NA - Project Guide

Turbocharger

Engineering the Future – since 1758.

MAN Diesel & Turbo

Project Planning Manual
Projektierungshandbuch
NA series/NA-Reihe

Mit unseren Projektierungshandbüchern erhalten Kunden, Besteller und Planungsbüros Hinweise und technische Daten für den Einsatz von Turboladern.

Durch Änderungen, die aus der stetigen Weiterentwicklung folgen, hat der Inhalt nur eine begrenzte Zeit Gültigkeit. Bitte achten Sie darauf, daß Sie für verbindliche Planungsarbeiten die jeweils jüngste Fassung zur Verfügung haben. Im Einzelfall gelten die Angaben der Angebotsspezifikation bzw. die Unterlagen, die Ihnen zur Auftragsabwicklung zugesandt werden.

Status 1/98

Our project planning manuals provide customers, orderers and consultants with notes and technical data for the application of turbochargers.

On account of the modifications associated with upgrading, the content will remain firm for a limited time only. Please consider that in case of binding project works you have on your disposal the latest edition. In individual cases the quotation specification or the documents which will be sent to you for order processing are valid.

Status 1/98

MAN B&W Diesel AG • D-86135 Augsburg • P.O.Box 100080 • Telephone (0821) 322-0 • Telex 53796-0 man d

Inhaltsverzeichnis

Table of Contents

	Abschnitt		Chapter
Allgemeines	0100.02	General	0100.02
Geschichte	0110.00	History	0110.00
Marktakzeptanz	0115.00	Market acceptance	0115.00
Abgasaufladung	0120.00	Exhaust gas turbocharging	0120.00
Motorbetriebsarten	0130.02	Engine operating modes	0130.02
Bezeichnungen	0140.02	Designation	0140.02
Konstruktionsunterschiede	0145.02	Design differences	0145.02
Einsatzbereiche	0150.02	Range of application	0150.02
Konstruktionsmerkmale	0160.02	Design features	0160.02
Typenschild	0180.00	Type plate	0180.00
Konstruktion	0200.02	Design	0200.02
Schnittansicht NA/S	0210.02	Sectional view NA/S	0210.02
Schnittansicht NA/T9	0220.02	Sectional view NA/T9	0220.02
Hauptbauteile	0230.00	Main components	0230.00
Lagergehäuse	0240.02	Bearing casing	0240.02
Lager	0250.02	Bearings	0250.02
Schmierölversorgung	0260.02	Lubrication supply	0260.02
Verdichtergehäuse	0263.02	Compressor casing	0263.02
Verdichterrad	0266.02	Compressor wheel	0266.02
Schalldämpfer	0269.02	Silencer	0269.02
Ansauggehäuse	0272.00	Air intake casing	0272.00
Turbinengehäuse	0275.02	Turbine casing	0275.02
Düsenring und Deckring	0278.02	Nozzle ring / shroud ring	0278.02
Turbinenläufer	0281.02	Turbine rotor	0281.02
Systeme	0300.02	Systems	0300.02
Schmierölsystem	0310.02	Lube oil system	0310.02
Betriebsstoffvorschrift Schmieröl	0315.00	Specification lube oil	0315.00
Schmierölschema NA/T	0320.02	Lube oil diagram NA/T	0320.02
Schmierölschema NA/S	0330.02	Lube oil diagram NA/S	0330.02
Schmierölablauf	0340.00	Lube oil drain	0340.00
Sperrluftsystem	0350.02	Sealing air system	0350.02
Zusatzeinrichtungen	0400.02	Accessories	0400.02
Jet Assist	0410.02	Jet Assist	0410.02
Verdichterreinigung	0420.02	Compressor cleaning	0420.02
Turbinenreinigung	0430.02	Turbine cleaning	0430.02
Korrosionsschutz	0440.00	Corrosion protection	0440.00
Werkzeugsatz	0460.02	Set of tools	0460.02
Notbetrieb	0470.02	Emergency operation	0470.02
Projektierungsdaten	0500.02	Project planning data	0500.02
Leistungsbereiche	0510.02	Output ranges	0510.02
Bereichskennfelder	0515.02	Range of application	0515.02
Technische Daten Turbolader	0525.02	Technical data turbochargers	0525.02

Technische Daten Nutzturbinen	0525.05	Technical data power turbines	0525.05
Zulässige maximale Belastungen	0532.02	Allowable maximum loads	0532.02
Zulässige Neigungen	0535.02	Permissible inclination	0535.02
Zul. Schwingbeschleunigungen	0545.02	Permissible vibration acceleration	0545.02
Schalldruckpegel-Diagramm	0550.02	Noise level diagram	0550.02
Hauptabmessungen u. Gewichte Turbolader	0560.02	Main dimensions and weights turbochargers	0560.02
Hauptabmessungen u. Gewichte Nutzturbinen	0560.05	Main dimensions and weights power turbines	0560.05
Gehäusepositionen	0565.02	Casing positions	0565.02
Maschinenraumplanung	0580.02	Engine room planning	0580.02
Turboladertransport	0583.02	Turbocharger transportation	0583.02
Abgassystem	0585.00	Exhaust gas system	0585.00
Abgasleitungsanschluß	0588.02	Exhaust gas pipe installation	0588.02
Einbau von Versorgungsschläuchen	0590.02	Installation of supply hoses	0590.02
Messen und Anpassen	0600.02	Measuring and matching	0600.02
Auslegungsphilosophie	0610.02	Layout philosophy	0610.02
Rotordrehzahl NA/T	0615.02	Rotor speed NA/T	0615.02
Rotordrehzahl NA/S NA/T9	0620.02	Rotor speed NA/S NA/T9	0620.02
Messung der Luftmenge	0625.02	Air amount measurement	0625.02
Anpassung	0630.00	Matching procedure	0630.00
Prüfen der Pumpstabilität	0635.00	Surge stability test	0635.00
Turboladerwirkungsgrad	0640.00	Turbocharger efficiency	0640.00
Definitionen Turbolader Wirkungsgrad	0645.00	Definitions turbocharger efficiencies	0645.00
Qualitätssicherung	0700.02	Quality assurance	0700.02
Qualitätssystem DNV-Zertifikat	0710.00	DNV-certificated quality system	0710.00
Qualitätssicherungsverfahren	0720.02	Quality assurance procedure	0720.02
Turbolader-Service	0800.02	Turbocharger service	0800.02
Service-Erfahrungen	0810.02	Service experience	0810.02
Wartungsaufwand	0820.02	Maintenance effort	0820.02
Inspektionszeiten	0830.02	Inspection times	0830.02
Weltweiter Turbolader-Service	0840.00	Turbocharger service worldwide	0840.00
Ausbildungskurse	0850.00	Training courses	0850.00
Technische Dokumentation	0860.02	Technical documentation	0860.02
Bestellung von Ersatzteilen	0870.00	Ordering of spare parts	0870.00

	Abschnitt		Chapter
Geschichte	0110.00	History	0110.00
Marktakzeptanz	0115.00	Market acceptance	0115.00
Abgasaufladung	0120.00	Exhaust-gas turbocharging	0120.00
Motorbetriebsarten	0130.02	Engine operating modes	0130.02
Bezeichnungen	0140.02	Designation	0140.02
Konstruktionsunterschiede	0145.02	Design differences	0145.02
Einsatzbereiche	0150.02	Range of applications	0150.02
Konstruktionsmerkmale	0160.02	Design features	0160.02
Typenschild	0180.00	Type plate	0180.00

Sechzig Jahre Erfahrung mit Turbolader-Konstruktion und -Fertigung

Der erste MAN-Turbolader wurde zwischen 1934 und 1936 konstruiert. Damals bereits waren die abgasführenden Gehäuse ungekühlt, bis heute eines der Hauptmerkmale unserer modernen MAN B&W-Hochleistungs-Turbolader.

Einige Jahre später wurden die außenliegenden Rollenlager ersetzt durch Gleitlager, die zwischen Kompressor und Turbine angeordnet sind.

