

Der Parameter muss so gewählt werden, dass keine Überschneidung mit dem Winkelfenster für das Klopfgeräusch bezogen auf den Verbrennungszyklus auftritt.

Baureihe 4 Default-Wert: 630°KW

Baureihe 6 Default-Wert: 660°KW

Winkelfenster Beginn mechanisches Geräusch

Dieser Parameter ist für eine Zweiteilung des Ventilgeräusches in getrennte Überwachung der Ein- und Auslassventile vorgesehen, die Funktion ist nicht aktiv.

Baureihe 4 Default-Wert: 80°KW

Baureihe 6 Default-Wert: 50°KW

Winkelfenster Breite mechanisches Geräusch

Dieser Parameter ist für eine Zweiteilung des Ventilgeräusches in getrennte Überwachung der Ein- und Auslassventile vorgesehen, diese Funktion ist nicht aktiv.

Baureihe 4 Default-Wert: 620°KW

Baureihe 6 Default-Wert: 660°KW

Grenzwert Messsignalstörung

Ab Motorhalblast müssen alle Messwerte für die Ventilgeräusche diesen Wert überschritten haben, andernfalls wird das Messsignal von SAFI nicht richtig erfasst.

Baureihe 4 Default-Wert: 50 mV

Baureihe 6 Default-Wert: 30 mV

Klopfen Filterfunktion

Mit diesem Parameter wird die digitale Filterfunktion für die Klopfsignale ausgewählt.

Baureihe 4 Default-Wert: 1

Baureihe 6 Default-Wert: 4

Grenzwert Klopfen

Der Parameter gibt an, ab welchem Pegel eine Verbrennung als klopfende Verbrennung gilt. Die Motorsteuerung optimiert ausgehend von diesem Grenzwert die Motorregelung und generiert bei der Gefahr einer Beschädigung des Motors eine Abstellung.

Baureihe 4 Default-Wert: 1.200 mV

Baureihe 6 Default-Wert: 500 mV

Grenzwert Ventilgeräusch

Der Grenzwert gibt das im Betrieb maximal zulässige Ventilgeräusch an. Eine Überschreitung deutet auf einen Defekt hin und führt zu einer Motorabstellung.

Baureihe 4 Default-Wert: 10.000 mV

Baureihe 6 Default-Wert: 8.000 mV

Grenzwert mechanisches Geräusch

Dieser Grenzwert ist für eine Zweiteilung des Ventilgeräusches vorgesehen, diese Funktion ist nicht aktiv.
Default-Wert: 8.000 mV

Zündzeitpunktverstellung global

Bei aktiver Zündzeitpunktverstellung global ist der gesamte Motor auf denselben Zündzeitpunkt eingestellt. Der Zylinder mit dem spätesten Zündzeitpunkt bestimmt den Zündzeitpunkt des gesamten Motors.

Default-Wert: Aus

Freigabeoptionen Zylinder 1 bis 24

Mit diesen Parametern werden die Freigaben jeder Zylinderüberwachung einzeln eingestellt. Dabei sind folgende Einstellungen möglich:

- 0 – Piezo aus: Die Funktionen KLS ist deaktiviert.
- 1 – Piezo ein: Die Funktionen KLS ist aktiviert.

Default-Wert: 1 bis zur Anzahl der Zylinder des Motors / 0 für Zylinder oberhalb der Anzahl der Zylinder.

HINWEIS

Wird die Funktion Piezo deaktiviert, ist die Klopf- und Ventilgeräuschüberwachung für diesen Zylinder inaktiv, obwohl die Messwerte angezeigt werden!

7.2.3 Anzeigen

Die von SAFI ausgegebenen Messwerte der Verbrennungsgeräusche werden im Bild Motorregler – Antiklopf – Klopfgeräusch und die von der Motorsteuerung aus den Messwerten berechneten Klopfstärken im Bild Motorregler – Antiklopf – Klopfstärke dargestellt.

Die von SAFI ausgegebenen Messwerte der mechanischen Geräusche werden im Bild Details – Ventilgeräusche dargestellt.

7.2.4 Trenddarstellung

In den Trends „Klopfintensitäten“ und „Klopfintensitäten – Abstimmung“ werden die Klopfintensitäten in einem Kurzzeittrend über 1 Stunde festgehalten, wobei die Auflösung 1 Sekunde beträgt.

7.2.5 Betriebsmeldung

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung
B3279	Klopfstörung Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit Klopfstörung
B3281	Ventilgeräusch Zylinder Maximum	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit Abstimmung aufgrund von überhöhtem Ventilgeräusch
B3282	Messsignalstörung Klopfsensor Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit Messsignalstörung

7.2.6 Warnungen

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung
W3541	Messsignalstörung Klopfsensor	Bei Überschreiten der Motorhalblast wird überprüft, ob die Messwerte für das Ventilgeräusch den parametrierten Wert für die Messsignalstörung überschritten haben. Wird der Wert nicht innerhalb von 3 s überschritten, wird diese Meldung generiert. Der Piezosensor ist nicht richtig montiert oder das Gerät ist defekt (z.B. Kabelbruch des Sensors)

7.2.7 Fehlermeldungen

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung
A3339	Klopfstörung	Die Motorsteuerung erkennt einen für den Motor gefährlichen Zustand aufgrund eines Klopfgeräusches oder mechanischen Fehlers. Die Abstellung verhindert eine mechanische Beschädigung durch klopfende Verbrennung. Diese Abstellung ist vielschichtig und kann durch einen mechanischen Schaden, eine fehlerhafte Gemischbildung, Glühzündungen, Aussetzer oder Zündungsprobleme verursacht werden. Bei dieser Abstellung muss immer die Ursache der Abstellung untersucht und behoben werden, bevor der Motor wieder gestartet wird. Bitte beachten Sie die zusätzlichen Informationen in Anhang 1 dieses Dokuments.
A3341	Ventilgeräusch Maximum	Der Grenzwert für das Ventilgeräusch wurde überschritten. Meist deutet diese Abstellung auf ein mechanisches Problem im Zylinderkopf (Ventil, Lager, ...) hin. Bei dieser Abstellung muss immer die Ursache der Abstellung untersucht und behoben werden, bevor der Motor wieder gestartet wird. Bitte beachten Sie die zusätzlichen Informationen in Anhang 1 dieses Dokuments. Falls die Grundursache unklar ist, sind alle Zylinder mit einem Endoskop zu überprüfen.
A3342	Messsignalstörung Klopfsensor	Bei Überschreiten der Motorhalblast wird überprüft, ob die Messwerte für das Ventilgeräusch den parametrierten Wert für die Messsignalstörung überschritten haben. Wird an mehr als 50 % der verbauten Geräte der Wert nicht innerhalb von 3 s überschritten, wird diese Meldung generiert. Der Piezosensor ist nicht richtig montiert oder das Gerät ist defekt (z.B. Kabelbruch des Sensors)

7.3 Funktion DMR

7.3.1 Beschreibung der Funktion

Als DMR- Funktion (Druckgeführte Motorregelung) wird die Regelung über die von den Zylinderdrucksensoren generierten Informationen aus der Druckkurve bezeichnet.

Grundlage der Funktion DMR ist die Auswertung definierter Bereiche der Druckkurve während des Zündevents. Durch die in der SAFI implementierten Algorithmen ist es möglich verschiedene Auswertungen parallel durchzuführen. Die Möglichkeiten über die DMR Funktion sind im Vergleich zur KLS Funktion entscheidend höher, da man in jedem Zyklus die Druckkurve auswertet und mit der Regelung auf Veränderungen im Druckverlauf reagieren kann.

Aktuell besteht die DMR Funktion aus den folgenden Algorithmen:

- Klopfen
- Druckmaximum
- Glühzünden
- Aussetzer
- Sensorstörung
- IMEP
- AI50%

Detaillierte Informationen zu den Zylinderdrucksensoren für die DMR sind in der Wartungsanleitung IW 8058 A0 enthalten.

7.3.2 Parametrierung

Die Funktion DMR wird im Bild Parameter – SAFI – DMR aktiviert/deaktiviert.

Allgemeine DMR-Parameter

Start des Druckfensters

Der Start der Fensterung für die Auswertung der Druckkurve wird über einen Parameter definiert.

