

Inhaltsverzeichnis Kapitel 3

3	Technische Daten	IV
3.1	Dampfturbine <i>3MAA10 HA001</i>	VI
3.2	Schmierölsystem <i>3MAV</i>	VII
3.3	Steuerölsystem (<i>3MAX</i>)	VIII
3.4	Getriebe (<i>3MAK10 AU001</i>).....	IX
3.5	Generator (<i>3MKA10 AG001</i>).....	X
3.6	Systemgrenzen.....	XII
3.7	Beschreibung der Komponenten.....	XIII
3.7.1	Dampfturbine (<i>3MAA10 HA001</i>).....	XIII
3.7.1.1	Stellventil (<i>3MAA10 AA201</i>)	XIII
3.7.1.2	Dampfsieb (integriert in <i>3MAA10 AA101</i>)	XIII
3.7.2	Entwässerungssystem (<i>3MAL...</i>)	XIII
3.7.3	Schmierölsystem	XIV
3.7.3.1	Ölbehälter (<i>3MAV10 BB001</i>).....	XIV
3.7.3.2	Schmierölpumpen 1 und 2 (<i>3MAV11 AP001, 3MAV12 AP001</i>)	XV
3.7.3.3	Not-Ölpumpe (<i>3MAV50 AP001</i>).....	XV
3.7.3.4	Schmierölfilter (<i>3MAV30 AT001, 3MAV30 AT002</i>)	XV
3.7.3.5	Ölkühler (<i>3MAV20 AC001</i>).....	XV
3.7.3.6	Vorlaufzeit für das Anfahren	XV
3.7.3.7	Aerosolabscheider (<i>3MAV10 AN001, 3MAV10 AT001</i>).....	XVI
3.7.4	Steuererölsystem.....	XVI
3.7.4.1	Steuerölpumpen 1 und 2 (<i>3MAX20 AP001, 3MAX20 AP002</i>)	XVI
3.7.4.2	Steuerölfilter (<i>3MAX20 AT001, 3MAX10 AT001</i>)	XVII
3.7.4.3	Steuerölkühler (<i>3MAX10 AC001</i>)	XVII
3.7.5	Schmier- und Steueröl.....	XVII
3.7.6	Kupplungen.....	XVII

3.7.7	Getriebe (3MAK10 AU001)	XVIII
3.7.8	Synchrongenerator (3MKA10 AG001)	XVIII
3.7.9	Rotordrehvorrichtung (3MAK10 AE001)	XIX
3.7.10	Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen	XX
3.7.10.1	Mechanische Schutzeinrichtung	XX
3.7.10.2	Elektrische Schutzeinrichtungen	XXI

3 Technische Daten

In diesem Kapitel sind die technischen Daten der Dampfturbine und der Hauptkomponenten der Anlage, sowie die Adressen der jeweiligen Hersteller aufgeführt.

Der Dampfturbosatz besteht aus folgenden Hauptkomponenten:

- Kondensationsturbine in mehrstufiger Reaktionsbauart mit drei ungereltem Anzapfungen
- Planetengetriebe mit antriebseitiger Zahnkupplung
- Drehstrom-Synchrongenerator mit bürstenloser Erregereinrichtung
- Gemeinsames Schmierölsystem für Turbine, Getriebe und Generator, mit einem separaten Ölbehälter, Öltemperaturregelung, Doppelölkühler, Doppelölfilter, Aerosolabscheider, 2 redundanten Elektro-Schmierölpumpen mit DS-Motor, sowie einer Not(auslauf)-Ölpumpe mit GS-Motor
- Getrenntes Steuerölsystem mit einem separaten Ölbehälter, Doppelölfilter, 2 redundanten Elektro-Steuerölpumpen mit DS-Motor, sowie im Bypass zum Hauptkreislauf einer Elektro-Umwälzpumpe mit DS-Motor, einem Ölkühler und einem Ölfilter
- Entwässerungssystem mit Entwässerungslanze
- Steuerkreise, Regelkreise, Schutzeinrichtungen

3.1 Dampfturbine 3MAA10 HA001

Hersteller

B+V Industrietechnik GmbH
Hermann-Blohm-Straße 5
D-20457 Hamburg

Postfach 112289
D-20422 Hamburg

Tel.: +49 / 40 / 3011-0

Fax: +49 / 40 / 3011-1952

E-Mail:
turbine@tk-bvi.thyssenkrupp.com

Internet:
<http://www.bv-industrie.de>

Technische Daten:

Benennung	Einheit	Normal	Max
Auftragsnummer:	P-900078		
Frischdampfdruck:	bar _a	89	89 +IEC
Frischdampf-temperatur:	°C	520	520 +IEC
Frischdampfmenge:	t/h	90	
Radkammerdruck:	bar _a	71	75,2
Radkammertemperatur:	°C	495	505 +IEC
Anzapfungsdampfdruck 1:	bar _a	34,7	36,9
Anzapfungsdampf-temp. 1:	°C	390	399 +IEC
Anzapfungsdampfdruck 2:	bar _a	3,1	3,3
Anzapfungsdampf-temp.2:	°C	222	478 +IEC
Anzapfungsdampfdruck 3:	bar _a	1,05	1,12
Anzapfungsdampf-temp.3:	°C	101	290+IEC
Abdampfdruck:	bar _a	0,11	0,5
Abdampftemperatur:	°C	48	296 + IEC
Leistung:	kW	23.545	
Nenn-drehzahl:	1/min	5.957	
Schnellschlussdrehzahl:	1/min	6.553	(110%)

3.2 Schmierölsystem 3MAV

Hersteller

Hydac Technology GmbH
Industriestraße
D-66280 Sulzbach/Saar

Postfach 1251
D-66273 Sulzbach/Saar

Tel.: +49 / 6897/509-01
Fax: +49 / 6897/509-303

E-Mail: info@hydac.com

Internet:
<http://www.hydac.com>

Technische Daten:

Bezeichnung	Einheit	Typ / Menge / Größe
Auftrags-(Material-) Nummer:		8600005209
Öltyp		Turbinenöl ISO-VG 46 DIN51515
Öltank		Hydac NG8500
Füllvolumen:	Liter	8500
Abmaße: (L x B x H)	mm	3580x2000x1490
Haupt-Ölpumpe		Leistritz L3MF 100/172-IFOGT-W
Anzahl:	Stück	2
Typ:		Schraubenspindel-Pumpe
Fördermenge:	Liter/min	1078 (+ 5 ... 20% Reserve)
Elektrische Leistung:	kW	18,5
Drehzahl:	1/min	1450
Not-Ölpumpe		Leistritz L3MF 70/112-IFOKT-W
Anzahl:	Stück	1
Typ:		Schraubenspindel-Pumpe
Fördermenge:	Liter/min	708 (+ 10% Reserve)
Elektrische Leistung:	kW	15
Drehzahl:	1/min	2900
Ölkühler		HS Cooler KS25-ACN-111-L2300
Anzahl:	Stück	1
Typ:		Röhrenbündel-Wärmetauscher
Kühlleistung:	kW	548
Öldurchfluss:	Liter/min	1000
Ölrückkühlung:	°C	64,2 / 45
Wasserdurchfluss:	m³/h	105
Wassererwärmung:	°C	32 / 36,9
Ölfilter	Hydac	RFLD BN/HC 2520 CAT 10 W 1.0 /-Z
Anzahl:	Stück	1
Typ:		Patronen - Doppelfilter
Filterfeinheit	µm	10
Durchflussmenge:	Liter/min	584
Ölnebelabscheider		Franke FF2-066
Anzahl:	Stück	1
Typ:		Aerosol-Abscheider
Luftdurchsatz:.	m³/h	60 (bei 120 mbar)

3.3 Steuerölsystem (3MAX)

Hersteller

Hydac Technology GmbH
Industriestraße
D-66280 Sulzbach/Saar

Postfach 1251
D-66273 Sulzbach/Saar

Tel.: +49 / 6897/509-01
Fax: +49 / 6897/509-454

E-Mail: info@hydac.com

Internet:
<http://www.hydac.com>

Technische Daten:

Bezeichnung	Einheit	Typ / Menge / Größe
Auftrags-(Material-) Nummer		8600005061
Öltyp		Turbinenöl ISO-VG 46 DIN51515
Ölbehälter		Hydac NG 400
Füllvolumen:	Liter	400
Abmaße: (L x B x H)	mm	1180 x 750 x 820
Hauptölpumpe	Sauer	J-V23A4RX-30RC
Anzahl:	Stück	2
Typ:		Axialkolben-Pumpe
Durchfluss:	Liter/min	27
Druck (p _N / p _{max}):	bar _a	160 ± 10
Elektrische Leistung:	kW	11,0
Drehzahl:	1/min	1450
Nebenstrom-pumpe	Hydac	VPBM-2/1.0/P/90/20/1.5/400-50
Anzahl:	Stück	1
Typ:		Flügelzellen-Förderpumpe
Durchfluss:	Liter/min	30
Druck:	bar	10
Elektrische Leistung:	kW	1,5
Drehzahl:	1/min	1500
Ölkühler	Funke	BCF 302-0-4 weg
Anzahl:	Stück	1
Typ		Rohrbündel-Wärmetauscher
Kühlmedium:		Kühlwasser
Durchfluss:	m ³ /h	4 max.
Wassertemperatur:	°C	19-32
Hydraulikspeicher	Hydac	SB330-20A1/112U-330A
Anzahl:	Stück	1
Bauart:		Blasenspeicher
Druckmedium:		Stickstoff
Nennvolumen:	Liter	20
Nutzvolumen:	Liter	17,5
Ölseitig. Betriebsdruck:	bar	160 (p _o = 110 bar)
Sicherheits-/Absperrventil	Hydac	SAF20E12Y1T210A
Entlastungsgrenze:	bar	210
Ölfilter	Hydac	DFDK BH/HC160QAF10D1.0/L24
Typ		Patronen-Doppelfilter
Filterfeinheit:	µm	10
Rücklaufilter	Hydac	RF BN/HC 110 DC 10 D1.0/L24
Typ		Patronenfilter
Filterfeinheit:	µm	10

3.4 Getriebe (3MAK10 AU001)

Hersteller

BHS Getriebe GmbH
 Hans-Böckler-Straße 7
 D-87527 Sonthofen

Postfach 1251
 D-87516 Sonthofen

Tel.: +49 / 8321 / 802-0
 Fax: +49 / 8321 / 802-689
 E-Mail: info@bhs-getriebe.de
 Internet:
<http://www.bhs-getriebe.de>

Technische Daten:

Bezeichnung	Einheit	Typ / Menge / Größe
Serien-Nr. (AuftragsNr.)		501 765
		Planetengetriebe
Typ:		BHS RTP 72 E3
Nennleistung:	kW	26000
Auslegeleistung	kW	26000
Drehzahlen:	min ⁻¹	5955 / 1500
Gewicht:	kg	7707
Öltyp		Turbinenöl ISO-VG 46 DIN51515
Ölbedarf:	Liter/min	483
Druck:	bar	2,0 ... 2,5
Öltemperatur (Zulauf):	°C	45 ± 5

3.5 Generator
(3MKA10 AG001)

Hersteller

LDW Lloyd Dynamowerke GmbH
Hastedter Osterdeich 250
D-28207 Bremen

Tel.: +49 / 421/ 4589-0
Fax: +49 / 421/ 4589-260

E-Mail: info@ldw.de
Internet: <http://www.ldw.de>

Technische Daten

<i>Bezeichnung</i>	<i>Einheit</i>	<i>Typ / Menge / Größe</i>
Auftragsnummer:		04 4010
Typ:		Synchrongenerator mit Erregergerät S5E1120M64-4ZP +WK +TSG2DC-B6
Leistung:	kVA	29.500
Frequenz:	Hz	50
cos φ:		0,8
Drehzahl:	1/min	1500
Rotorgewicht:	kg	16.050
Gesamtgewicht:	kg	62.000
Generatorkühler:	Wasser-Kreislaufkühler	

3.6 Systemgrenzen

Für das System „DAMPFTURBOSATZ“ gelten folgende Baugrenzen:

- Frischdampfleitung vor dem Schnellschlussventil *3MAA10 AA101*
- Anzapfdampfleitungen am Austritt der Dampfturbine
- Abdampfleitung am Austritt der Dampfturbine
- Entwässerungsleitungen hinter Sammler
- Kühlwasserleitungen (Ölkühler und Generatorluftkühler) vor Köhlereintritt, hinter Köhleraustritt
- Klemmenkasten Schmierölgruppe
- Klemmenkasten Steuerölgruppe
- Klemmenkasten Turbine
- Klemmenkästen Generator

3.7 Beschreibung der Komponenten

3.6.1 Dampfturbine (3MAA10 HA001)

Die Turbine erzeugt über Drehbewegung mit Hilfe des angeschlossenen Generators elektrische Energie. Der Abdampf werden z.B. für Heizzwecke weiter verwendet.



Eine detaillierte Beschreibung der Dampfturbine und ihrer Komponenten finden Sie in der Gerätedokumentation.

3.6.1.1 Stellventil (3MAA10 AA201)

Die gelieferte Kondensationsturbine der MARC-Baureihe besitzt ein Frischdampf-Regelventil (Stellventil). Das Stellventil am Eintritt der Turbine regelt die Frischdampfzufuhr bzw. die Turbinenleistung.

