



Gasturbinen-Verdichtereinheiten

für die Erdgasverdichterstationen
Olbernhau und Reckrod der Wingas



Das WINGAS-Pipelinetz

Die Wintershall Gas GmbH (WINGAS) hat einen Anteil von ca. 13 % am deutschen Erdgasmarkt. Sie bezieht das Gas vom größten Gasproduzenten der Welt, der russischen OAO GAZPROM. Die Verdichterstationen Olbernhau und Reckrod ergänzen das WINGAS-Pipelinetz mit seiner Länge von rund 1.800 km.

Das russische Erdgas gelangt zum einen über die polnische Grenze bei Frankfurt/Oder in die Verdichterstation Mallnow und wird von dort, seit der Inbetriebnahme 1999, über die JAGAL bei Rückersdorf in die STEGAL eingespeist. Zum anderen fließt russisches Erdgas über die tschechische Grenze in die Kompressorstation Olbernhau, wird hier komprimiert und über die STEGAL in die Verteiler- und Kompressorstation Reckrod geleitet.

1998 wurde das Leitungsnetz der WINGAS um die WEDAL zur Anbindung an das britische Gasnetz über den sogenannten Interconnector erweitert.

1999 wurde mit der JAGAL-North ein weiterer Abschnitt in Betrieb genommen, der den Anschluss des deutschen Netzes an die JAMAL-Leitung ermöglicht.

- vorhanden
- ... weitere Projekte
- vorhandener Untertagespeicher
- geplante Untertagespeicher

STEGAL... Sachse-Thüringen-Erdgas-Leitung
 MIDAL... Mitte-Deutschland-Anbindungs-Leitung
 WEDAL... West-Deutschland-Anbindungs-Leitung
 JAGAL... Jamal-Gas-Anbindungs-Leitung

Die Projekte Olbernhau und Reckrod

Beide Erdgasverdichterstationen zeigen einen nahezu identischen Aufbau: Das Kernstück jeder Anlage (Abb. 2) sind drei Maschinensätze, bestehend aus jeweils einer Gasturbine und einem Kompressor.

Bevor das Gas in die Kompressoren gelangt, werden über Filter und Separatoren vorhandene Flüssigkeiten und Staub abgeschieden.

Das bei der Kompression erwärmte Gas wird in Kühlern nachgekühlt. In verschiedenen Gebäuden befinden

sich eine Leitwarte (Kontrollraum), eine Werkstatt, ein Verwaltungsgebäude, die Brenngasaufbereitung für die Gasturbinen sowie eine Gas-mengenmessung.

Ein wichtiger Teil der Station Reckrod ist unterirdisch angeordnet: die Rohrleitungen und Einspeisventile für die Verteilung der Gasmengen in die verschiedenen Transportrichtungen. Bildlich gesprochen stellt dieser Anlagenteil einen „Verschiebebahnhof“ für das Gas dar.

Die Station Olbernhau unterscheidet sich, neben dem Verteilungsteil, durch eine Gastrocknungsanlage von der Station Reckrod.

1 WINGAS-Pipelinetz



Die Komponenten

1. Drei MAN TURBO Gasturbinen-Kompressoren-Maschinensätze: Das Herz der Anlage.
2. Filter-Separatoren: Sie trennen das Gas von Feststoffen und flüssigen Bestandteilen.
3. Gaskühler: Hinter den Kompressoren angeordnet, kühlen das bei der Verdichtung erwärmte Erdgas.
4. Zwei Notstromaggregate: Sie versorgen die Kompressorstation bei einem Ausfall des öffentlichen Netzes.
5. Werkstatt: Hier werden Wartungsarbeiten durchgeführt.
6. Verwaltungsgebäude: Die Büros für das Stationspersonal und, im integrierten Kontrollraum, die örtliche Leitzentrale sind hier untergebracht.
7. Brenngasaufbereitung: Sie sichert die Versorgung der Gasturbinen mit Brenngas der erforderlichen Qualität.
8. Einspeisventile: Sie erlauben eine Aufteilung der geförderten Gasmenge in die verschiedenen Erdgasleitungen.
9. Übergabestation: Ein Teil der Gasmenge wird hier für eine regionale Gasversorgungsgesellschaft zur Verfügung gestellt.