Default- Wert: 310°KW

Hochdruckfenster

Die eigentliche Auswertung findet aus den Werten aus dem Hochdruck Fenster statt. Es ist auf eine Länge von 100°KW fixiert und beinhaltet 1000 Werte. Somit ergibt sich eine Auflösung von 0,1°KW.

Grenzwert Klopfen

Zündzeitpunktverstellung global

Bei aktiver Zündzeitpunktverstellung global ist der gesamte Motor auf denselben Zündzeitpunkt eingestellt. Der Zylinder mit dem spätesten Zündzeitpunkt bestimmt den Zündzeitpunkt des gesamten Motors.

Zündzeitpunktverstellung lokal

Bei verschiedenen Regelungen der DMR wird der Zündzeitpunkt zylinderselektiv geregelt.

Detaillierte Informationen der Parametrierung sind in der TA Druckgeführte-Motor-Regelung zu finden.

7.3.3 Anzeigen

Die von SAFI ausgegebenen Messwerte der Verbrennungsgeräusche werden im Bild Motorregler – Antiklopf – Klopfgeräusch dargestellt.

Die von der SAFI aus den Messwerten berechneten Klopfstärken werden im Bild Motorregler – Antiklopf – Klopfstärke dargestellt.

Die von der Motorsteuerung vorgegebenen Zündzeitpunkte werden im Bild Motorregler – Antiklopf – IP dargestellt.

Die von der SAFI aus den Messwerten berechneten effektiven Mitteldrücke werden im Bild Motorregler – Antiklopf – IMEP dargestellt.

Die von der SAFI aus den Messwerten berechneten Spitzendrücke werden im Bild Motorregler – Antiklopf – p-max dargestellt.

7.3.4 Trenddarstellung

In den Trends „Klopfintensitäten“ und „Klopfintensitäten – Abstimmung“ werden die Klopfintensitäten in einem Kurzzeittrend über 1 Stunde festgehalten, wobei die Auflösung 1 Sekunde beträgt.

In den Trends „Pmax“ werden die Spitzendrücke in einem Kurzzeittrend über 1 Stunde festgehalten, wobei die Auflösung 1 Sekunde beträgt.

Zusätzlich wird ein Langzeittrend über 1 Monat festgehalten, wobei die Auflösung 30 Sekunden beträgt.

In den Trends „IMEP“ werden die Spitzendrücke in einem Kurzzeittrend über 1 Stunde festgehalten, wobei die Auflösung 1 Sekunde beträgt.

Zusätzlich wird ein Langzeittrend über 1 Monat festgehalten, wobei die Auflösung 30 Sekunden beträgt.

In den Trends „Klopfintegrator“ werden die Daten des Klopfintegrators in einem Kurzzeittrend über 1 Stunde festgehalten, wobei die Auflösung 1 Sekunde beträgt.

In den Trends „AI_var“ werden die Werte zu einem definierten Umsatzpunkt in einem Kurzzeittrend über 1 Stunde festgehalten, wobei die Auflösung 1 Sekunde beträgt.

Zusätzlich wird ein Langzeittrend über 1 Monat festgehalten, wobei die Auflösung 30 Sekunden beträgt.

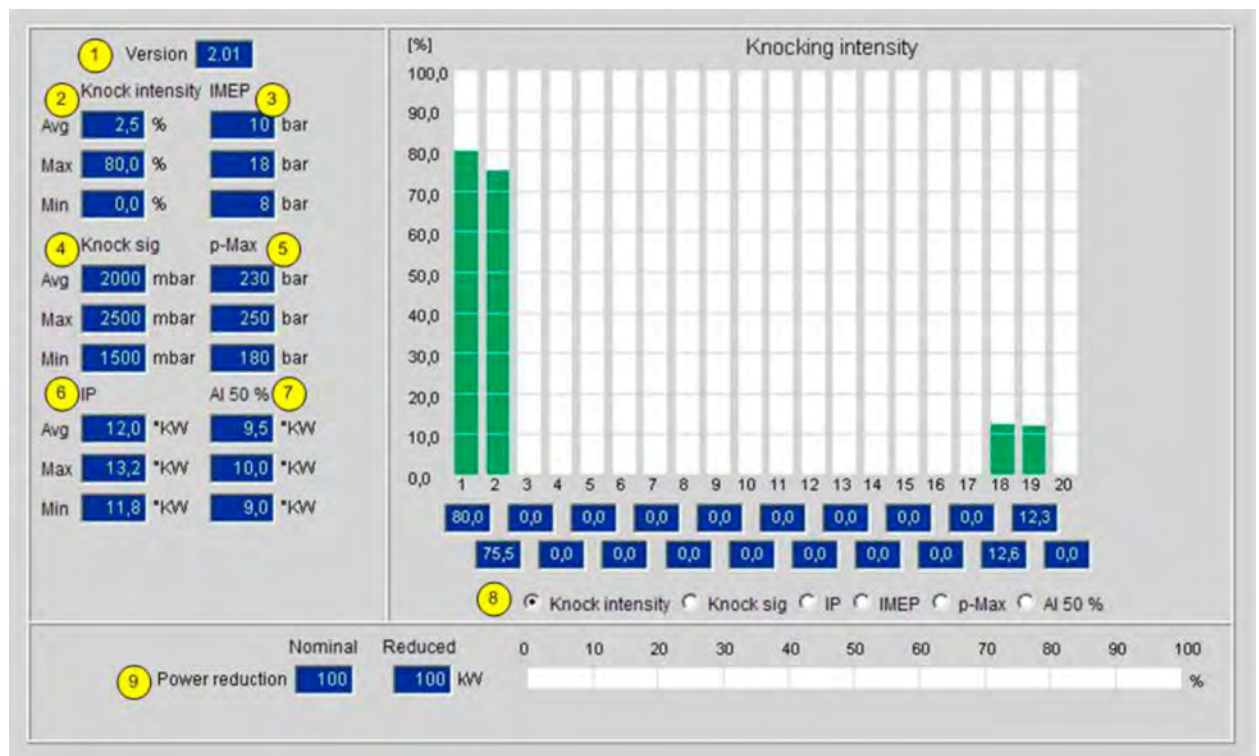
In den Trends „PowerActUnfilt“ wird die Wirkleistung in einem Kurzzeittrend über 1 Stunde festgehalten, wobei die Auflösung 1 Sekunde beträgt.

Zusätzlich wird ein Langzeittrend über 1 Monat festgehalten, wobei die Auflösung 30 Sekunden beträgt.