1934 - 1936
Konstruktion des allerersten MAN-Turboladers A42,5/28 (mit außenliegenden Rollenlagern und ungekühlten Gasgehäusen)

1939
Erster serienmäßig gebauter Turbolader A30/20/4,3 für MAN-Motor G6V28,4/42

1943
Probelauf eines MAN-Zweitakt-Testmotors mit MAN-Turbolader mit innenliegenden Gleitlagern

1951
Fertigung eines einwelligen, zweistufigen Turboladers V8R1551 für den MAN-Motor V24/30

1951
MAN-Turbolader T47V33 mit zehnstufigem Axialkompressor und fünfstufiger Axialturbine zur Hochaufladung des MAN-Testmotors K6V30/45 (mittlerer effektiver Druck = 15,6 bar). Ein Druckverhältnis von 3,0 wurde erreicht, und der Gesamtwirkungsgrad des Turboladers betrug ca. 57 % einschließlich Zwischenkühlung.

1955
Einführung der ersten Radialturbolader der Baureihe NR

1976
Entwicklung eines zweistufigen, zweiwelligen Turboladeraggregates für Druckverhältnisse über 6.

Sixty years of experience in turbocharger design and production

The first MAN turbocharger was designed between 1934 and 1936. At that time already it had uncooled exhaust gas housings, up to today still one of the main features of the most modern MAN B&W high-efficiency turbochargers.

A few years later the outboard roller bearings were replaced by plain bearings situated between compressor and turbine.

1934 - 1936
Design of the very first MAN turbocharger A42,5/28 (with outboard roller bearings and uncooled gas housings)

1939
First serial built turbocharger A30/20/4,3 for MAN engine G6V28,4/42

1943
Test run of a two-stroke MAN test engine with MAN turbocharger with inboard plain bearings

1951
Manufacture of a two-stage, single-shaft turbocharger V8R1551 for MAN engine V24/30

1951
MAN turbocharger T47V33 with a ten-stage axial compressor and a five-stage axial turbine supercharged MAN's test engine K6V30/45 (bmep = 15.6 bar). The pressure ratio achieved was 3.0 and the overall turbocharger efficiency was approx. 57 % including intermediate cooling.

1955
Introduction of the first NR-type radial-flow turbocharger

1976
Development of a two-stage, two-shaft turbocharger set for pressure ratios of more than 6.

Markteinführung der Axialturbolader der Serie NA (NA/N, später NA/T) für hohe Wirkungsgrade.

Market introduction of the high-efficiency NA-type axial-flow turbochargers (NA/N, and later NA/T)

1984
Markteinführung der Radialturbolader der Baureihe NR/R für hohe Wirkungsgrade.

1984
Market introduction of the high-efficiency NR/R-type radial turbochargers

1988
Markteinführung der Nutzturbine der Baureihen PT und PTG

1988
Market introduction of the power turbine series PT and PTG

1991 - 1994
Markteinführung der vollständig ungekühlten Turbolader-Baureihe NA/S für höhere Druckverhältnisse (4,5) und Durchsatzmengen, sowie der Baureihe NA/T9

1991 - 1994
Market introduction of the completely water-free turbocharger series NA/S for increased pressure ratios (4.5) and volume flows, as well as the NA/T9 series

1994
Markteinführung des NR20/S, des ersten einer neuen Reihe von ungekühlten Radial-Turboladern für höhere Druckverhältnisse (4,5) und erweiterten Bereichsgrenzen.

1994
Market introduction of NR20/S, the first unit of a new series of uncooled radial-flow turbochargers for increased pressure ratios (4.5) and extended capacity limits

Besonderer Meilenstein, der im Jahre 1982 durch Verwendung von MAN B&W-Turboladern erreicht wurde:

Special milestone achieved 1982 by using MAN B&W turbochargers:

<u>50-%-Grenze des Motorgesamtwirkungsgrades überschritten.</u>

<u>50 % Barrier of engine total efficiency broken</u>

Im Jahre 1982 wurde ein von Mitsui, Tamano/Japan, in Lizenz gebauter MAN B&W-Zweitaktmotor 6L90GBE, der mit 2 MAN B&W-Turboladern NA70 ausgerüstet war, unter Parametern getestet, die außerhalb des Nennbereiches variiert wurden.

In 1982 an MAN B&W two-stroke engine 6L90GBE built under license by Mitsui, Tamano/Japan and fitted with two MAN B&W turbochargers NA70, was tested with parameters varied outside the nominal range.

Bei diesem Test gelang eine Absenkung des Kraftstoffverbrauches bis auf 123 g/PSh, was einem Gesamtwirkungsgrad von 50,7 % entspricht.

In this test a fuel consumption of down to 123 g/HP.h was measured. This corresponds to a total efficiency of 50.7 %.

Dieser Motor (mit seinen besonders optimierten Turboladern) konnte als allererster die 50-%-Grenze für den Gesamtwirkungsgrad von Dieselmotoren durchbrechen.

This particular engine (with its particular turbochargers) was the first ever to break the 50 % total efficiency barrier in practice.

Marktakzeptanz von MAN B&W Turboladern

Market Acceptance of MAN B&W Turbochargers

Seit mehr als 60 Jahren werden bei MAN B&W Abgasturbolader entwickelt und gefertigt.

MAN B&W baut zwei Reihen modernster Turbolader mit hohem Wirkungsgrad:

- Baureihe NR mit Radialturbine
- Baureihe NA mit Axialturbine

Die Baureihe NR mit Radialturbine umfaßt 7 Baugrößen für Motorleistungen von ca. 400 kW bis 4700 kW je Turbolader.

Die Turbolader-Baureihe mit Axialturbine umfaßt 6 Baugrößen und deckt einen Leistungsbereich bis 24 500 kW aufgeladener Motorleistung je Turbolader ab.

MAN B&W Diesel ist heutzutage einer der wichtigsten Hersteller von modernen, leistungsstarken Turboladern führender, richtungsweisender Konzeption. Das weltweite Netz von Lizenznehmern trägt erheblich zu diesem Erfolg bei.

Von MAN B&W gebaute Turbolader sind heute an Zweitakt- und Viertaktmotoren in allen Teilen der Welt in Betrieb. Sowohl von der MAN B&W-Gruppe gebaute Motoren als auch Motoren anderer Hersteller sind damit ausgerüstet.

Moderne MAN B&W-Turbolader und Nutzturbinen können jeder internationalen Konkurrenz standhalten und genügen allen Forderungen, die heute an Turbolader und Nutzturbinen für Zweitakt- und Viertaktmotoren gestellt werden.

MAN B&W-Turbolader haben sich bei den unterschiedlichsten Betriebsbedingungen an Schiffshauptmotoren, Hilfsmotoren oder in stationären Anlagen gleichermaßen bewährt. Zuverlässigkeit, Wartungsfreundlichkeit sowie lange Inspektions-Intervalle, vor allem unter härtesten Schwerölbetriebsbedingungen, sind in jahrzehntelanger Erfahrung bestätigt worden. Zahllose Referenzanlagen mit ca. 30 000 Turboladern, wovon nahezu 1500 NA-Turbolader allein an MAN B&W-Zweitaktmotoren angebaut sind, bestätigen die Marktakzeptanz von MAN B&W-Produkten.

MAN B&W have been developing and manufacturing exhaust-gas turbochargers for more than 60 years.

MAN B&W builds two series of most modern high-efficiency turbochargers:

- the NR-series with radial-flow turbine
- the NA-series with axial-flow turbine

The NR-series with radial flow turbine comprises 7 sizes for engine outputs from approx. 400 kW up to 4,700 kW per turbocharger.

The turbocharger series with axial-flow turbine comprises 6 sizes covering an output range up to 24,500 kW of turbocharged engine output per turbocharger.

MAN B&W Diesel is today one of the most significant manufactures of modern and efficient turbochargers, with a leading and trendsetting concept. The world-wide licensee network contributes considerably to this success.

Turbochargers of MAN B&W design are today in operation all over the world on two-stroke and four-stroke engines. They are mounted on engines built by the MAN B&W group, as well as on engines from other manufacturers.

Modern MAN B&W turbochargers and power turbines match all international competition and meet all the demands which are made of turbochargers and power turbines for two-stroke and four-stroke engines today.