2 Verdichterstation Reckrod



Das Auftragspaket

Im Zuge des weiteren Ausbaus des Pipelinetzes der WINGAS erhielt MAN TURBO 1992 den Auftrag zur Lieferung, Montage und Inbetriebnahme von insgesamt sechs Gasturbinen-Verdichter-Einheiten für die zwei neuen Pipelinestationen Olbernhau und Reckrod.

Die Maschineneinheiten bestehen aus je einer Gasturbine THM 1304 mit umweltfreundlicher DLN-Technologie und einem Pipelineverdichter vom Typ RV 056. Der Auslegungsdruck der Verdichter beträgt 90 bar.

Die Kompressoren in Olbernhau wurden mit vier Laufrädern für ein Druckverhältnis von bis zu 2 ausgelegt, während die Verdichter in Reckrod mit je zwei bzw. drei Laufrädern für ein Druckverhältnis bis zu 1,7 ausgeführt wurden. Das technische Konzept ermöglicht die Umrüstung der Maschinen auf bis zu vier Laufrädern.

Im Zuge geänderter Gaslieferanforderungen der WINGAS wurde in 2001 eine Einheit durch MAN TURBO von Olbernhau nach Reckrod verlagert.

Der Lieferumfang der MAN TURBO umfasst folgende Baugruppen je Verdichtereinheit:

Gasturbinen-Package THM 1304-10

- Gasturbine mit DLN-Brennkammern
- Ansaugsystem
- Schallhaube
- Abgassystem
- Schmierölsystem
- Starter
- Brenngassystem
- Instrumentierung
- Feuerlöschanlage

Verdichter-Package

- Pipelineverdichter mit Gasdichtungen
- Grundrahmen mit Dichtungspanel
- begehbare Maschinenbühne
- Instrumentierung

Mess-, Steuer- und Regelungstechnik

- Einheitensteuerschrank
- Niederspannungsverteilung
- Pumpverhütungsventil
- Instrumentierung in den Prozessleitungen

Montage

- Montage von Gasturbine und Verdichter
- Montage des Zubehörs
- Verlegen aller Impulsleitungen und Entlüftungsleitungen
- komplette Verkabelung zwischen Einheit und Messwarte
- kalte und heiße Inbetriebnahme

Der Aufbau der Stationen

Maschinensätze

Die Bestandteile eines Maschinensatzes zur Gaskompression sind im Bild 3 ersichtlich: Die schadstoffarmen Brennkammern der Gasturbine nutzen für die Verbrennung eine spezielle Technik, den sogenannten Vormischbetrieb (DLN – Dry Low NO_x). Dabei werden Brenngas und Verbrennungsluft vor dem Eintritt in die Brennzonen gut vermischt. Dieses Verfahren reduziert die Schadstoffbelastungen in Form von Stickstoff und Kohlenmonoxid bis weit unterhalb der in Deutschland gesetzlich vorgeschriebenen Emissionswerte.

In der Hochdruckturbinen, die den Luftkompressor der Gasturbine antreibt, wird das heiße Gasgemisch zunächst auf einen Zwischendruck entspannt. Anschließend entspannt eine Nutzlleistungsturbine das Gasgemisch bis auf den Umgebungsdruck.