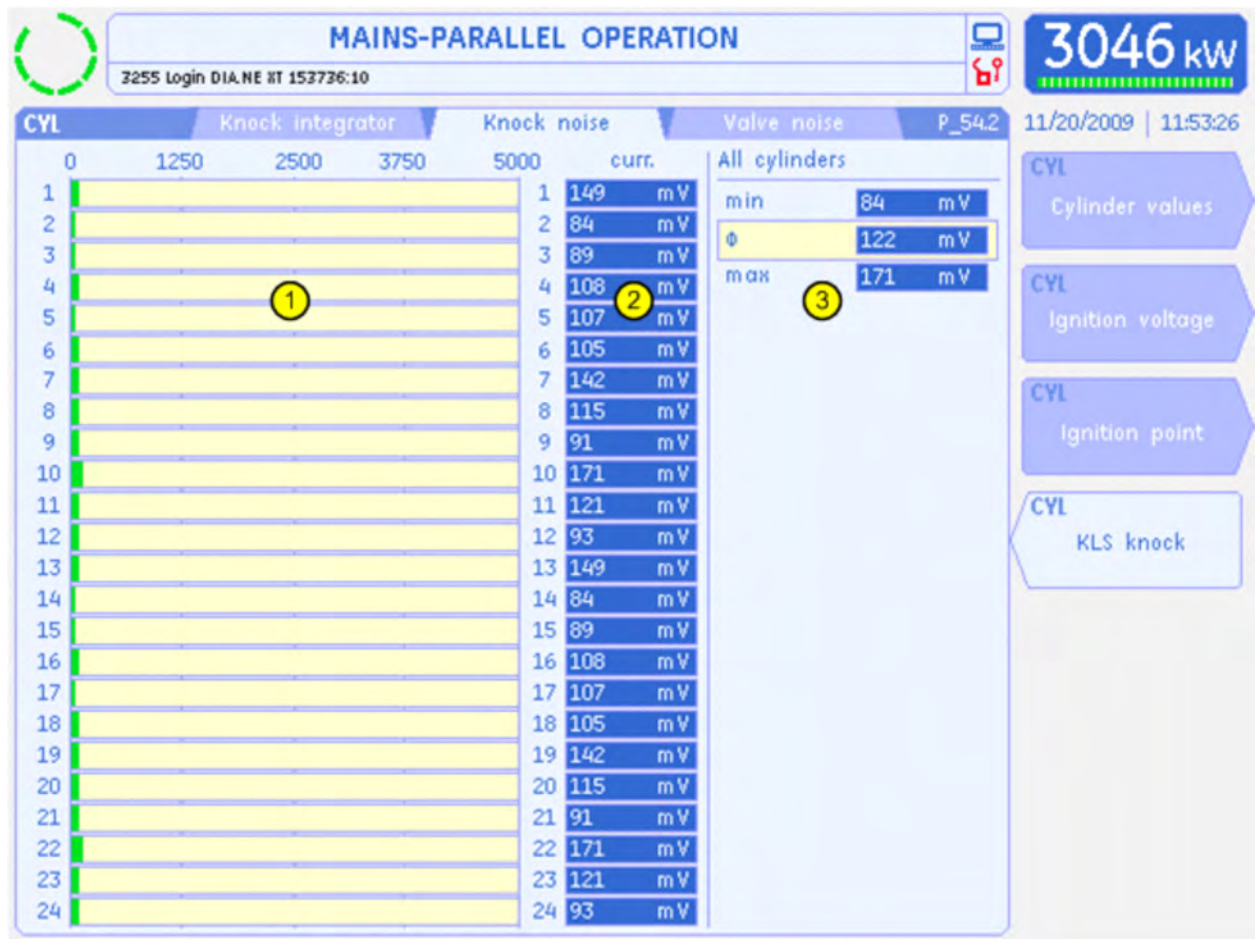
In den Trends „PressBoostUnfilt“ wird der Ladedruck in einem Kurzzeittrend über 1 Stunde festgehalten, wobei die Auflösung 1 Sekunde beträgt.

Zusätzlich wird ein Langzeittrend über 1 Monat festgehalten, wobei die Auflösung 30 Sekunden beträgt.

In den Trends „ZZPCyl“ wird der geregelte Zündzeitpunkt in einem Kurzzeittrend über 1 Stunde festgehalten, wobei die Auflösung 1 Sekunde beträgt.



Darstellung in DIA:NE WIN



Darstellung in DIA.NE XT3 / 3.2

7.3.5 Betriebsmeldungen

Meldungs-nummer	Meldung	Beschreibung
B3279	Klopfstörung Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit Klopfstörung
B2802	Messsignalstörung Zylinderdrucksensor	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit Messsignalstörung
B2151	Leistungsreduktion Sicherheitsleistung DMR	Anzeige der Zylinderposition mit Leistungsreduktion der Sicherheitsleistung
B2146	Leistungsreduktion durch DMR	Anzeige der Zylinderposition mit Leistungsreduktion
B2808	Maximale positive Abweichung vom Zylinderspitzenruck Mittelwert	Anzeige der Zylinderposition mit maximaler positiver Abweichung vom Mittelwert des Zylinderspitzenrucks
B2145	Zündzeitpunktreduktion durch DMR	Anzeige der Zylinderposition mit Zündzeitpunktreduktion aufgrund eines DMR- Messwerts
B2825	Zylinder Spitzenruck Maximum	Anzeige der Zylinderposition mit maximalem Spitzenruck

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung
B2826	Zylinder Spitzendruck Maximum	Anzeige der Zylinderposition mit maximalem Spitzendruck

7.3.6 Warnungen

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung
W2577	Messsignalstörung Klopfsensor	Bei Überschreiten der Motorhalblast wird überprüft, ob die Messwerte für den Spitzendruck den parametrisierten Wert für die Messsignalstörung überschritten haben. Wird der Wert nicht innerhalb von 3 s überschritten, wird diese Meldung generiert. Der Zylinderdrucksensor ist nicht richtig montiert oder das Gerät ist defekt (z.B. Kabelbruch des Sensors)
W2588	Zylinder Spitzendruck Maximum	Bei Überschreiten der Motorhalblast wird überprüft, ob die Messwerte für das p-max Signal den parametrisierten Wert für die Messsignalstörung überschritten hat. Wird der Wert nicht innerhalb von 3 s wieder unterschritten, wird diese Meldung generiert.

7.3.7 Fehlermeldungen

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung
A3339	Klopfstörung	Die Motorsteuerung erkennt einen für den Motor gefährlichen Zustand aufgrund eines Klopfgeräusches oder mechanischen Fehlers. Die Abstellung verhindert eine mechanische Beschädigung durch klopfende Verbrennung. Diese Abstellung ist vielschichtig und kann durch einen mechanischen Schaden, eine fehlerhafte Gemischbildung, Glühzündungen, Aussetzer oder Zündungsprobleme verursacht werden. Bei dieser Abstellung muss immer die Ursache der Abstellung untersucht und behoben werden, bevor der Motor wieder gestartet wird. Bitte beachten Sie die zusätzlichen Informationen in Anhang 1 dieses Dokuments.
A2262	Zylinder Spitzendruck Maximum	Die Motorsteuerung erkennt die Überschreitung der parametrisierten Maximalwerte des Spitzendrucks und somit einen für den Motor gefährlichen Zustand. Die Abstellung verhindert eine mechanische Beschädigung durch fehlerhafte Verbrennung.
A2214	Messsignalstörung Zylinderdrucksensor	Die SAFI detektiert eine Messsignalstörung und generiert die beschriebenen Betriebs- und Warnmeldungen. Sollten mehr als die Hälfte der jeweiligen Zylinder eine Messsignalstörung haben wird der Motor abgestellt.

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung
		Der Zylinderdrucksensor ist nicht richtig montiert oder das Gerät ist defekt (z.B. Kabelbruch des Sensors)
A2274	Maximale positive Abweichung vom Zylinderspitzenruck	Bei dieser Überprüfung wird die maximale Abweichung unter den Spitzendrucksignalen detektiert. Bei Überschreitung eines Schwellwertes wird der Motor aus Sicherheitsgründen abgestellt.

7.4 Funktion Port Injection

Die Port Injection beinhaltet eine zylinderselektive Regelung der Gasmenge über Magnetventile. Die Ansteuerung und Überwachung dieser Magnetventile, oder auch Port Injection Ventile werden von SAFI2 bzw. MORIS2 umgesetzt.

MORIS2 und SAFI2 sind Weiterentwicklungen zum MORIS/SAFI System und wurden um die Funktion der Ansteuerung und Überwachung der zylinderselektiven Gasdosierung (Port Injection) erweitert.

In der ersten Ausführung wird nur die Ansteuerung des Port Injection Ventils in die DIANE implementiert, das elektronische Vorkammergasventil (PCI) und das Vorkammergassicherheitsventil (PCS) werden nicht unterstützt.

Zur Diagnose der Funktion des PI Ventils wird von SAFI2 ein Rückmeldesignal, das dem tatsächliche Stromsignal durch das PI Ventil entspricht, ausgewertet.

7.4.1 Beschreibung der Funktion

Die Diagnose wird in drei Bereiche unterteilt:

Open Detection

Der Anstieg des Anzugstroms wird ausgewertet. Es wird erkannt, ob ein Ventil angeschlossen ist (Strom fließt) und ob die Verkabelung korrekt ist (kein Kabelbruch oder Kurzschluss).

Open Point Detection

Aus dem Verlauf des Anzugstromes wird ausgewertet, ob und wann das Ventil öffnet. Ist in der Serienanwendung nicht aktiviert.

Close Detection

Bei der Close Detection wird nach der regulären Öffnungssequenz (Gas-Einblaseereignis) und nach dem Schließen des Ventils jedoch vor dem Start der Zündung das korrekte Schließen des Ventils überprüft. Dazu wird kurz ein Stromsignal auf das Ventil aufgeschaltet und basierend auf dem Stromsignal ein fälschlicherweise geöffnetes Ventil erkannt.

Wird ein offenes Ventil erkannt, wird der Zündimpuls von SAFI2 unterdrückt und die Sicherheitsschleife geöffnet, wodurch eine Abstellung der Priorität 1 getriggert wird.