3.6.1.2 Dampfsieb (integriert in 3MAA10 AA101)

Das in das Schnellschlussventil der Turbine 3MAA10 AA101 integrierte Dampfsieb dient dem Schutz der Turbine vor groben Verunreinigungen, die im Zudampf enthalten sind. Der Schmutz-fänger wird mit gelochtem Siebeinsatz aus nichtrostendem Chrom-Stahl ausgeführt. Die Ausführung des Siebeinsatzes garantiert geringsten Strömungswiderstand und Druckverlust auch bei teilweise verschmutztem Siebeinsatz.

3.6.2 Entwässerungssystem (3MAL...)

Ein installiertes Entwässerungssystem der Dampfturbine ermöglicht den sicheren Fernstart und Betrieb der Turbine. Die Entwässerungsleitungen werden dabei auf einen Sammler am Grundrahmen der Turbine geführt.

Das Entwässerungssystem beinhaltet:

- Absperrventile mit pneumatischen Antrieben
- Kondensomaten
- Kondensatsammler
- Interne Verrohrung

Turbinenentwässerungen sind an folgenden Punkten der Turbine installiert:

- zwischen Turbinenschnellschluss- und Turbinenregelventil
- an den tiefsten Punkten des Turbinengehäuses, an denen sich beim Anfahren der Turbine Kondensat bilden kann
- in den Anzapfdampfleitungen

Ölsystem Dampfturbosatz

Das Ölsystem besteht aus einem Schmierölssystem und einem Steuerölssystem.

3.6.3 Schmierölssystem

Das Schmierölssystem besteht aus den folgenden Komponenten:

- Separater Ölbehälter 3MAV10 BB001
- Schmierölpumpe 1, mit DS-Motor 3MAV11 AP001
- Schmierölpumpe 2, mit DS-Motor 3MAV12 AP001
- Not(auslauf)-Ölpumpe, mit GS-Motor 3MAV50 AP001
- Anhebeölpumpe, mit E-Motor 3MAV90 AP001
- Öldunst-Absaugung; Aerosolabscheider 3MAV10 AN001, 3MAV10 AT001
- Doppelölfilter 3MAV30 AT001, 3MAV30 AT002
- Ölkühler 3MAV20 AC001

Die Schmierölversorgung der Turbine, Getriebe und Generator erfolgt während des normalen Betriebes durch eine der beiden vorhandenen Schmierölpumpen. Die Schmierölpumpen saugen das Öl aus dem Ölbehälter und fördern es über Doppelölkühler und Doppelölfilter in das Schmierölssystem. Durch die Lageröldruckleitung gelangt das Öl über weitere Blenden in die Turbinen-, Getriebe- und Generatorlager, sowie in die Rotordrehvorrichtung und die Getriebeverzahnung.

Die Druckleitungen der Schmierölpumpen werden über Rückschlagklappen zu einer Druckleitung zusammengeführt. Die Pumpen sind so ausgelegt und eingesetzt, dass bei Ausfall der einen Pumpe die andere redundant eingesetzt werden kann.



Weitere Informationen zum Schmierölssystem entnehmen Sie bitte der Gerätedokumentation.

3.6.3.1 Ölbehälter (3MAV10 BB001)

Das ablaufende Öl der Turbine und des angetriebenen Aggregates wird dem Ölbehälter durch Rücklaufleitungen wieder zugeführt.

Zur Kontrolle des Ölstandes ist der Ölbehälter mit einem Niveauanzeiger ausgerüstet. Ein Schwimmerschalter gibt bei hohem und niedrigem Ölstand Alarm. Am tiefsten Punkt des Ölbehälters befindet sich ein Ablassventil zum Entleeren und zur Überprüfung des Öls auf den Wassergehalt.

3.6.3.2 Schmierölpumpen 1 und 2 (3MAV11 AP001, 3MAV12 AP001)

Die Schmierölpumpen dienen der Ölversorgung des Turboaggregates während des normalen Betriebes. Es handelt sich hierbei um Schraubenspindelpumpen, angetrieben durch einen Drehstrommotor, montiert auf dem Ölbehälter. Die Auslegungsdaten der Schmierölpumpen sind identisch.

Die Schmierölpumpen sind redundant zueinander ausgeführt.

Beim Anfahren der Dampfturbine wird eine Schmierölpumpe über das Anfahrprogramm gestartet. Bei sinkendem Öldruck und Erreichen eines definierten Schaltpunktes (z.B. Auslaufen der Turbine nach einer Schnellschluss-Auslösung) wird die andere Schmierölpumpe von der Steuerung automatisch zugeschaltet. Sinkt der Öldruck weiter, wird bei einem weiteren Schaltpunkt die Not-Ölpumpe zugeschaltet (vgl. Abschnitt 7.1 „MSR-Liste“ für Schaltpunkte).