MAN B&W turbochargers have proved their worth under varying operating conditions, whether on marine main engines, auxiliary engines, or in stationary plants. Reliability, ease of maintenance, as well as long intervals between inspections especially in toughest heavy fuel operation, have been proved during decades of experience. Through countless reference plants with approximately 30,000 turbochargers, of which nearly 1,500 NA-turbochargers alone are mounted on MAN B&W two-stroke engines, the market acceptance of MAN B&W products is certainly confirmed.

Grundsätzliche Möglichkeiten

Staudruckaufladung:

Die Abgase aller Zylinder werden in eine gemeinsame Abgas-Sammelleitung relativ großen Durchmessers geleitet und gelangen von dort in die Turbine des Turboladers (einstutziges Turbinenzuströmgehäuse).

Stoßdruck-Aufladung (Stoßaufladung):

Die aus den einzelnen Zylindern austretenden Abgase strömen durch mehrere enge Abgasrohre. Die Rohre der einzelnen Zylinder werden zu gemeinsamen Abgasleitungen verbunden, die in das Turbinenzuströmgehäuse des Turboladers münden.

Spezielle Varianten:

Pulsekonverter
Multistoß-Aufladung
MPC-Aufladung

MAN B&W-Turbolader können für alle Aufladesysteme verwendet werden.

Basic possibilities

Constant-pressure turbocharging:

The exhaust gases from all cylinders flow into a common exhaust manifold of fairly large diameter and from there to the turbine of the turbocharger (one-entry turbine inlet).

Pulse-pressure turbocharging (pulse turbocharging):

The exhaust gases leaving the various cylinders flow through several narrow exhaust pipes. The pipes of individual cylinders are connected to common exhaust ducts entering the gas admission casing of the turbocharger.

Special variants:

Pulse converter
Multi pulse
Modular pulse converter (MPC)

MAN B&W turbochargers can be used for all charging systems.

Motorbetriebsarten

Engine Operating Modes

Man unterscheidet folgende Betriebsarten:

- Generatorkurve (konstante Motordrehzahl)
- Propellerkurve
- Propellerkurve bei reduzierter Motordrehzahl
- Fahrzeugmotorkurve

In das Verdichter-Kennfeld des Turboladers eingetragen, ergeben die obengenannten Einsatzarten unterschiedlich steile Betriebslinien.

In welcher Betriebsart auch immer der Motor für einen bestimmten Einsatzzweck gefahren wird, ist stets ein sicherer Pumpabstand erforderlich (Unterschied zwischen Pumpgrenze und Betriebslinie). Dies wird sichergestellt durch entsprechende Auslegung von Verdichter und Nachleitapparat.

The following operating modes are possible:

- Generator curve (constant engine speed)
- Propeller curve
- Propeller curve at reduced engine speed
- Traction curve

Plotted in the turbocharger's compressor map, above application modes result in differently inclined operating lines.

Whatever the engine operating mode for a given application is, there always must be a safe surge margin (difference between surge limit and operating line). This is ensured by proper layout of compressor and diffuser.

Bezeichnungen von Turboladern der Baureihe NA

Designation of NA Type Turbochargers

Axialturbolader:

NA 57 / T O 9024
NA 57 / T M 9028
NA 34 / S O 1015
NA 34 / S M 1016

N	Buchstabe für den Begriff "Norm"
A	Axialturbine
57	Turbolader-Baugröße (Angabe der Verdichterradgröße)
T o. S	Konstruktionsstand (T9 o. S = neueste Ausführung)
O	ohne Dämpfungsdraht
M	mit Dämpfungsdraht
9024) **9028)** **1015)** **1016)**	Spezifikationsnummern

Axial turbochargers:

NA 57 / T O 9024
NA 57 / T M 9028
NA 34 / S O 1015
NA 34 / S M 1016

N	for the German word "Norm" = standard
A	for axial-flow turbine
57	frame size (indication of the size of the compressor wheel)
T or S	for the design status (T9 or S = latest design)
O	without lacing wire
M	with lacing wire
9024) **9028)** **1015)** **1016)**	specification numbers

Konstruktionsunterschiede von NA-Turboladern

Design Differences of NA-Turbochargers

Typ	Geo-metrie	Verdichterrad	Max.Druck-verhältnis	Lager-gehäuse	Turbinenbe-schaufelung
NA/T	7.2	einteilig, 11 Haupt- u. 11 Zwischenschaufeln	4.0	wassergekühlt	Standard-ausführung
NA/T	8.1	einteilig 17 Hauptschaufeln	4.0	wassergekühlt	Standard-ausführung
NA/T	8.2	einteilig, 10 Haupt- u. 10 Zwischenschaufeln	4.0	wassergekühlt	Standard-ausführung
NA/T9	7.2 8.3	wie T, jedoch 5% größerer Raddurchmesser einteilig 9 Haupt- und 9 Zwischenschaufeln	4.0	wassergekühlt	neue S-Ausführung 66 Schaufeln
NA/S	---	wie NA/T9 aber andere Rückenkontur	4.5	wasserfrei	neue S-Ausführung 66 Schaufeln

Typ	Design	Compressor wheel	Maximum pressure ratio	Bearing casing	Turbine blading
NA/T	7.2	single-part, 11 long plus 11 splitter blades	4.0	water-cooled	standard de-sign
NA/T	8.1	single-part 17 long blades	4.0	water-cooled	standard de-sign
NA/T	8.2	single-part, 10 long plus 10 splitter blades	4.0	water-cooled	standard de-sign
NA/T9	7.2 8.3	same as T, but 5% larger wheel diameter single-part 9 main- and 9 interm.-blades	4.0	water-cooled	new S-type 66 blades
NA/S	---	same as NA/T9 but different rear	4.5	water-free	new S-type 66 blades

Turbinenwelle und Turbinenscheibe werden durch Reibschweißen verbunden. Turbolader der Baureihe NA/T9 und NA/S haben turbinenseitig Lager mit schwimmender Büchse. Alle Turbolader sind ausgelegt für eine maximale Turbineneintrittstemperatur von 650 °C.

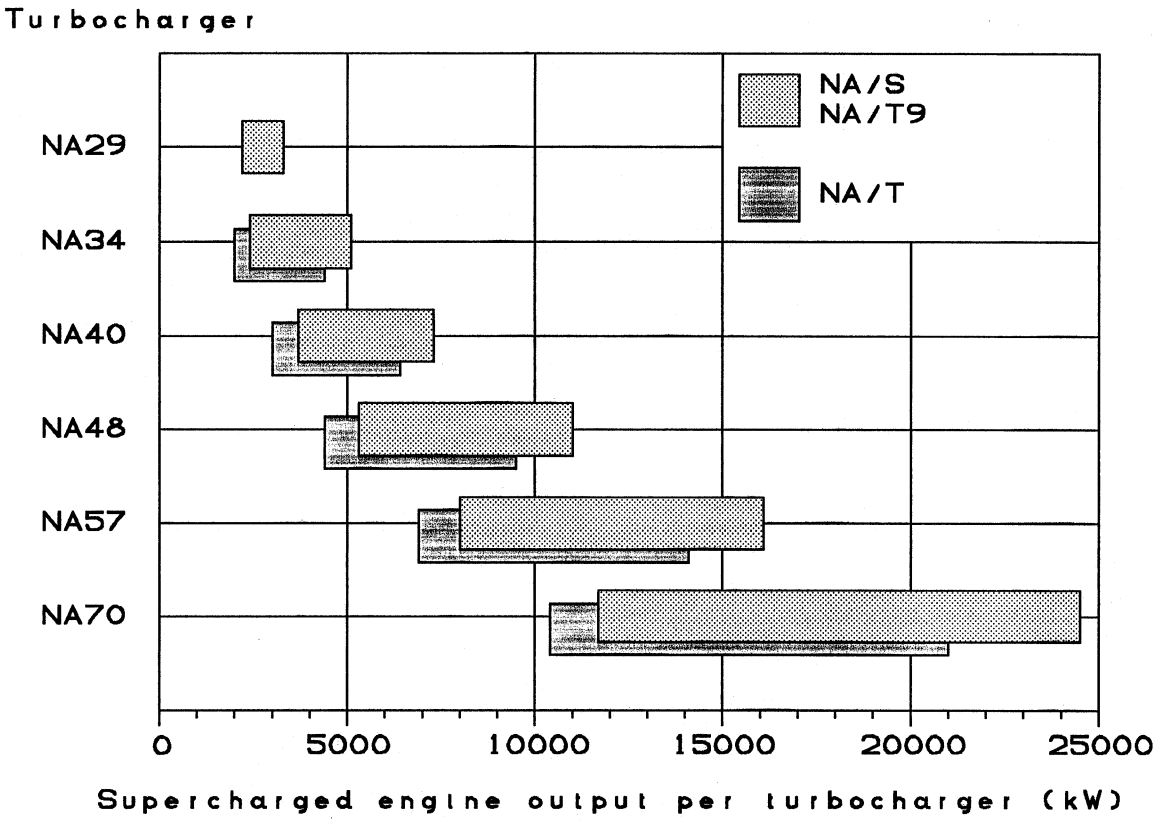
Turbine shaft and turbine disc are connected by friction-welding. Turbochargers of the NA/T9 and NA/S-types feature floating turbine-side bearings. All turbochargers are designed for maximum turbine inlet temperatures of 650 °C.