7.4.2 Parametrierung

7.4.2.1 Parametrierung der Ventilansteuerung

Die Parametrierung des Ventils wird in ventilspezifischen Parameterpaketen zusammengefasst.

Wenn vom Benutzer der Ventiltyp „1“ ausgewählt wird, werden alle Werte der Subvariablen unter dem Ventiltyp 1 geladen, wird der Ventiltyp „2“ ausgewählt, werden alle Werte der Subvariablen unter dem Ventiltyp 2 ausgewählt. Die Datenstruktur von Ventiltyp „1“ und „2“ bleibt unverändert, es ändern sich lediglich die Werte.

Inhalt:

Variable	Wert (anpassbar)
Name:	PI_config_file
Version	x.xx
Datum	23.06.2011
Ventiltyp	1-10

7.4.2.2 Parametrierung der Ventilüberwachung

Ventil Geschlossen-Detektion

Aktiviert/Deaktiviert die Funktion Close Detektion

In SAFI2 wird die Close Detektion über die Variable „PI close detection“ aktiviert

Fehlerrate für Ventil Öffnungszeitpunktdetektion

Die Open Point Detection wird deaktiviert, wenn die Variable „PI open point detection failure rate“ auf den Wert 0 gesetzt wird.

Wird diese Variable auf einen Wert zwischen 1 und 10 parametrierung, wird eine unterschiedliche Empfindlichkeit vorgegeben.

Fehlerrate für Ventil Öffnungsdetektion

Die Pull-In Current Detection oder auch Öffnungsdetektion wird deaktiviert, wenn die Variable „PI open detection failure rate“ auf den Wert 0 gesetzt wird.

Wird diese Variable auf einen Wert zwischen 1 und 10 parametrierung, wird eine unterschiedliche Empfindlichkeit vorgegeben.

7.4.3 Anzeigen

Die von SAFI ausgegebenen Messwerte des Öffnungszeitpunkts werden im Bild Motorregler – Port Injection – Öffnungszeitpunkt dargestellt.

Die von SAFI ausgegebenen Messwerte der Öffnungsdauer werden im Bild Motorregler – Port Injection – Öffnungsdauer dargestellt.

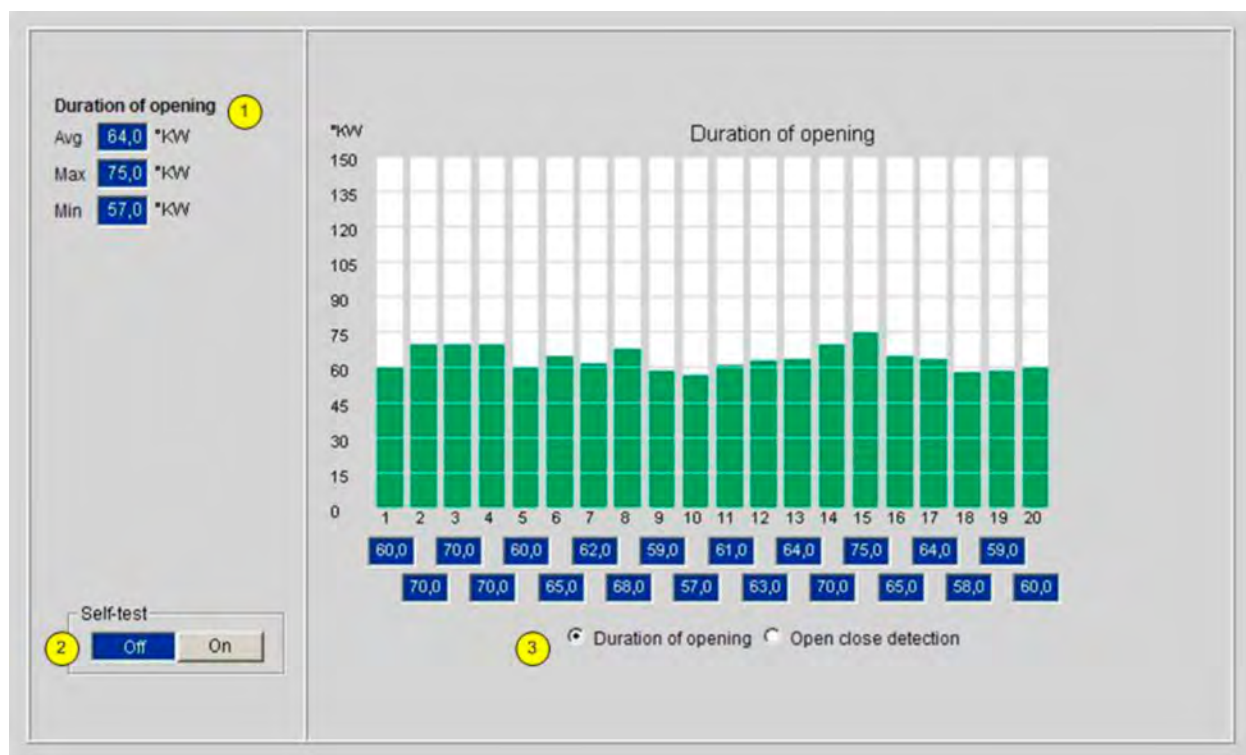
Die von SAFI ausgegebenen Messwerte des Gradienten der Close Detection werden im Bild Motorregler – Port Injection – Steigung geschl. Erkennung dargestellt.

Im Selbsttest wird zyklisch eine Close Detection auf allen Zylindern durchgeführt, um zu überprüfen, ob die PI Ventile geschlossen sind. Die gemessenen Werte werden im Bild Motorregler – Port Injection – Steigung geschl. Erkennung in Balken- und digitaler Form dargestellt. Im Selbsttest wird der Mittelwert, der minimale und maximale Wert dargestellt. Die aktuellen Werte sind Mittelwerte der letzten zehn Zündereignisse, der Maximalwert und Minimalwert ist der höchste/niedrigste aufgetretene Wert.

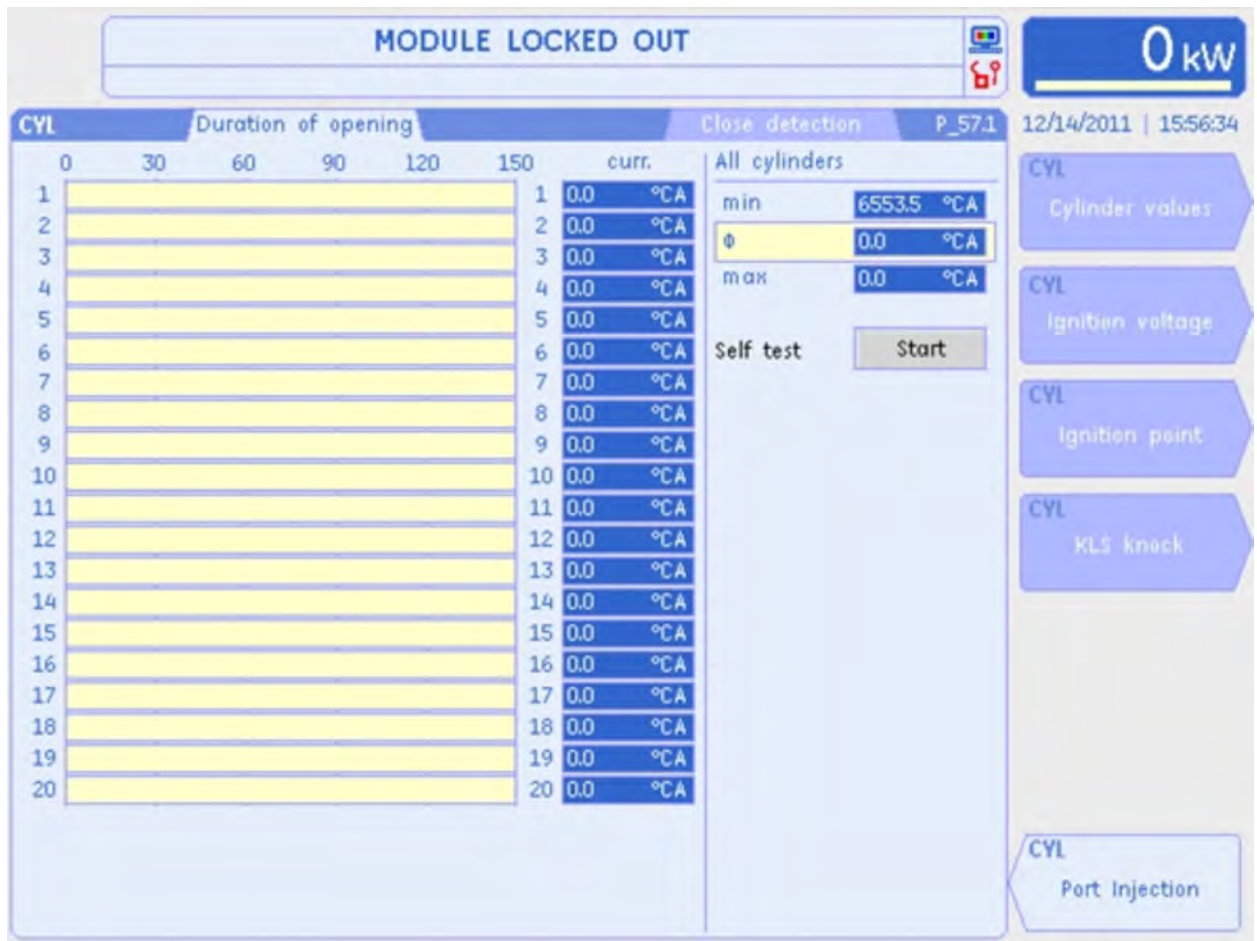
Diese Darstellungen sind nur sichtbar, wenn die jeweilige Funktion aktiviert ist.