3.6.3.3 Not-Ölpumpe (3MAV50 AP001)

Die Not-Ölpumpe dient zur Schmierölversorgung des Lagerölsystems bei Ausfall der Schmierölpumpen 1 und 2 oder bei Black-out der Anlage und gewährleistet ein sicheres Auslaufen der Turbinenanlage.

Es handelt sich um eine Schraubenspindelpumpe. Sie wird durch einen Gleichstrommotor angetrieben, welcher an die ausfallsichere Stromversorgung (Batterie, Notstrom-Aggregat) angeschlossen ist.

3.6.3.4 Schmierölfilter (3MAV30 AT001, 3MAV30 AT002)

Der Schmierölfilter wird standardmäßig als umschaltbarer Doppelfilter geliefert. Ein Bypass der Filter bzw. der Betrieb ohne einen Filter oder mit gröberer Filtrierfeinheit ist unter keinen Umständen zulässig.

Das Filter ist eine Stahlkonstruktion, die konstruktiv und festigkeitsmäßig nach allen aktuellen internationalen Normen und Vorschriften ausgeführt wird.

3.6.3.5 Ölkühler (3MAV20 AC001)

Der Ölkühler ist ein Wärmetauscher. Seine Aufgabe ist es, die durch das Öl abgeführte Wärme aus Lagerungen, Getriebe und Pumpen an das Kühlwasser abzugeben und auf diese Weise ein übermäßiges Aufheizen des Schmieröls zu verhindern. Er besteht aus einem Mantel und dem darin befindlichen Rohrbündel aus Glattrohren. Das Öl fließt außerhalb der Rohre und wird durch Leitbleche mehrmals umgeleitet. Das Kühlwasser fließt im Inneren der Rohre. Die einzelnen Ölkühler sind über eine Umschaltarmatur angeordnet Die Rohrbündel der Kühler sind ausziehbar.

Der Ölkühler ist auf der Druckseite des Schmierölkreislaufes angeordnet.

Mit Hilfe eines Öltemperatur-Regelventils (Mischventil hinter dem Kühler) wird die Vorlauftemperatur des Schmieröls auf ca. 45°C gehalten.

3.6.3.6 Vorlaufzeit für das Anfahren

Die Turbinenanlage kann ab einer Öltemperatur von 25°C angefahren werden. Die Vorwärmung des Öles im Ölbehälter erfolgt durch die Verlustleistung der Ölpumpe. Die Vorlaufzeit bis zum Start der Turbine beträgt bei einer Öltemperatur von 15°C ca. 10 Stunden.

3.6.3.7 Aerosolabscheider (3MAV10 AN001, 3MAV10 AT001)

Bei dem Aerosolabscheider handelt es sich um einen Kerzenfilter, der nach dem Koaleszenz-Prinzip arbeitet. Aus dem Turbinenöltank abgesaugtes Rohgas wird im Aerosolabscheider gereinigt und der Außenluft wieder zugeführt.

Mittels eines Nebenluftventils wird im Ölbehälter und in den Rücklaufleitungen des Schmierölkreislaufes ein Druck von ca. 20 mm WS (1,96 mbar) unter Atmosphärendruck aufrecht erhalten, was einen besseren Ölrücklauf bewirkt und Ölleckagen an den Lagerstellen bzw. Wellendurchführungen verhindert.

3.6.4 Steuererölsystem

Das Steuererölsystem besteht aus den folgenden Komponenten:

- Separater Ölbehälter 3MAX10 BB001
- Steuerölpumpe 1, mit DS-Motor 3MAX20 AP001
- Steuerölpumpe 2, mit DS-Motor 3MAX20 AP002
- Umwälzpumpe, mit DS-Motor, im Bypass zu den Steuerölpumpen angeordnet 3MAX10 AP001
- Doppel-Steuerölfilter 3MAX20 AT001
- Steuerölfilter, im Bypass angeordnet 3MAX10 AT001
- Ölkühler 3MAX10 AC001

Die Steuerölversorgung der Turbine erfolgt während des normalen Betriebes durch eine der beiden Steuerölpumpen. Die Steuerölpumpe saugt das Öl aus dem Ölbehälter und fördert es über einen Doppelölfilter in das Steuererölsystem. Durch die Steueröldruckleitung gelangt das Öl in die hydraulischen Antriebe für das Schnellschlussventil, das HD- und das ND-Stellventil. Die Pumpen sind so ausgelegt und eingesetzt, dass bei Ausfall der einen Pumpe die andere als Reserve eingesetzt werden kann.