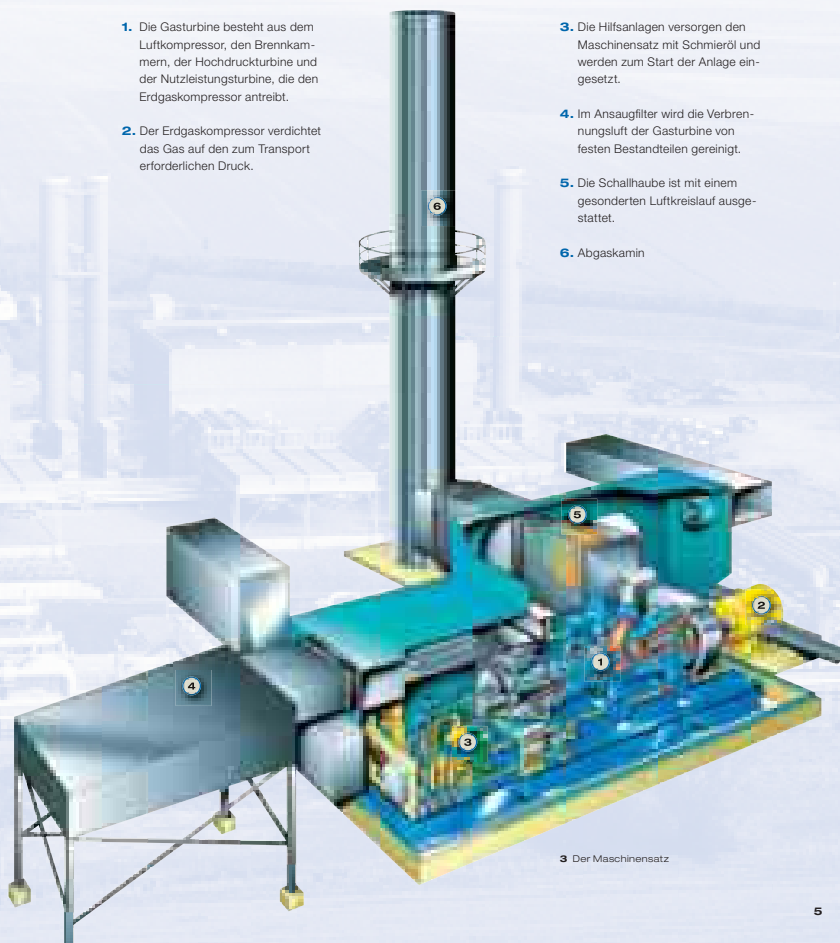
Die mechanische Energie wird über eine Kupplung zum Antrieb des Pipelinekompressors genutzt.

Der Pipelinekompressor besteht aus einem dickwandigen Gehäuse in Topbauweise: Die Abdichtung zu dem das Gehäuse verschließenden Deckel erfolgt in diesem Fall über eine vertikale Teilfuge.

Der Rotor mit den Radiallaufrädern wird in Gleitlagern geführt, und befindet sich im sogenannten Innengehäuse (Barrel). Das Innengehäuse wird in das Topgehäuse über eine Vorrichtung eingebracht. Die Dichtungen verhindern Leckagen an den Wellenaustritten.

1. Die Gasturbine besteht aus dem Luftkompressor, den Brennkammern, der Hochdruckturbinen und der Nutzlleistungsturbine, die den Erdgaskompressor antreibt.
2. Der Erdgaskompressor verdichtet das Gas auf den zum Transport erforderlichen Druck.

3. Die Hilfsanlagen versorgen den Maschinensatz mit Schmieröl und werden zum Start der Anlage eingesetzt.
4. Im Ansaugfilter wird die Verbrennungsluft der Gasturbine von festen Bestandteilen gereinigt.
5. Die Schallhaube ist mit einem gesonderten Luftkreislauf ausgestattet.
6. Abgaskamin



3 Der Maschinensatz

Pipelineverdichter

Die Erdgasverdichter wurden komplett auf ihren Grundrahmen aufgebaut geliefert, versehen mit allen Ölleitungen, Sperrgasleitungen und der Instrumentierung mit Verkabelung auf Klemmkästen (packaged unit).

Die kompakte, stabile Bauweise garantiert geringe Montagekosten und eine einfache Wartung. Die gesamte Aufstellung ist zur Aufnahme der Kräfte aus den angeschlossenen Rohrleitungen ausgelegt. Die korrekte Ausrichtung des Verdichters zur Turbine ist damit sichergestellt.

Die Lager und Dichtungen sind für Inspektion und Wartung leicht zugänglich. Das Verdichtergehäuse muss dafür nicht geöffnet werden (**Bild 4**).

Der Pipelineverdichter der MAN TURBO zeigt folgende Konstruktionsmerkmale:

- Verdichtergehäuse aus geschmiedetem Stahl
- Saug- und Druckstutzen mit 24"-Flanschen 600 lbs, seitlich gegenüberliegend angeordnet
- vertikale Teilfluge
- angeschraubter Deckel am nicht-angetriebenen Ende
- ausziehbares, inneres Bündel mit horizontaler Teilfluge
- Kippsegment Radial- und Axiallager
- Tandem-Gasdichtung mit Überwachungsschrank
- Membrankupplung mit Drehmomentenmesskupplung

Inneres Bündel

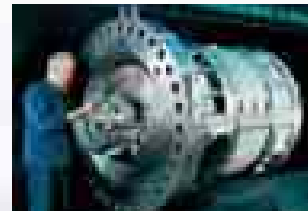
Zum inneren Bündel zählen alle strömungsführenden Kanäle. Die Einbauten bestehen jeweils aus Ober- und Unterteil. Ist der Rotor eingelegt, werden die Einbauten an der horizontalen Teilfluge zum so genannten inneren Bündel verschraubt (**Bilder 5 und 6**).