7.4.4 Trenddarstellung

Für die aktuelle Version ist noch keine Trenddarstellung vorgesehen.



Darstellung in DIA.NE WIN



Darstellung in DIA.NE XT3

7.4.5 Betriebsmeldungen

Meldungs-nummer	Meldung	Beschreibung
B2814	Öffnungsdauer PI Maximum	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit maximaler Öffnungsdauer
B2815	Öffnungsdauer PI Minimum	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit minimaler Öffnungsdauer
B2816	PI Ein	Anzeige der Aktivierung der Port Injection Ventile
B2817	PI Aus	Anzeige der Deaktivierung der Port Injection Ventile
B2818	PI Fehler in Öffnungserkennung	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit maximaler Öffnungsdauer
B2819	PI Fehler bei Öffnungszeitpunkterkennung	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit fehlerhafter Öffnungsdauer
B2820	PI Ventil Fehler beim Schließen Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit maximaler Öffnungsdauer
B2823	PI deaktiviert Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit deaktivierter Port Injection

7.4.6 Warnungen

Meldungs-nummer	Meldung	Beschreibung/Lösung
W2585	PI Fehler in Öffnungserkennung	Bereits durch die erste fehlerhafte Detektierung der Öffnung wird die Warnung generiert. Wird der Fehler hintereinander äquivalent zum eingestellten Parameter „PI open detection failure rate“ erkannt, wird eine Alarmmeldung generiert.

7.4.7 Fehlermeldungen

Meldungs-nummer	Meldung	Beschreibung/Lösung
A2254	PI Fehler in Öffnungserkennung	<p>Ein Port Injection Fehler in der Öffnungserkennung wird von SAFI2 detektiert, wenn kein oder ein inkorrektes Stromsignal zum Port Injection Ventil gemessen wird.</p> <p>Hauptursache dieses Fehlers ist ein Kurzschluss oder ein Kabelbruch zwischen Port Injection Treiber und Ventil bzw. ein nicht angeschlossenes Ventil.</p>
A2255	PI Fehler bei Öffnungszeitpunkterkennung	Wird kein Öffnen des Ventils oder ein verspätetes Öffnen detektiert, so wird diese Alarmmeldung generiert und der Motor abgestellt.
A2256	PI Ventil Schließfehler	<p>Das PI Ventil bleibt im stromlosen Zustand geöffnet, wodurch eine unkontrollierte Menge Gas dosiert wird.</p> <p>SAFI2 unterdrückt unmittelbar nach dem Fehler Zündimpulse und öffnet die „Zündungssicherheitsschleife“ wodurch die Spannungsversorgung der Zündung und der PI Ventile deaktiviert wird.</p>

7.5 Funktion Zündung

7.5.1 Beschreibung der Funktion

Die Zündungsfunktionen werden aktiviert, wenn SAFI in Verbindung mit dem Zündsystem MORIS betrieben wird. SAFI steuert damit die Zündung an, regelt den Zündfunken nach den eingestellten Parametern und überwacht den elektrischen Zündvorgang.

Eine detaillierte Beschreibung der Funktion ist in der TA 1502-0068 enthalten.

7.5.2 Parametrierung

7.5.2.1 Zündungsparameter

Folgende Parameter sind in der Parameterliste **Zündung** hinterlegt.

Einstellung der Zündzeitpunkte

Einstellung der Zündzeitpunkte für verschiedene Betriebsarten unabhängig vom Zündsystem.

HINWEIS



Die hier angeführten Default-Werte sind abhängig von Gaszusammensetzung und Applikation, Änderungen des Zündzeitpunkts dürfen nur von autorisiertem Personal oder nach Rücksprache mit INNIO Jenbacher GmbH & Co OG erfolgen!

Baureihe 4 Default-Werte:

ZZP ohne Klopfüberwachung Gasart 1-4:	20 °KW
ZZP mit Klopfüberwachung Netzparallel Gasart 1-4:	24 °KW
ZZP mit Klopfüberwachung Inselbetrieb Gasart 1-4:	18 °KW
ZZP Minimum Gasart 1-4:	14 °KW

Baureihe 6 Default-Werte:

ZZP ohne Klopfüberwachung Gasart 1-4:	18 °KW
ZZP mit Klopfüberwachung Netzparallel Gasart 1-4:	20 °KW
ZZP mit Klopfüberwachung Inselbetrieb Gasart 1-4:	18 °KW
ZZP Minimum Gasart 1-4:	14 °KW

Baureihe 9 Default-Werte:

ZZP ohne Klopfüberwachung Gasart 1-4:	18 °KW
ZZP mit Klopfüberwachung Netzparallel Gasart 1-4:	20 °KW
ZZP mit Klopfüberwachung Inselbetrieb Gasart 1-4:	18 °KW
ZZP Minimum Gasart 1-4:	14 °KW

ZZP frühest

Der Zündzeitpunkt wird auf diesen Wert begrenzt, ein früherer Zündzeitpunkt wird von SAFI nicht akzeptiert.

Baureihe 4 Default-Wert: 27 °KW

J612, J616, J620 Default-Wert: 25 °KW

J624 Default-Wert: 27 °KW

ZZP spätest

Der Zündzeitpunkt wird auf diesen Wert begrenzt, ein späterer Zündzeitpunkt wird von SAFI nicht akzeptiert.

Default-Wert: 10 °KW

Überdrehzahl

Dieser Parameter legt den Drehzahlwert für die Überdrehzahlabstellung durch Öffnen des Sicherheitskontakts und Abstellen der Zündung fest.

Default-Wert bei Nenndrehzahl1200 1/min: 1440 1/min

Default-Wert bei Nenndrehzahl1500 1/min: 1800 1/min

Default-Wert bei Nenndrehzahl1800 1/min: 2150 1/min

Aussetzersteuerung

Über diesen Parameter wird die selektive Zylinderabschaltung der Aussetzersteuerung bei zu hoher Drehzahl aktiviert.

Baureihe 4 Default-Wert: Ein

Baureihe 6 Default-Wert: Aus

7.5.2.2 MORIS

Folgende Parameter sind in der Parameterliste Zündung – MORIS hinterlegt.

Brenndauer

Es kann die Brenndauer des Zündfunken eingestellt werden. Eine Verlängerung der Brenndauer wirkt sich positiv auf die Aussetzergrenze aus, bedeutet allerdings auch einen höheren Leistungsbedarf.

Baureihe 4 mit 500 mg/Nm³ NOX Default-Wert: 500 µs

Baureihe 4 mit 250 mg/Nm³ NOX Default-Wert: 700 µs

Baureihe 6 Default-Wert: 250 µs

Brennstrom Level

Es kann der höchste Brennstrom des Zündfunken vorgegeben werden. Der Brennstromlevel skaliert den eingestellten Brennstromverlauf und gibt dessen Maximalwert an. Eine Erhöhung des Brennstroms wirkt sich positiv auf die Aussetzergrenze aus, bedeutet allerdings auch einen höheren Leistungsbedarf.