Im Schnellschlussfall wird die Steuerölleitung drucklos, woraufhin das Schnellschluss-, das HD- und das ND-Stellventil durch Federkraft schließen.



Weitere Informationen zum Steuererölsystem entnehmen Sie bitte der Gerätedokumentation.

3.6.4.1 Steuerölpumpen 1 und 2 (3MAX20 AP001, 3MAX20 AP002)

Die Steuerölpumpen dienen zur Versorgung des Schnellschlussventils und des HD-/ND-Stellventils, mit Hochdrucköl. Außerdem wird ein Hydraulikspeicher konstant gefüllt gehalten. Dieser Hydraulikspeicher hält Öl bereit für besonders schnelle oder besonders große Stellbewegungen.

Die Steuerölpumpen sind so ausgelegt, dass bei Ausfall der einen die andere als Reserve eingesetzt werden kann.

3.6.4.2 Steuerölfilter (3MAX20 AT001, 3MAX10 AT001)

Das Steueröl wird im Steuerölsystem zweimal filtriert: Die Feinfiltrierung findet in einem Nebenstromfilter statt, und in der Vorlaufleitung zum Steuerölsystem wird noch einmal zum Schutz der Anlage filtriert. Der Filter in der Vorlaufleitung wird im Standard als Doppelfilter geliefert. Ein Bypass der Filter bzw. der Betrieb ohne einen Filter oder mit größerem Filter ist unter keinen Umständen zulässig. Das Filter ist eine Stahlkonstruktion, die konstruktiv und hinsichtlich ihrer Festigkeit nach allen aktuellen internationalen Normen und Vorschriften ausgeführt wird.

3.6.4.3 Steuerölkühler (3MAX10 AC001)

Der Ölkühler ist ein Wärmetauscher. Seine Aufgabe ist es, ein zu starkes Aufheizen des Steueröls zu verhindern (Wärmezufuhr hauptsächlich durch die Pumpen). Er besteht aus dem Mantel und dem darin befindlichen Rohrbündel aus Glattrohren. Das Öl fließt außerhalb der Rohre und wird durch Leitbleche mehrmals umgeleitet. Das Kühlwasser fließt im Inneren der Rohre. Die einzelnen Kühler sind mit einer Umschaltarmatur zusammengeschaltet.

Der Ölkühler ist im Bypass des Steuerölkreislaufes angeordnet.

3.6.5 Schmier- und Steueröl

Das verwendete Öl für Schmier- und Steuerölsystem ist gleich, jedoch ist die Belastung und damit einhergehende Alterung des Schmieröls erheblich höher.

Die Qualität des Schmieröls verschlechtert sich durch die oxydierenden Einwirkungen der Atmosphäre und durch die Polymerisation seiner Kohlenwasserstoffmoleküle. Dies bewirkt die Bildung von Säuren, die zu Korrosion in Lagern und Verzahnung führen können. Dazu kommt, dass die Viskositäts- und Luftabscheideigenschaften des Öls beeinflusst werden, und dass sich paraffinartige Rückstände aus dem Öl ausscheiden können, die sich in den Ölpassagen sammeln.

Deshalb sollte das Schmieröl regelmäßig vom Lieferanten analysiert werden, um die wirtschaftlichste Zeitspanne für den Ölwechsel festzulegen.

Nach längeren Überholungsarbeiten, während das Getriebe ganz oder teilweise demontiert wurde, muss die Anlage gründlich durchgespült werden, ehe eine Wiederinbetriebsetzung vorgenommen werden kann, um Beschädigungen von Lager und Wellen durch Fremdkörper zu vermeiden.

3.6.6 Kupplungen

Die Kupplung zwischen Turbine und Getriebe-Generator-Einheit muss die Lageveränderungen der Wellen zwischen Ausrichtungs- und Betriebszustand, hervorgerufen durch unterschiedliche Wärmeausdehnung der Maschinen und Verlagerung der Wellen in den Lagern, aufnehmen können. Daher werden die Wellen nicht starr gekuppelt, sondern durch eine Zahnkupplung verbunden.

Bei der Kupplung handelt es sich um eine doppelkardanische, zahnkopf- und zahnflanken-zentrierte Ausführung aus Stahl mit gehärteten Zähnen. Die Schmierung erfolgt durch Ölspritzung. Die Kupplung ist dynamisch gewuchtet.

3.6.7 Getriebe (3MAK10 AU001)

Die Verwendung von Getrieben im Industrie-Dampfturbinenbau ermöglicht die optimale Anpassung der Turbinendrehzahl an die gegebenen Verhältnisse. Die geringen mechanischen Verluste des Getriebes werden durch den erzielten besseren Wirkungsgrad der Turbine bei weitem kompensiert.