Weiter Einsatzbereich

Wide Range of Application

Die von MAN B&W Diesel und deren weltweiten Lizenznehmern konstruierten und gefertigten modernen Turbolader können für die Aufladung von Zweitakt- und Viertakt-Diesel- und -Gasmotoren in einem Leistungsbereich zwischen 400 und nahezu 24 500 kW je Turbolader eingesetzt werden.

Modern turbochargers designed and manufactured by MAN B&W Diesel and their worldwide licensees can be used for charging two- and four-stroke Diesel and gas engines in an output range between 400 and nearly 24,500 kW per turbocharger.



Obiges Schaubild gibt die Leistungsbereiche der MAN B&W-Axialturbolader wieder.

Above diagram illustrates the capacity ranges of MAN B&W axial-flow turbochargers.

Innenliegende Lagerung

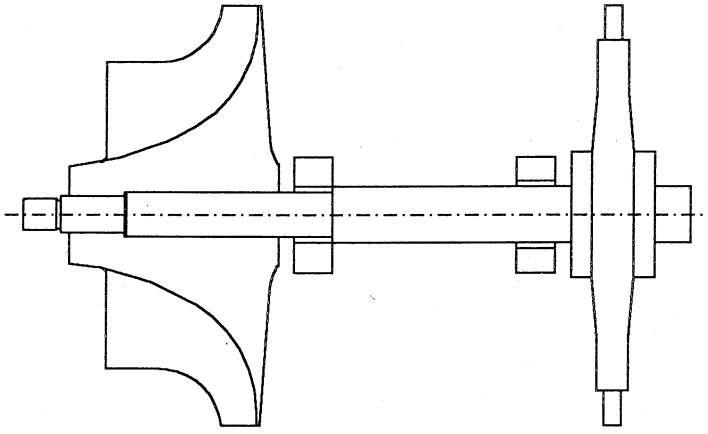
daher

- Ideale, axial gerichtete Luftströmung zum Verdichterrad und Abgasströmung zum Düsenring und zur Turbine
- Kurzer Lagerabstand (siehe Skizze unten), daher exakte Ausrichtung des Rotors, kritische Rotor-Drehzahlen außerhalb des Betriebsdrehzahlbereiches
- Kurzer Rotor hoher Steifigkeit mit niedrigem Trägheitsmoment, daher gutes Beschleunigungsverhalten
- Alle beschaufelten Bauteile sehr gut zugänglich für Inspektion und Reinigung

Inboard bearing arrangement

resulting in

- ideal axial admission of the air to the compressor wheel and of the exhaust-gases to the nozzle ring and the turbine
- short bearing distance (see sketch below), therefore exact alignment of the rotor, critical rotor speeds outside the operating speed range
- short and stiff rotor with low moment of inertia, therefore good acceleration response
- excellent access to all bladed components for inspection and cleaning



Innenliegende Gleitlager(NA Turbolader)
Inboard plain bearings (NA turbochargers)

Schmierung über das Motor-Schmierölsystem *

daher

- nur eine Schmierölsorte für Motor und Turbolader
- Wegfall von Turbolader-Ölkühlern, -Pumpen und -Filtern
- kein Schmierölwechsel beim Turbolader erforderlich
- gleichzeitig Kühlung und Schmierung

* Obgleich nicht unser Standard und daher von uns nicht ausdrücklich empfohlen, können unsere Turbolader auch mit einem unabhängigen Schmierölsystem arbeiten.

Ungekühlte (= wasserfreie) Turbinengehäuse

daher

- Kein Energieverlust (bessere Wärmegewinnung dank höherer Turbinenaustrittstemperaturen)
- Einwandige Gehäuse mit geringem Gewicht
- Keine Kondenswasserbildung und daher keine Korrosion der Gehäuse im Schweröl-betrieb

All diese Merkmale sind seit dem Jahre 1943 unverändert.

Lubrication by the engine's lube oil supply system*

resulting in

- only one quality of lube oil for engine and turbocharger
- no need for turbocharger oil coolers, oil pumps and oil filters
- no lube oil change on turbocharger required
- simultaneous cooling and lubrication

* Although not standard and consequently not expressly recommended by us, our turbochargers can also be operated with an independent lube oil system.

Uncooled (= water-free) turbine casings

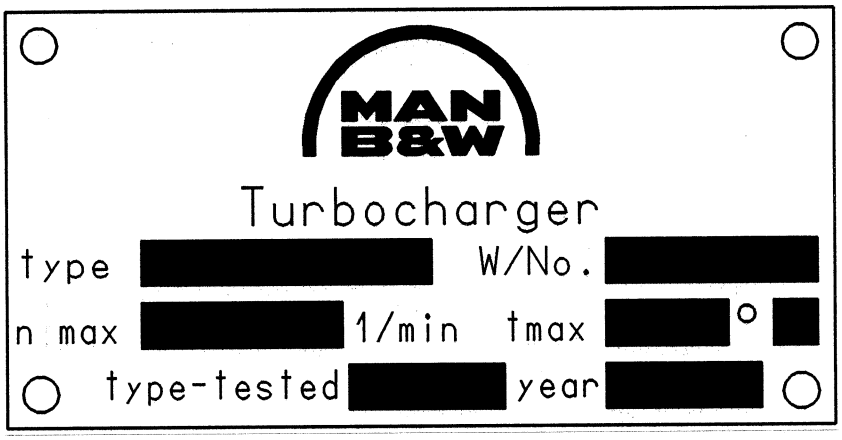
therefore

- no extraction of energy (better heat recovery due to higher turbine outlet temperatures)
- low-weight single-walled casings
- no corrosion of casings by condensate in HFO operation

All these features are standard since 1943.

Typenschild

Type Plate



Befestigt mit vier Stiften an einer besonders hierfür vorgesehenen vorspringenden Fläche am Austrittsflansch des Verdichtergehäuses.

Farbe: Schwarz mit Schriftzeichen und Feldern in Aluminiumsilber

Das Schild enthält folgende Angaben:

- Turboladertyp
- Werknummer (Seriennummer)
- maximal zulässige Rotor-Drehzahl
- maximal zul. Turbineneintrittstemperatur
- Typengenehmigung
- Jahr der Ab-Werk-Lieferung.

Das Schild ist in ca. 20 verschiedenen Sprachen erhältlich.

Fastened by four spline pins on a special boss close to the outlet flange of the compressor housing.