Default-Wert: 40 %

Brennstromverlauf

Mit diesem Parameter sind die in der TA 1502 – 0068 MORIS angeführten Brennstromverläufe einstellbar.

Baureihe 4 Default-Wert: 5

Baureihe 6 Default-Wert: 1

Spulentyp

Da die elektrische Charakteristik der Zündspule die Regelung der Zündung beeinflusst, muss der eingestellte Spulentyp immer mit dem verbauten Spulentyp übereinstimmen.

Default-Wert: 1

Netzteilleistung

Die Summe der Leistungen der 185 V Netzteile **MPM** wird hier parametrieren. Basierend auf diesem Parameter wird maximale zulässige Zündleistung berechnet und diese begrenzt.

Baureihe 4 Default-Wert: 462 W

Baureihe 6 Default-Wert: 924 W

Auslöseschwelle Brenndauerabweichung

Die Schwelle gibt die Anzahl der tolerierbaren fehlerhaften Zündvorgänge pro zehn Motorzyklen an, bei Überschreitung dieser Schwelle wird eine Warnung generiert. Wird der Parameter auf den Wert 0 eingestellt, so ist die Überwachung inaktiv.

Default-Wert: 3

Brenndauer Toleranz

Die Brenndauertoleranz gibt an, wie weit die gemessene Brenndauer von der eingestellten Brenndauer abweichen darf.

Default-Wert: 80%

7.5.3 Anzeigen

Im Bild Details - Zündung kann zwischen den Bildern Zündzeitpunkt und Zündspannung gewechselt werden und wenn der Betriebswahlschalter in der Stellung „Aus“ ist, kann der Selbsttest der Zündung aktiviert werden.

Zündung Ausgangsfehler

Die Zündungsausgangsfehler sind als Digitalwerte im Bild Details – Zündung dargestellt, wobei zur besseren Diagnose zwischen Brenndauertoleranz und Zündverzögerung unterschieden wird. Der angezeigte Wert ist ein Relativwert, der die Anzahl der fehlerhaften Zündversuche pro zehn Zündereignissen angibt.

Zündzeitpunkt

Im Bild Details – Zündzeitpunkt werden die Zündzeitpunkte aller Zylinder und der Global-, Minimal-, Maximal- und Mittelwert des Zündzeitpunkts über den gesamten Motors dargestellt.

7.5.4 Trenddarstellung

Es gibt keine Trends die für MORIS aufgezeichnet werden.

7.5.5 Betriebsmeldung

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung
B3225	Zündung Ein	Alle Zylinder zünden
B3226	Zündung Aus	Mindestens ein Zylinder zündet nicht
B3294	Zündung Leistungsbegrenzung aktiv Zylinder	Anzeige des Zylinders mit Leistungsbegrenzung

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung
B3278	Zündung Ausgangsfehler Zylinder	Anzeige des Zylinders mit Ausgangsfehler
B3283	Zündung Hardwarefehler Zylinder	Anzeige des Zylinders mit Hardwarefehler

7.5.6 Warnungen

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung/Lösung
W3545	Zündung Ausgangsfehler	<p>Werden wiederholt Brenndauerabweichungen gemessen, wird diese Warnung generiert.</p> <p>Zur Diagnose sind die Parameter „Brenndauer Toleranz“ und „Auslöseschwelle Brenndauerabweichung“ zu kontrollieren. Die Fehlerraten der Brenndauerabweichungen sind im Bild Zündung – Ausgangsfehler dargestellt.</p>
W3551	Zündung Leistungsbegrenzung aktiv	<p>Der Zündvorgang musste vor Erreichen der eingestellten Brenndauer abgebrochen werden, da die von Zündung aufgenommene Leistung die maximale Leistung der Spannungsversorgung MPM überschritten hat.</p> <p>Sofern die Parametrierung in Ordnung ist kann die Ursache an einem zu hohen Zündspannungsbedarf liegen.</p> <p>Die Elektrodenabstände der Zündkerze sind zu kontrollieren. Ein Hardwaredefekt an der Spule, dem Zündungsmodul oder SAFI kann vorliegen.</p> <p>Kann das verbaute MPM Netzteil die benötigte Leistung nicht zu Verfügung stellen, muss ein zusätzliches aufgebaut werden.</p>
W3552	Zündung Spannungsversorgung überlastet	<p>Die Spannungshöhe der Spannungsversorgung MPM liegt während 2 s unter 180 V bei nominal 185 V. Dadurch wird das MPM überlastet, wodurch sich eine Reduzierung der Lebensdauer ergibt.</p> <p>Der Parameter Leistung der Netzteile für MORIS muss mit der Summe der Leistungen der Netzteile übereinstimmen.</p> <p>Eine detaillierte Beschreibung der ursächlichen Fehler ist in der TA MPM/MORIS angeführt.</p>

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung/Lösung
W3544	Zündung Hardwarefehler	<p>Erhält SAFI während des Aufbaus des Zündfunktens keine Rückmeldung von MORIS, wird der aktuelle Zündvorgang abgebrochen und die Warnung wird ausgegeben.</p> <p>Es sind zündspulenabhängige Fehlerraten parametrier.</p> <p>Es ist die Einstellung des Parameters Zündspule zu kontrollieren.</p> <p>Die Hardwarekomponenten SAFI, MORIS, MPM, Zündkerze oder Zündkerzenstecker sind zu kontrollieren.</p> <p>Die Fehlerraten der Hardwarefehler pro zehn Verbrennungszyklen sind im Bild Zündung – Ausgangsfehler dargestellt.</p> <p>Zur Fehlerbehebung ist der Zündungsselbsttest durchzuführen, um das Hochspannungsangebot der Spulen zu überprüfen. Sollte an einem Zylinder die Spannung unterhalb von 40 kV liegen, ist die jeweilige Spule auszutauschen.</p> <p>3 oder mehr betroffene Zylinder lösen die Abstellung A3433 Zündung-Hardwarefehler aus.</p>

7.5.7 Fehlermeldungen

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung/Lösung
A3343	Zündung Hardwarefehler	<p>Erhält SAFI während des Aufbaus des Zündfunktens keine Rückmeldung von MORIS, wird der aktuelle Zündvorgang abgebrochen und der Motor abgestellt.</p> <p>Es sind zündspulenabhängige Fehlerraten parametrier.</p> <p>Es ist die Einstellung des Parameters Zündspule zu kontrollieren.</p> <p>Die Hardwarekomponenten SAFI, MORIS, MPM, Zündkerze oder Zündkerzenstecker sind zu kontrollieren.</p> <p>Die Fehlerraten der Hardwarefehler pro zehn Verbrennungszyklen sind im Bild Zündung – Ausgangsfehler dargestellt.</p> <p>Zur Fehlerbehebung ist der Zündungsselbsttest durchzuführen, um das Hochspannungsangebot der Spulen zu überprüfen. Sollte an einem Zylinder die Spannung unterhalb von 40 kV liegen, ist die jeweilige Spule auszutauschen!.</p>

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung/Lösung
A3344	Zündung Spannungsversorgung gestört	<p>Im Motorbetrieb wird diese Fehlermeldung sofort nach dem Wegfall der Rückmeldung der MPM Spannungsversorgung angezeigt und der Motor abgestellt.</p> <p>Bei der Startvorbereitung werden die MPM Spannungsversorgungen aktiviert. Wird nicht innerhalb von 5 s eine erfolgreiche Aktivierung rückgemeldet so wird die Fehlermeldung ausgegeben.</p> <p>Der Parameter Leistung der Netzteile für MORIS muss mit der Leistung der Netzteile übereinstimmen.</p> <p>Eine detaillierte Beschreibung der ursächlichen Fehler ist in der TA 1502-0068 MPM angeführt.</p>
A3345	Zündung Sicherheitsschleife	<p>Jeder SAFI meldet über einen Kontakt die Ausgabe von Zündsignalen. Öffnet ein SAFI bei geöffneten Gasventilen den Kontakt, werden unverzüglich die Gasventile geschlossen und diese Fehlermeldung ausgegeben. Der Auslöser für das Öffnen des SAFI Kontakts wird, sofern kein Ausfall des CAN Bus oder Verkabelungsfehler besteht, über eine zusätzliche Meldung angezeigt.</p> <p>Liegt keine zusätzliche Meldung vor, ist die Verkabelung, MORIS und SAFI auf einen Hardwarefehler zu prüfen indem MORIS und SAFI Module ausgetauscht werden, um den Fehler auf ein Modul zuweisen zu können.</p>

7.6 Funktion Zündspannungsmessung

7.6.1 Beschreibung der Funktion

Sind am Motor Zündspulen mit aktivem Messausgang vorhanden, kann die Zündspannung von SAFI gemessen werden und diese über den CAN Bus an die Motorsteuerung übermittelt werden.