Das Getriebe ist als Planetengetriebe ausgeführt. Das Sonnenrad, die Planetenräder und das Hohlräder sind schrägverzahnt, was einen ruhigen Lauf ermöglicht. Dabei sind die Achsen von Sonnenrad und Hohlräder koaxial. Die Planetenrad-Gleitlagerung und die Gleitlagerung der langsam laufenden Seite sind druckölgeschmiert. Das Getriebe ist an den Generator angeflanscht.



Weitere Informationen zum Getriebe entnehmen Sie bitte der Gerätedokumentation.

3.6.8 Synchrongenerator (3MKA10 AG001)

Der Generator ist eine Arbeitsmaschine, die aus der Drehbewegung der Turbine über eine Welle elektrische Energie erzeugt. Die dabei erzeugte Wirkenergie wird an vorgesehene Verbraucher abgegeben.

Der Verbraucher kann ein Verbundnetz sein, das die Spannung und die Frequenz vorgibt.

Der Verbraucher kann aber auch ein Inselnetz sein, dem der Erzeuger Qualitätsgarantien in Bezug auf Spannung und Frequenz geben muss.

Beide Größen dürfen nur in engen Grenzen variieren und müssen stabil sein, um Verbrauchergeräte nicht zu beschädigen.

Generatoren bestehen aus einem Stator und einem Rotor, wobei die Spannung (meist 3-phasig) an den Klemmen der Statorwicklung ansteht.



Weitere Informationen zum Synchrongenerator entnehmen Sie bitte der Gerätedokumentation.

3.6.9 Rotordrehvorrichtung (3MAK10 AE001)

Die Rotordrehvorrichtung (RDV) dreht den Turbinenläufer während der Aufwärm- und Abkühlphase mit einer Drehzahl von 342 min^{-1} , um eine thermische Verkrümmung und ein damit verbundenes Anstreifen der Laufschaufeln im Gehäuse zu vermeiden. Bei Stillstand der Turbine muss eine Verformung nicht unbedingt Schäden zur Folge haben, aber die Verfügbarkeit der Anlage wird eingeschränkt, da sie erst nach vollständiger Abkühlung wieder angefahren werden kann.

Die Auslegungsdrehzahl der RDV berücksichtigt die Mindestdrehzahlen von Turbine, Getriebe und Generator, die zum Aufbau eines Schmierfilms in den Lagern erforderlich sind. Die RDV ist am freien Ritzelende angebracht. Das Zuschalten kann bei stehender oder bei laufender Anlage erfolgen. Bei Start des Drehstrommotors im Stillstand wird die Leistung auf ca. 15% begrenzt, was ein sanftes Anlegen der Kupplungsklinken der Überholkupplung bewirkt. Übersteigt die Turbinendrehzahl beim Hochfahren der Turbine die „Turn“-Drehzahl der Rotordrehvorrichtung, wird die Verbindung durch die Überholkupplung automatisch getrennt, und der Motor kann abgeschaltet werden.

Beim Herunterfahren der Turbine wird die RDV eingeschaltet, bevor die Turbinendrehzahl die „Turn“-Drehzahl erreicht, und es erfolgt ein sanftes Einkuppeln, sobald die Turbinendrehzahl mit der „Turn“-Drehzahl synchron ist.



Sollte es im An- oder Abfahrbetrieb der Turbine zu einem Ausfall der RDV kommen, besteht die Möglichkeit, nach Abnehmen der Schutzhaube am E-Motor die Turbine mit Hilfe eines Handrades zu drehen. Diese Maßnahme wird dringend empfohlen!



Dieser Arbeitsschritt ist zwingend erforderlich vor dem Wiedereinschalten der RDV.

Die RDV darf niemals unterhalb der „Turn“-Drehzahl zugeschaltet werden!

Der Sanftanlauf ist unwirksam und das Moment durch das Beschleunigen des Stranges zerstört die Überholkupplung.



Vor dem Wiedereinschalten der RDV ist unbedingt zu prüfen, ob sich der Turbinenläufer leicht drehen lässt. Ein Einschalten der RDV bei verformtem Läufer hat eine Beschädigung der Beschaufelung zur Folge.

Lässt sich die Turbine nicht von Hand drehen, muss die Anlage vollkommen abkühlen!



Vermeiden Sie ein längeres Verweilen des Dampfturbosatzes im Drehzahlbereich zwischen der „Turn“-Drehzahl und ca. 800 min^{-1} . Ein erhöhter Verschleiß der Überholkupplung kann die Folge hiervon sein. Die Klinken der Überholkupplung sind erst bei einer Drehzahl von ca. 800 min^{-1} vollständig ausgerückt.