Colour: black with the characters and fields in aluminium silver

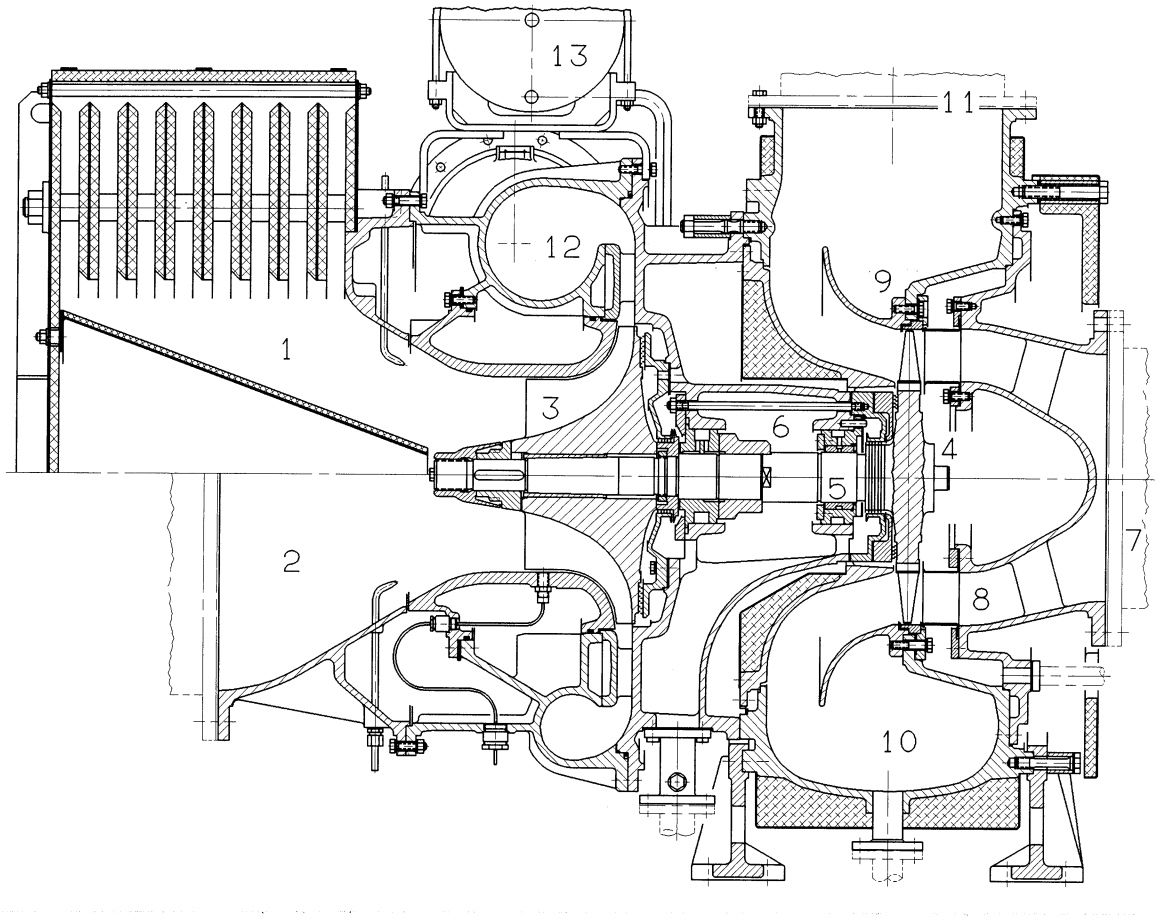
The plate provides the following information:

- turbocharger type
- works number (serial number)
- max. permissible rotor speed
- max. permissible turbine inlet temperature
- type approval
- year of delivery ex works.

The plate is available in approx. 20 different languages.

	Abschnitt		Chapter
Schnittansicht NA/S	0210.02	Sectional view NA/S	0210.02
Schnittansicht NA/T9	0220.02	Sectional view NA/T9	0220.02
Hauptbauteile	0230.00	Main components	0230.00
Lagergehäuse	0240.02	Bearing casing	0240.02
Lager	0250.02	Bearings	0250.02
Schmierölversorgung	0260.02	Lubrication supply	0260.02
Verdichtergehäuse	0263.02	Compressor casing	0263.02
Verdichterrad	0266.02	Compressor wheel	0266.02
Schalldämpfer	0269.02	Silencer	0269.02
Ansauggehäuse	0272.00	Air intake casing	0272.00
Turbinengehäuse	0275.02	Turbine casing	0275.02
Düsenring und Deckring	0278.02	Nozzle ring / Shroud ring	0278.02
Turbinenläufer	0281.02	Turbine rotor	0281.02

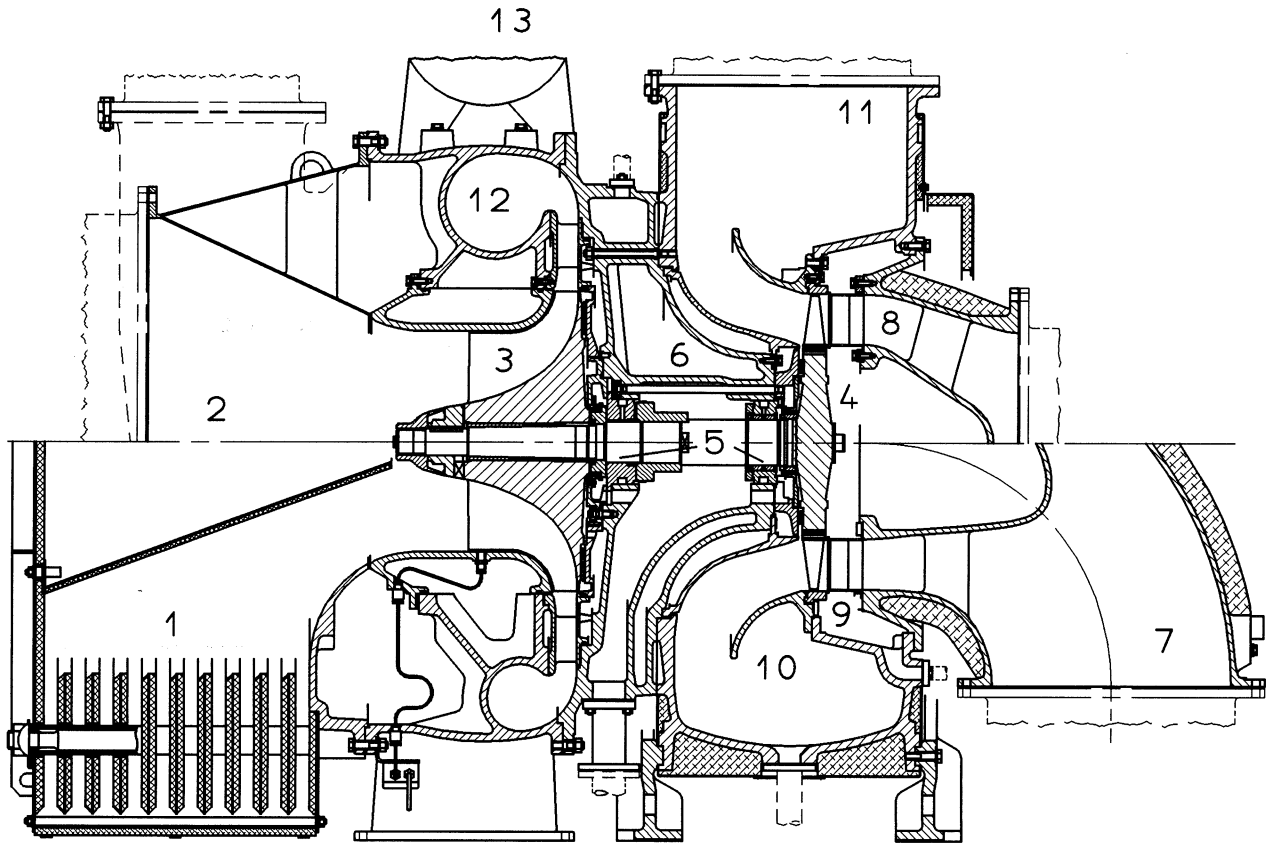
MAN	**Schnittansicht eines Turboladers der Baureihe NA/S** **Sectional View of an NA/S Type Turbocharger**	T - NA 0210.02 1