SAFI übermittelt dabei den Mittelwert von 10 Messzyklen an die Motorsteuerung.

7.6.2 Anzeigen

Im Bild Details - Zündung kann zwischen den Bildern Zündzeitpunkt und Zündspannung gewechselt werden

Im Motorbetrieb und im Selbsttest werden die Zündspannungen aller Zylinder im Bild Zündung – Details in Balken- und digitaler Form dargestellt. Im Selbsttest besteht die Möglichkeit zwischen den aktuellen und maximalen Werten zu wechseln. Die aktuellen Werte sind Mittelwerte der letzten zehn Zündereignisse, der Maximalwert ist der höchste aufgetretene Wert seit der Umschaltung in die Maximalwertdarstellung.

7.6.3 Trenddarstellung

Die Messwerte werden im Langzeittrend „Zündspannungen“ über 12 Monate festgehalten, wobei die Auflösung 0,5 h beträgt.

7.6.4 Parametrierung

Folgende Parameter sind in der Parameterliste Zündspannungsmessung hinterlegt.

Überwachung aktiv ab

Die Limitüberwachung startet wenn der Zündspannungsmittelwert diesen Grenzwert überschreitet.

Baureihe 4 Default-Wert: 15 kV

Baureihe 6 Default-Wert: 12 kV

Überwachung Hysterese

Die Limitüberwachung wird nach Unterschreiten des Grenzwertes „Überwachung aktiv ab“ minus diesen Wert deaktiviert.

Default-Wert: 2 kV

Überwachung Zündspannung Minimum aktiv

Aktiviert die Überwachung auf Unterschreitung der minimalen Zündspannung.

Default-Wert: Ein

Zündspannungsminimum

Gibt den Grenzwert für die Überwachung auf Unterschreitung der minimalen Zündspannung an.

Baureihe 4 Default-Wert: 12 kV

J612, J616, J620 Default-Wert: 6 kV

J624 Default-Wert: 8 kV

Zündspannungsminimum Verzögerung

Der Minimalgrenzwert muss mindestens für diese Zeit unterschritten werden, damit eine Warnung erzeugt wird.

Default-Wert: 30 s

Überwachung Zündspannung Maximum aktiv

Aktiviert die Überwachung auf Überschreitung der maximalen Zündspannung.

Default-Wert: Ein

Zündspannungsmaximum

Gibt den Grenzwert für die Überwachung auf Überschreitung der maximalen Zündspannung an.

Baureihe 4 Default-Wert: 33 kV

Baureihe 6 Default-Wert: 35 kV

Zündspannungsmaximum Verzögerung

Der Maximalwert muss mindestens für diese Zeit überschritten werden, damit eine Warnung erzeugt wird.

Default-Wert: 10 s

Überwachung Zündspannung Mittelwert aktiv

Aktiviert die Überwachung auf Überschreitung des Zündspannungsmittelwerts.

Default-Wert: Aus

Maximaler Zündspannungsmittelwert

Gibt den Grenzwert für die Überwachung auf Überschreitung des Mittelwerts aller Zündspannungen an.

Default-Wert: 30 kV

Zündspannung Mittelwert Maximum Verzögerung

Der maximal zulässige Zündspannungsmittelwert muss mindestens für diese Zeit überschritten werden, damit eine Warnung erzeugt wird.

Default-Wert: 30 s

Überwachung Zündspannungsdifferenz aktiv

Aktiviert die Überwachung der Spannungsdifferenz vom höchsten zum niedrigsten Zündspannungswert.

Default-Wert: Ein

J624 Default-Wert: Aus

Zündspannungsdifferenz

Gibt den Grenzwert für die Überwachung auf Überschreitung der maximalen Zündspannungsdifferenz an.

Baureihe 6 Default-Wert: 10 kV

Baureihe 4 Default-Wert: 6 kV

J624 Default-Wert: 6 kV

Zündspannungsdifferenz Verzögerung

Die Zündspannungsdifferenz muss mindestens für diese Zeit überschritten werden, damit eine Warnung erzeugt wird.

Default-Wert: 30 s

Triggerspannung

Dieser Parameter wird nur für die MONIC verwendet, bei SAFI ist dieser nicht aktiv und hat keinen Einfluss auf die Funktion.

Default-Wert: 5 kV

7.6.5 Betriebsmeldung

Meldungs-nummer	Meldung	Beschreibung
B3286	Zündspule Offset Fehler Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit Offset Fehler
B3287	Zündspannung zu klein Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit zu niedriger Zündspannung
B3288	Zündspannung zu groß Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit zu hoher Zündspannung
B3289	Zündspannungsmittelwert zu groß Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit zu hohem Zündspannungsmittelwert
B3290	Zündspannungsdifferenz zu groß Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit zu hoher Zündspannungsdifferenz

7.6.6 Warnungen

Meldungs-nummer	Meldung	Beschreibung/Lösung
W3546	Zündspule Offset Fehler	Jede MORIS Zündspule gibt nach Anlegen der Versorgungsspannung eine Offsetspannung von 2 V aus. Ist diese Offsetspannung nicht vorhanden, wird diese Fehlermeldung generiert. Das Vorhandensein der Offsetspannung wird bei jeder Startvorbereitung überprüft.
		Liegt dieser Fehler an einem Zylinder vor, kann eine Leitungsunterbrechung zwischen der Zündspule und dem SAFI vorliegen oder die Messvorrichtung der Zündspule defekt sein. Ist der Fehler an allen Zylinder vorhanden ist die Spannungsversorgung der Zündspulen ausgefallen. Zur Diagnose kann im Motorstillstand die Offsetspannung am jeweiligen Pin des SAFI Anschlusssteckers gemessen werden. Diese ist auch bei abgesteckten SAFI messbar.
W3547	Zündspannung zu klein	Die Zündspannung ist zu gering, wodurch die Zündenergie zu niedrig ist, was wiederum zu Aussetzern führen kann.
		Die Elektrodenabstände können zu gering sein und müssen kontrolliert werden. Die Zündung ist durch den Selbsttest der Zündung zu kontrollieren.

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung/Lösung
W3548	Zündspannung zu groß	Die Zündspannung ist zu hoch, wodurch die Hochspannungsverkabelung und die Zündspule beschädigt werden können. Weiters kann die Zündspannung so hoch sein, dass es zu keinem Überschlag an der Elektrode kommt und dadurch Aussetzer auftreten.
		Der Elektrodenabstand ist möglicherweise zu groß und muss kontrolliert werden.
		Eine Unterbrechung im Hochspannungskreis zwischen Zündspule und Zündkerze kann ebenfalls zu einer überhöhten Zündspannung führen.
W3549	Zündspannungsmittelwert zu groß	Der in der Motorsteuerung berechnete Mittelwert aller Zündspannungen ist zu hoch.
		Die Elektrodenabstände der Zündkerzen sind zu kontrollieren.
W3550	Zündspannungsdifferenz zu groß	Die Differenz zwischen dem Zylinder mit der höchsten und der niedrigsten Zündspannung ist zu hoch.
		Die Elektrodenabstände sind zu kontrollieren

7.6.7 Fehlermeldungen

Die Zündspannungsmessung generiert keine abstellenden Fehlermeldungen

7.7 Funktion Abgastemperaturmessung

SAFI misst die Abgastemperatur und gibt die Messwerte zylinderspezifisch an die Motorsteuerung weiter. Die Verarbeitung, Anzeige und Auswertung der Messwerte erfolgt durch die Motorsteuerung.