Dieses wird dann in axialer Richtung in das Außengehäuse mittels einer Ein- und Ausbauvorrichtung eingebaut.

4 Montage des Pipelineverdichters



5 Schnittzeichnung des inneren Bündels



6 inneres Bündel mit horizontaler Teilfluge

Betriebsbedingte Anpassungen

Der Pipelinekompressor der MAN TURBO ermöglicht durch sein modulares Design die Anpassung an geänderte Betriebsbedingungen.

1997 machten die geänderten Betriebsbedingungen der Station Reckrod eine Erhöhung des Druckverhältnisses der Pipelinekompressoren erforderlich. Die beiden dreistufigen Verdichter erhielten deshalb ein zusätzliches Laufrad.

Die wartungsfreundliche Konzeption der MAN TURBO Pipelinekompressoren und die bereits vorab gefertigten zusätzlichen Laufräder ermöglichen hierbei einen Umbau innerhalb kürzester Zeit.

Vor Ort wurde unter Leitung des MAN TURBO Service das innere Bündel gezogen. Die Umbauarbeiten, inkl. der Wuchtung des Rotors, wurden anschließend in der Werkstatt in Oberhausen durchgeführt.

Der Einbau des gesamten inneren Bündels, einschließlich Probetrieb, konnte innerhalb von nur zehn Tagen absolviert werden. Im Rahmen der Montage mussten weder die Prozessleitungen gelöst, noch der Verdichter von seinem Fundament genommen werden.

Nach einer Umbauzeit von jeweils drei bzw. fünf Wochen waren die Verdichter wieder betriebsbereit.

1999 konnte die modulare Konstruktion der Pipelinekompressoren ihre Flexibilität erneut unter Beweis stellen: Die Anpassung an geänderte Betriebsbedingungen beider Stationen erfolgte, indem das komplette innere Bündel des zweistufigen Kompressors von Reckrod mit einem der vierstufigen Einbauten der Station Obernau getauscht wurde. Eine Voraussetzung dafür war natürlich, dass trotz unterschiedlicher Betriebsbedingungen für Obernau und Reckrod identische Verdichtergehäuse zum Einsatz gekommen sind. Ohne die Fertigung

neuer Teile konnte der Umbau daher innerhalb von 18 Tagen und ohne Ausbau der Verdichtergehäuse in beiden Stationen durchgeführt werden.

Wellendichtung

Die Verdichter in Obernau und Reckrod sind mit Tandem-Gasdichtungen ausgerüstet. Ein umfangreiches Überwachungssystem stellt die Versorgung der Dichtungen mit gefiltertem Erdgas als Spermedium sicher.

Die für die Funktion der Gasdichtung erforderlichen, geringen Gasleckagen werden über das Dach abgeleitet. Anhand der Leckagemengen und der Leckagedrücke wird die Funktion der Gasdichtung überwacht.

Zur sicheren Trennung der Gasdichtung vom Lageröl wird zwischen Lagerbock und Gasdichtungsraum Luft als Spermedium aufgegeben.



Leittechnik – Automation

Der Betreiber WINGAS steuert und regelt das gesamte in Bild 1 gezeigte Rohrleitungssystem über eine zentrale Leitstelle in Kassel.

Um jede der Kompressorstationen unbemannt fahren zu können, ist ein System aus Steuer- und Leittechnik erforderlich: Ausgehend von der Leitzentrale des Pipelinenetzes greift das System auf die jeweilige Station und anschließend auf den entsprechenden Maschinensatz zu (Bild 7).

Die Einheitenleittechnik (Bild 8) besteht aus dem von der MAN TURBO entwickelten turbolog® DSP-System und der Standardbrenngasregelung der Gasturbine. Die Einheitenleittechnik beinhaltet alle für Steuerung, Regelung, An- und Abfahren der Gasturbine erforderlichen Bauteile, An- und Abfahrsequenzen für Verdichter und Einheitenarmaturen mit angrenzenden Rohrleitungen sowie alle zur Überwachung und Regelung des Kompressors erforderlichen Einrichtungen, wie z. B. der Umblaserregelung, Schwingungsüberwachung, Temperaturanzeigen, Alarmtableaus usw.