1	Schalldämpfer	1	Silencer
2	Ansauggehäuse	2	Air-intake casing
3	Verdichterrad	3	Compressor wheel
4	Turbinenläufer	4	Turbine rotor
5	Lager	5	Bearings
6	Lagergehäuse (ungekühlt)	6	Bearing casing (uncooled)
7	Turbinen-Zuströmgehäuse	7	Gas admission casing
8	Düsenring	8	Nozzle ring
9	Deckring	9	Shroud ring
10	Turbinen-Abströmdiffusor	10	Gas outlet diffuser
11	Turbinen-Abströmgehäuse	11	Gas outlet casing
12	Verdichtergehäuse	12	Compressor casing
13	Nachschmierbehälter	13	Post lubrication tank

Status: 01.98

MAN	**Schnittansicht eines Turboladers der Baureihe NA/T9** **Sectional View of an NA/T9 Turbocharger**	T - NA 0220.02 1



1	Schalldämpfer	1	Silencer
2	Ansauggehäuse	2	Air-intake casing
3	Verdichterrad	3	Compressor wheel
4	Turbinenläufer	4	Turbine rotor
5	Lager	5	Bearings
6	Lagergehäuse (wassergekühlt)	6	Bearing casing (water-cooled)
7	Turbinen-Zuströmgehäuse	7	Gas admission casing
8	Düsenring	8	Nozzle ring
9	Deckring	9	Shroud ring
10	Turbinen-Abströmdiffusor	10	Gas outlet diffuser
11	Turbinen-Abströmgehäuse	11	Gas outlet casing
12	Verdichtergehäuse	12	Compressor casing
13	Nachschmierbehälter	13	Post lubrication tank

Status: 01.98

Hauptbauteile

Main Components

Abgasturbolader bestehen aus nur wenigen Hauptbauteilen:

- Lagergehäuse mit Gleitlagern
- Läufer (Turbinenläufer und Verdichterrad)
- Verdichtergehäuse
- Schalldämpfer oder Ansauggehäuse
- Turbinen-Zuströmgehäuse
- Turbinen-Abströmgehäuse

MAN B&W-Turbolader sind kompakte Aufladeaggregate

Exhaust-gas turbochargers consist of only a few main components:

- bearing casing with plain bearings
- rotor (turbine rotor and compressor wheel)
- compressor casing
- silencer or air-intake casing
- gas admission casing
- gas outlet casing

MAN B&W turbochargers are compact power packages

Lagergehäuse

Bearing Casing

- Ohne jegliche Wasserkühlung bei NA29/S, NA34/S, NA40/S und NA48/S, wassergekühlt bei NA57/TO9 und NA70/TO9 sowie bei allen NA/T7 und NA/T8-Spezifikationen
- Aus Grauguß hergestellt, beide Lagersitze in ein und derselben Maschinenaufspannung bearbeitet, daher exakte Rotorfluchtung
- Integrierte Sperrluftzufuhr zum turbinenseitigen Labyrinth (siehe Blatt 3) und Überdruck auf der Rückseite des Verdichters, um Ölleckagen zu vermeiden
- Kann (mitsamt komplett eingebautem Laufzeug) vom Turbinengehäuse abgebaut werden, ohne An- und Abbau der Abgassammelleitung (Ausnahme NA70/T9)

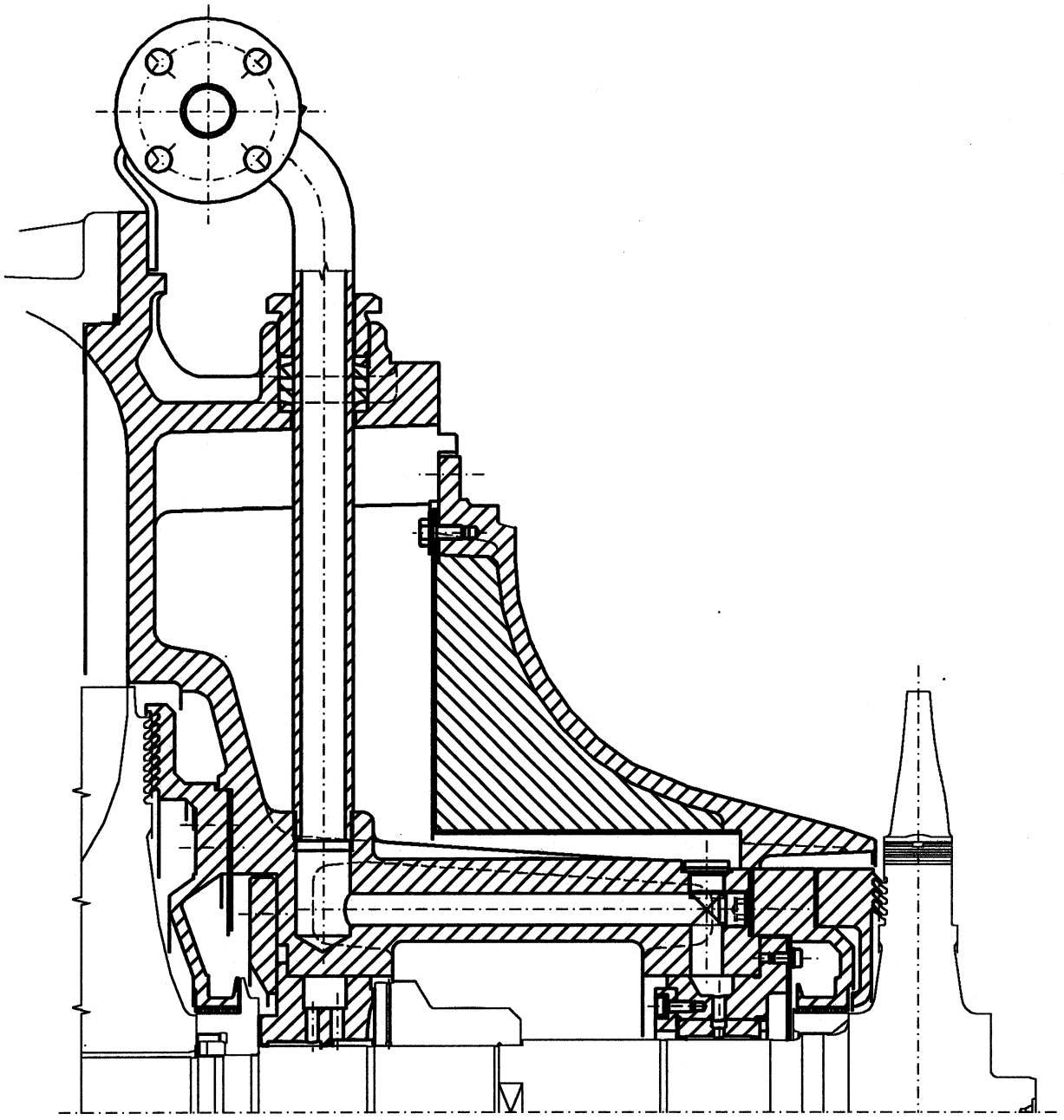
- Completely water-free for NA29/S, NA34/S, NA40/S and NA48/S, water-cooled for NA57/TO9 and NA70/TO9 as well as for all NA/T7 and NA/T8 specifications
- Made of cast iron, both bearing seats machined in one single setting resulting in an uniquely exact rotor alignment
- Integrated sealing air admission to the turbine side labyrinth (see page 3) and overpressure on the rear side of the compressor to prevent oil leakage
- Can be withdrawn (with complete built-in rotating assembly) from the turbine housing without need to disconnect exhaust manifolds to and from engine (exception NA70/T9)

Lagergehäuse

Bearing Casing

Das Lagergehäuse enthält die Verteilerkanäle sowohl für Schmieröl als auch für Sperrluft.

The bearing casing contains the distribution systems for both lube oil and sealing air supply.