Weitere Informationen zur Rotordrehvorrichtung entnehmen Sie bitte der Gerätedokumentation.

3.6.10 Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen



Bei Störungen können in der Dampfturbine Kräfte auftreten, die zur Zerstörung von Bauteilen führen können. Um dieses zu vermeiden, d. h. eine größtmögliche Betriebssicherheit zu gewährleisten, sind in die Anlage Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen eingebaut, die bei Gefahr die Turbine stillsetzen (NOT-STOP).

Prinzipiell umfassen diese Einrichtungen:

- Sicherung gegen mangelnde Lagerölversorgung
- Sicherung gegen Überdrehzahl
- Sicherung gegen Rückdampf und Wassereinbruch
- Sicherung gegen zu hohen Abdampfdruck
- Sicherung gegen Antrieb der Turbine (vom Netz her) durch Generator-Rückleistungsschutz
- Überwachung der Wellenlage

3.6.10.1 Mechanische Schutzeinrichtung

Bei einem erkannten Gefahrenfall wird die Turbine schnellstmöglich abgestellt. Dies geschieht, indem ein Absperrventil in der Frischdampfleitung, das Schnellschlussventil (3MAA10 AA101), die Turbine von der Dampfzufuhr abschneidet.

Schnellschlussventil (3MAA10 AA101)

Das Schnellschlussventil sitzt in der Frischdampfleitung kurz vor dem Frischdampf-Stellventil (3MAA10 AA201) der Turbine.

Die Absperrarmatur ist dampfdicht an den Einströmgehäuseflansch montiert und wird hydraulisch betätigt. Zugeführtes Steueröl drückt den Hydraulikzylinder in die Öffnungsstellung. Der Ventilkolben wird direkt vom Hydraulikzylinder gesteuert. Im Schnellschlussfall fällt der Öldruck ab und das Ventil schließt mittels Tellerfedern im Bruchteil einer Sekunde.



Das Schnellschlussventil und die Sicherheitskette müssen in regelmäßigen Zeitabständen einer Schnellschlussprobe unterzogen werden.

Die Prüfung kann bei geplantem Abfahren der Anlage vorgenommen werden.

3.7.10.2 Elektrische Schutzeinrichtungen

Die elektrischen Schutzeinrichtungen beinhalten die folgenden Komponenten:

- Öldrucksicherung
- Überwachungsanlage

Allgemeines

Durch zweckmäßige Schaltung und Anordnung der elektrischen Schutzeinrichtungen wird eine größtmögliche Betriebssicherheit der Anlage erreicht.



Die Fern- oder NOT-STOP-Abschaltung ist über Software (PLS)¹ oder vom Regler direkt gesteuert.

Überwachungsanlage



Die Turbine ist mit einer Überwachungsanlage ausgerüstet, mit deren Hilfe die nachfolgenden Funktionen überwacht werden:

- Wellenposition
- Schwingungen Turbine vorn
- Schwingungen Turbine hinten
- Drehzahl
- Schwingungen Getriebe
- Schwingungen Generator hinten

Bei Überschreiten der eingestellten Grenzwerte wird ein Alarm ausgelöst.

Bei Überschreiten weiterer Grenzwerte wird zusätzlich der NOT-STOP ausgelöst.

Öldrucksicherung



Das Schmier- und Steuerölsystem wird jeweils durch zwei in der Öldruckleitung angeordnete Druckmessumformer, die mit der Turbinensteuerung verbunden sind, überwacht.

Vermindert sich der Öldruck unter einen eingestellten Grenzwert, so veranlasst die Turbinensteuerung die Abschaltung der Anlage, und der Turbinenregler löst den Schnellschluss aus. Schnellschluss- und Stellventil(e) schließen und die Turbine wird zum Stillstand gebracht. Sinkt während des Betriebes der Öldruck hinter den Schmierölpumpen auf einen definierten Wert² (s. Messstellenliste), so schaltet die Steuerung die jeweils andere Schmierölpumpe ein.

Bei einem weiteren definierten Öldruck³ schaltet die Steuerung die Not-Ölpumpe ein. Die erforderliche Ölversorgung der Lager während des Auslaufens ist hiermit gewährleistet.

¹ PLS: Prozessleitsystem

² Öldruck-Grenzwert Schmierölpumpen für aktuellen Dampfturbosatz: s. BHB Abschnitt 7.2 „MSR-Liste“

³ Öldruck-Grenzwert Not-Ölpumpeneinsatz für aktuellen Dampfturbosatz: s. BHB Abschnitt 7.2 „MSR-Liste“