Die dazu erforderliche Software umfasst:

- Steuerung und Überwachung aller Antriebe
- An- und Abfahrsteuerung
- Überwachung und Schutz der Einheit nach DVGW-Regelwerk
- Pumpschutz und Pumpgrenzregelung des Verdichters
- Aufarbeiten aller Messwerte
- Ermittlung des Durchflusses und der Förderhöhe zur Kennfelddarstellung
- Meldeerfassung und Aufbereitung

In der Bedieneinheit mit Monitor und Bedientastatur werden die unterschiedlichen Prozessbilder dargestellt, wie z. B.:

- Anlagenschema
- Brenngasschema
- Turbinenschema
- Verdichterschema
- Verdichter-Kennfeld
- Översorgung für Turbine und Verdichter
- Sperrgassystem
- Schwingungen etc.

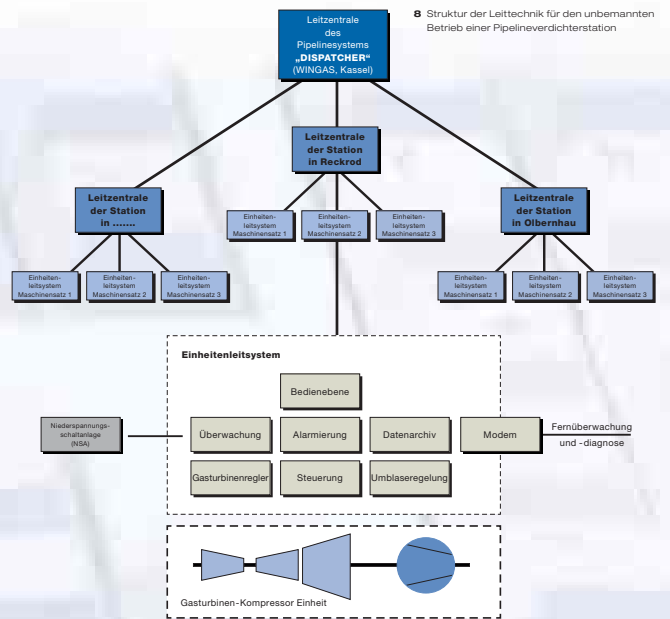
Die umfangreichen Tests der Einheitenleitsysteme im Herstellerwerk bestätigen deren Zuverlässigkeit.

Die Übertragung der Daten an die übergeordnete Stationsautomatik erfolgt über geeignete Schnittstellen.

7 Komplett Ansicht der Einheitenleittechnik



8 Struktur der Leittechnik für den unbemannten Betrieb einer Pipelineverdichterstation





● Verdichterstation Olbernhau

Montage

Die Gasturbinen und Kompressor-einheiten wurden als verrohrte und verkabelte Einheiten ausgeführt.

Dies erleichterte die Montage der Maschinensätze in der Anlage. Die Inbetriebnahme und der Probetrieb der ersten sechs kompletten Einheiten fanden 1993 und 1994 statt.

Ausblick

Die beiden Stationen haben bis zum Jahr 2002 ca. 250.000 Betriebsstunden absolviert.

Sie werden auch in Zukunft eine wichtige Rolle im Netz der WINGAS spielen.



MAN Turbomaschinen AG
Steinbrinkstrasse 1
46145 Oberhausen
Tel. +49. 208. 6 92-01
Fax +49. 208. 6 92-20 19
www.manturbo.com

MAN Turbomaschinen AG
Egellsstrasse 21
13507 Berlin
Tel. +49. 30. 440 402-0
Fax +49. 30. 440 402-2000

Änderungen, bedingt durch den
technischen Fortschritt, vorbehalten.
Printed in Germany.
April 2003

TURBO 928 d 0303 1,0 ba

MAN Turbomaschinen AG
Schweiz
Hardstrasse 319
8023 Zürich / Schweiz
Tel. +41. 1. 278-22 11
Fax +41. 1. 278-29 89

MAN Turbomacchine S.r.l.
De Pretto
Via Daniele Manin 16/18
36015 Schio (VI) / Italien
Tel. +39. 0445. 6 91-5 11
Fax +39. 0445. 5 11-1 38



WINGAS GmbH
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Friedrich-Ebert-Strasse 160
34119 Kassel
Tel. +49. 561. 3 01-33 30
Fax +49. 561. 3 01-33 2
www.wingas.de