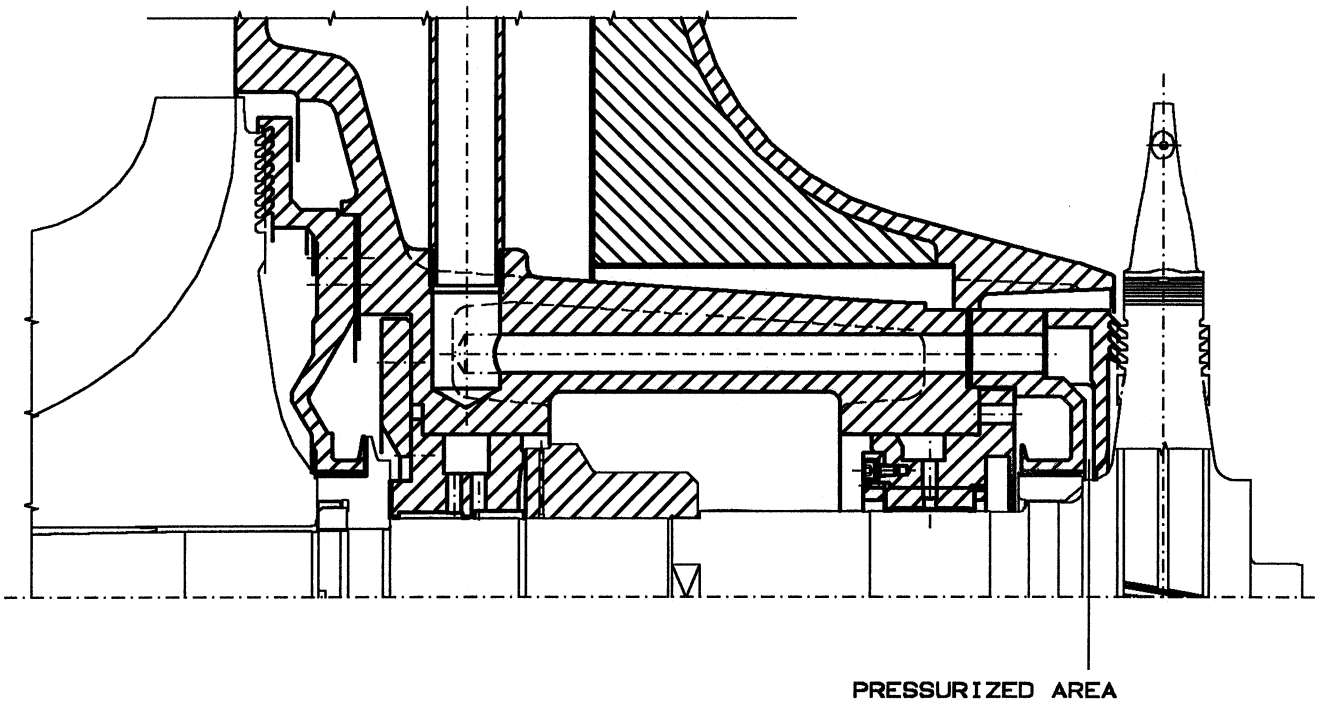


Obenstehende Zeichnung zeigt ein wasserfreies, wärmeisoliertes Lagergehäuse eines NA/S-Turboladers mit der Schmierölleitung zum turbinenseitigen Lager.

Above drawing shows a water-free heat-insulated bearing casing of an NA/S turbocharger with the lube oil supply to the turbine side bearing.

Lagergehäuse

Bearing Casing



Obenstehende Zeichnung zeigt ein kühlwasserfreies, wärmeisoliertes Lagergehäuse eines NA/S-Turboladers mit Sperrluftzufuhr zum Labyrinth auf der Turbinenseite.

Above drawing shows a water-free heat-insulated bearing casing of an NA/S turbocharger with the sealing air admission to the labyrinth on the turbine side (right).

Vorteile der Gleitlager in NA-Turboladern:

- Lange Lebensdauer (bis 50 000 Betriebsstunden)
- Ideales Verhalten bei extrem hohen axial und radial wirkenden Kräften
- Hohe Dämpfungswirkung dank des großen hydraulischen Ölfilms
- Unempfindlich gegen Schwingungen und Unwuchten
- Federungspakete nicht erforderlich
- Schwingungskontrolle nicht erforderlich

Advantages of the plain bearings in NA-turbochargers

- long lifetime (up to 50,000 operating hours)
- ideal behaviour at very high axial and radial forces
- high damping effect due to a large hydraulic oil film
- insensitive to vibrations and imbalances
- no need for spring packages
- no necessity for vibration control

Lager

- Zentrierung der Welle durch Mehrsegmentausführung der Lager gewährleistet.
- Das Lager auf der Verdichterseite nimmt sowohl axiale als auch radiale Kräfte auf, das Lager auf Turbinenseite lediglich Radialkräfte.
- Werkstoff: Laufflächen aus Sn-Pb-Bz, umschlossen von einem Stahlkörper

NA/S- und NA/T9-Turbolader:
Das turbinenseitige Lager ist als schwimmende Lagerbuchse ausgeführt, um einen ruhigen Lauf selbst bei höchsten Drehzahlen sicherzustellen, siehe Blatt 2.

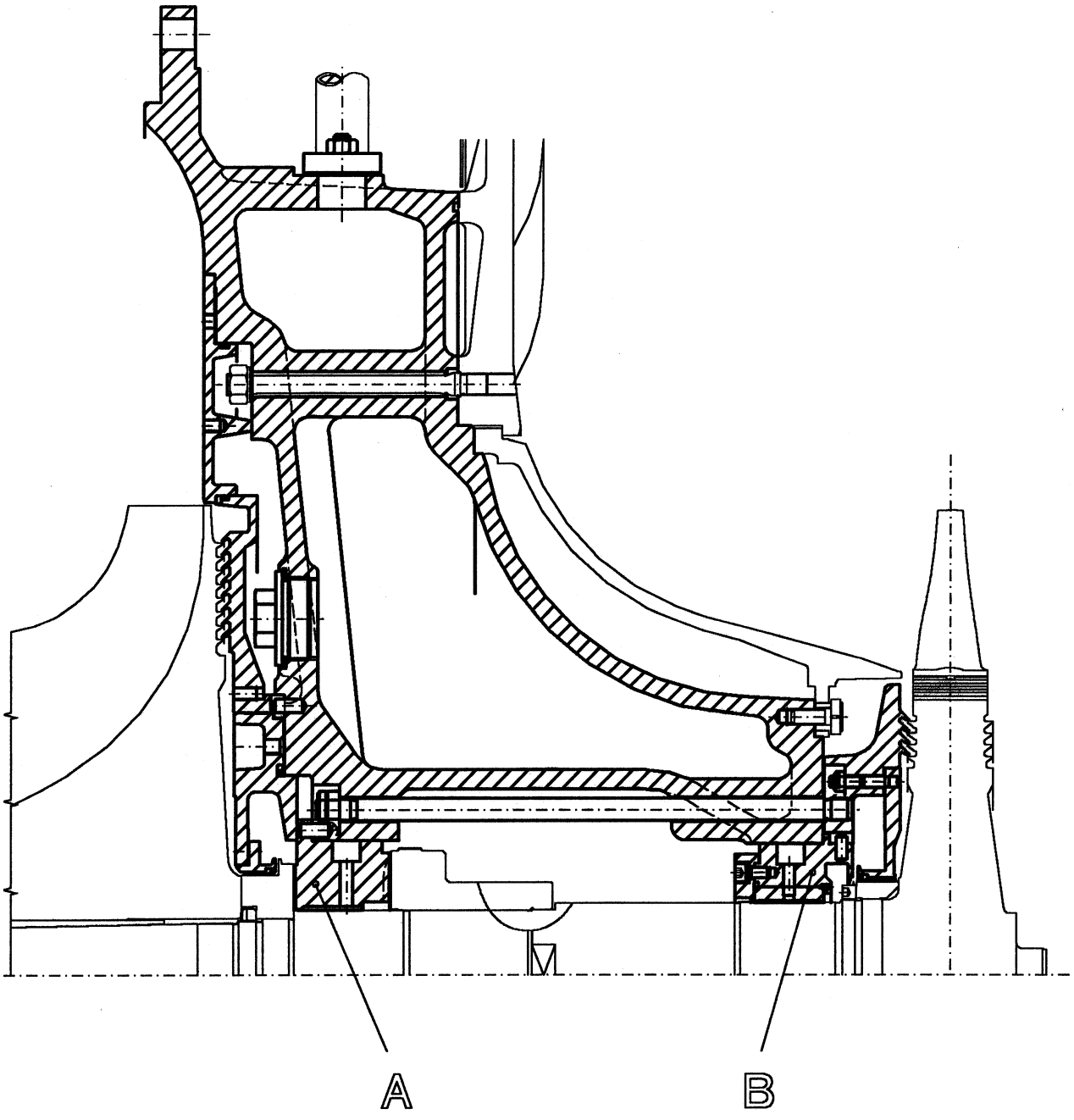
Bearings

- Designed in a multi-lobe geometry, which ensures centering of the shaft
- The bearing on the compressor side takes both axial and radial forces, the turbine side bearing radial forces only
- Material: running faces cast of Sn-Pb-Bz, surrounded by a steel body

NA/S and NA/T9 turbochargers:
The turbine side bearing is designed as floating bearing bush to ensure quiet running even at the highest speeds, see page 2.