7.8 Funktion Drehzahlmessung

7.8.1 Beschreibung der Funktion

SAFI berechnet aus den Zahnkranzimpulsen die Drehzahl. In der DIA.NE wird daraus ein Mittelwert gebildet, der als Motordrehzahl in die Motorregelung einfließt. Die Drehzahl wird auf den in der Parameterliste Ignition eingestellten Wert überwacht, bei Überschreitung des Wertes wird die Sicherheitsschleife geöffnet, die Zündung deaktiviert und eine Fehlermeldung ausgegeben.

7.8.2 Anzeigen

Die aktuelle Motordrehzahl ist in diversen Bildern vorhanden, ob die Drehzahl von SAFI oder durch ein anderes Messgerät ermittelt wird hat auf die Anzeige der Drehzahl keinen Einfluss.

7.8.3 Betriebsmeldung

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung/Lösung
B3275	SAFI Überdrehzahlabstellung Zylinder	Anzeige der Zylinderposition des SAFI mit Überdrehzahlabstellung.

7.8.4 Warnungen

Die Drehzahlmessung generiert keine Warnungen.

7.8.5 Fehlermeldungen

Meldungs- nummer	Meldung	Beschreibung/Lösung
A3335	SAFI Überdrehzahlabstellung	Die Motordrehzahl überschreitet den eingestellten Wert. Gleichzeitig zur Übermittlung der Meldung wird von SAFI ein Hardwarekontakt geöffnet, der das Schließen der Gasventile und somit die Abstellung des Motors auslöst.

8 Anhang 1: Motorstart nach Abschaltung durch „Klopfgeräusch A3339“ aufgrund eines mechanischen Defekts

Nach einer automatischen Motorabstellung durch die Modulsteuerung aufgrund eines Alarms muss zunächst die Ursache der Abschaltung behoben werden, bevor das Modul gemäß TA 1100-0111 (Abschnitt Störungen) neugestartet wird!

Beschreibung der Fakten

Nach einer Abstellung ist es unzulässig, die Störung nur zu quittieren und den Motor wieder zu starten, da akute oder verschleißbedingte Schäden entstehen können, die zum vorzeitigen verschleißbedingten Tausch diverser Komponenten führen können.

In Einzelfällen wurde von Folgeschäden am Motor berichtet, die auf einen Neustart nach einer Abstellung aufgrund der Meldung 'Klopfstörung A3339' zurückzuführen waren.

Angesichts Obenstehendem haben wir dieses Service Bulletin herausgegeben, um auf das korrekte Vorgehen nach einer Motorabstellung hinzuweisen. Eine solche Abstellung kann einerseits von der Motorsteuerung ausgelöst werden, die eine gefährliche Situation für den Motor aufgrund eines Klopfgeräusches feststellt, andererseits kann sie durch eine fehlerhafte Gemischbildung, Glühzündungen, Aussetzer oder Zündungsprobleme verursacht werden. Ersteres gilt als dringlicher und ist als Erstes zu prüfen, bevor die anderen Möglichkeiten als Ursache in Betracht gezogen werden.

Erforderliche Maßnahmen

Nach einer Motorabstellung aufgrund der Meldung 'Klopfstörung A3339' sind alle Zylindertemperaturen zum Zeitpunkt der Abstellung zu prüfen.

Abb. 1: Aufrufen der Alarmmeldungen mit DIA.NE XT3

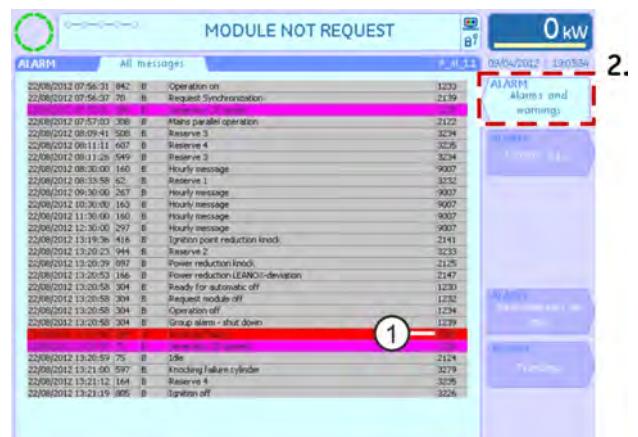
1. 'ALARM' drücken



Abb. 2: Alarmmeldungen 'Klopfstörung A3339'

2. 'Alarms and warnings' drücken

- ① Klopfstörung A3339



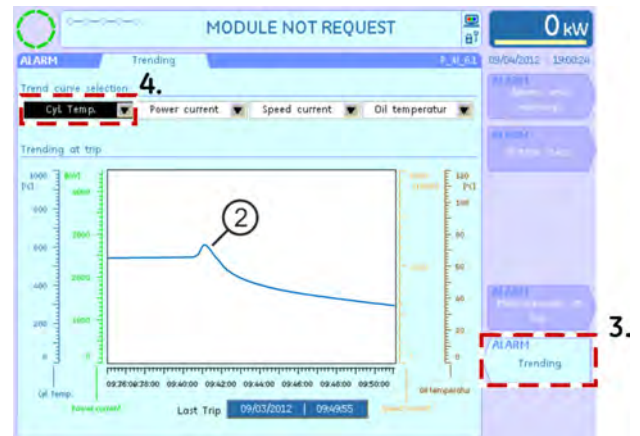
Temperatur-Trending der Zylinder prüfen.

Abb. 3: Temperatur-Trending der Zylinder

3. 'Trending' drücken

4. 'Cyl. Temp.' wählen

② Anstieg der Zylindertemperaturen zum Zeitpunkt der Abstellung



Prüfen Sie sämtliche Zylindertemperaturen zum Zeitpunkt der Abstellung und vergleichen Sie sie mit den durchschnittlichen Zylindertemperaturdaten. Falls die Temperaturdifferenz zum Zeitpunkt der Abstellung zwischen der Temperatur eines Zylinders und der durchschnittlichen Temperatur aller Zylinder über 25°C beträgt, darf der Motor nicht neu gestartet werden. Informieren Sie den für die Motorinspektion zuständigen Service-Mitarbeiter und ermitteln Sie die Ursache für die Abstellung!

Die durchschnittliche Zylindertemperatur ist wie folgt zu berechnen:

$$T_{\text{Cyl.Av.}} = (T_{\text{Cyl.1}} + T_{\text{Cyl.2}} + \dots) / \text{No.}_{\text{Cyl.}}$$

$T_{\text{Cyl.Av.}}$...durchschnittliche Zylindertemperatur bei Abstellung

$T_{\text{Cyl.1}}$...Temperatur von Zylinder 1 bei Abstellung

$T_{\text{Cyl.2}}$...Temperatur von Zylinder 2 bei Abstellung

$\text{No.}_{\text{Cyl.}}$ Gesamtanzahl von Zylindern (12, 16, 20 oder 24)

Zylindertemperatur bei Abstellung (die oben gezeigten Zahlen dienen nur der Veranschaulichung)

5. 'Measurements at trip' drücken

③ Prüfen sämtliche Zylindertemperaturen zum Zeitpunkt der Abstellung



Relevante Dokumente

Alle relevanten Vorschriften sind Bestandteil der Herstellerdokumentation, die jedem Kunden bei Lieferung eines Motors übergeben wird. Darüber hinaus können die aktuellen Versionen der Technischen Anweisungen, auf die an dieser Stelle verwiesen wird, auf dem Jenbacher-Webportal (<http://information.jenbacher.com>) in der Rubrik 'Technische Wissensdatenbank' heruntergeladen werden.

- Technische Anweisung TA 2300-0005, Sicherheitsvorschriften
- Technische Anweisung TA 1100-0111, Allgemeine Bedingungen - Betrieb und Wartung
- Service Bulletin SB-077, Abweichungen der Abgastemperatur

9 Revisionsvermerk

Revisionsverlauf			
Index	Datum	Beschreibung / Änderungszusammenfassung	Experte Prüfer
8	11.04.2019	GE durch INNIO ersetzt / GE replaced by INNIO	Opoku <i>Pichler R.</i>
7	02.07.2014	Allgemeine Überarbeitung / general revision	Boxleitner <i>Fröhlich M.</i>
6	14.01.2013	neuer Anhang/ new appendix	Provin <i>Fahringer</i>
5	21.09.2012	Formatierung geändert/ Format edited	Janys <i>Janys M.</i>
4	30.10.2012	Bild Farben Anschlussbelegung getauscht / Picture and colors connection wires changed	Boxleitner <i>Fröhlich M.</i>