Lager

Bearings



Beispiel eines NA/T9-Turboladers mit Hauptlager "A" auf der Rückseite des Verdichterrades und dem Lager "B" auf der Turbinenseite mit schwimmender Büchse.

Example of an NA/T9 turbocharger with its main bearing "A" at the rear side of the compressor wheel and the turbine side bearing "B" with a floating bearing bush.

Schmierölbehälter und Schmierölsystem

- Im normalen Motorbetrieb wird der Nachschmierbehälter des Turboladers über eine kleine Bohrung im Rückschlagventil ständig mit Schmieröl gefüllt. Mittels eines freien Überlaufs wird das überschüssige Schmieröl drucklos dem Motorschmierölkreislauf zugeführt.
- Wenn im Falle eines normalen Motorstopps, Motornotstopps, oder "black-out", die Schmierölzufuhr vom Motor zum Turbolader unterbrochen wird, öffnet das Rückschlagventil und Schmieröl fließt durch die Schwerkraftwirkung aus dem Nachschmierbehälter. Damit wird die Schmierung und Kühlung der beiden Gleitlager während des Auslaufens des Rotors bis zu 20 Minuten gesichert.
- Nach dieser Zeitspanne ist der Rotor vollständig zum Stillstand gekommen.
- Alle NA/S-Lader haben zwei getrennte Ölzulaufleitungen und zwei vom Nachschmierbehälter mit unterschiedlichem Niveau abwärts führende Leitungen zu den Lagern, siehe Blatt 2. Damit ist sichergestellt, daß bei Motorstillstand und abgestellter Schmierölversorgung das turbinenseitige Lager länger geschmiert und gekühlt wird als das verdichterseitige Lager.
- Der Nachschmierbehälter ist nicht dazu geeignet, bei Ausfall des Motorschmierölsystems, die Schmierung des Turboladers bei Weiterbetrieb des Motors zu übernehmen

Post lubrication tank and lube oil system

- During normal engine operation, the turbocharger's standard post lubrication tank is continuously filled with lube oil via a small bypass bore in the non-return valve. Excess lube oil is unpressurizedly supplied to the engine's lube oil circuit by means of a free overflow
- In case of a normal engine stop, a shut down or a black-out of the engine where the L.O. supply from the engine to the turbocharger is interrupted, the non-return valve opens and the L.O. flows down from the post lubrication tank gravity induced, ensuring the lubrication and cooling of the two plain bearings during running out of the rotor for up to 20 minutes.
- After this time the rotor has stopped completely.
- All NA/S chargers feature two separate oil inlet pipes and two running-down pipes with different level from the post lubrication tank to the bearings, see page 2. This ensures that in case of standstill of engine and shut-off lube oil supply that the turbine side bearing is longer lubricated and cooled than the compressor side bearing.
- In case of a failure of the engine's lube oil system, the post lubricating tank is not suitable to take over the lubrication of the turbocharger while the engine is still running.

Schmierölversorgung

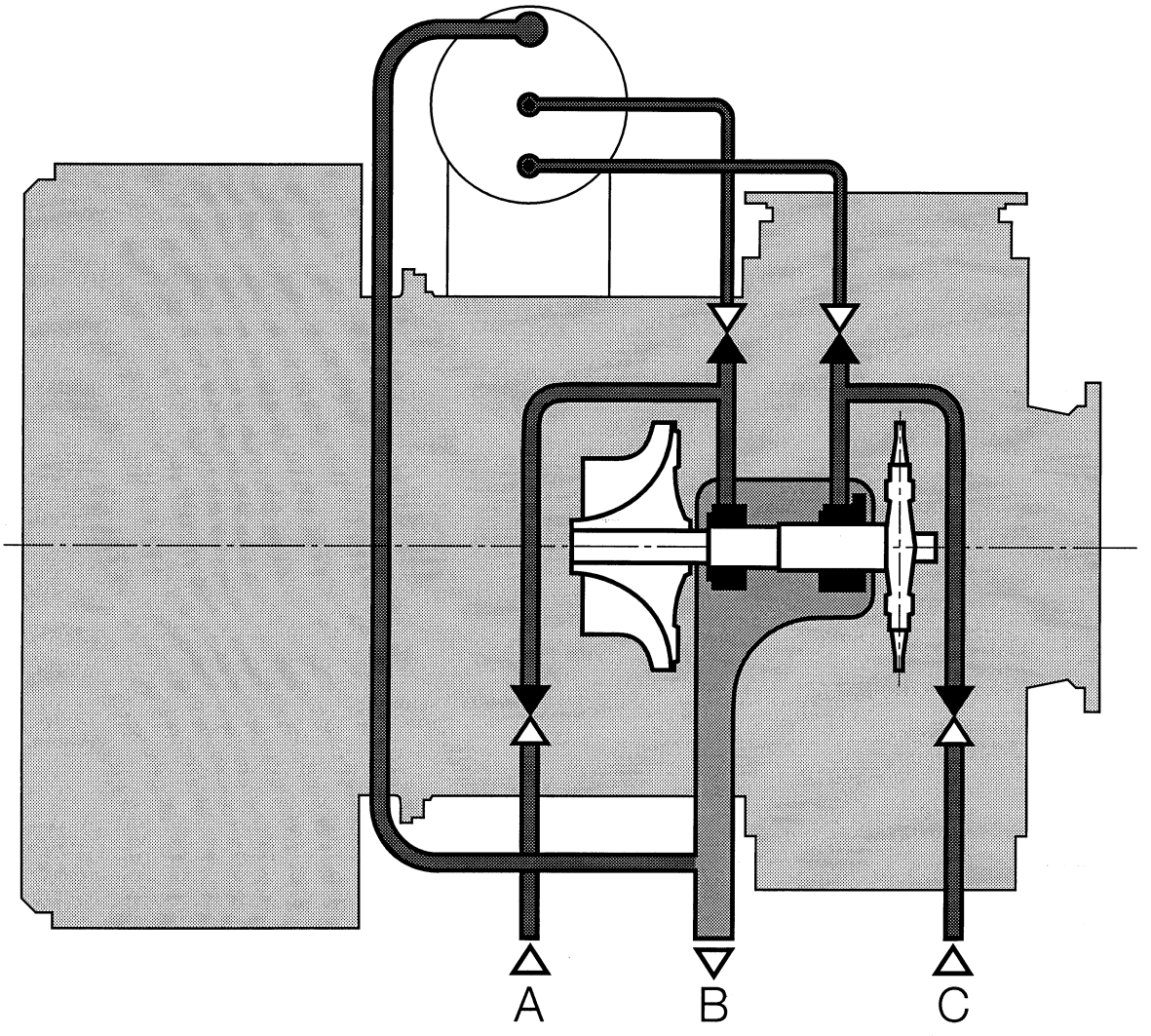
Lube Oil Supply

NA/S-Turbolader

Schmieröleintritt	**A**
Schmierölablauf	**B**
Schmieröleintritt	**C**

NA/S Turbochargers

Lube oil inlet	**A**
Lube oil drain	**B**
Lube oil inlet	**C**

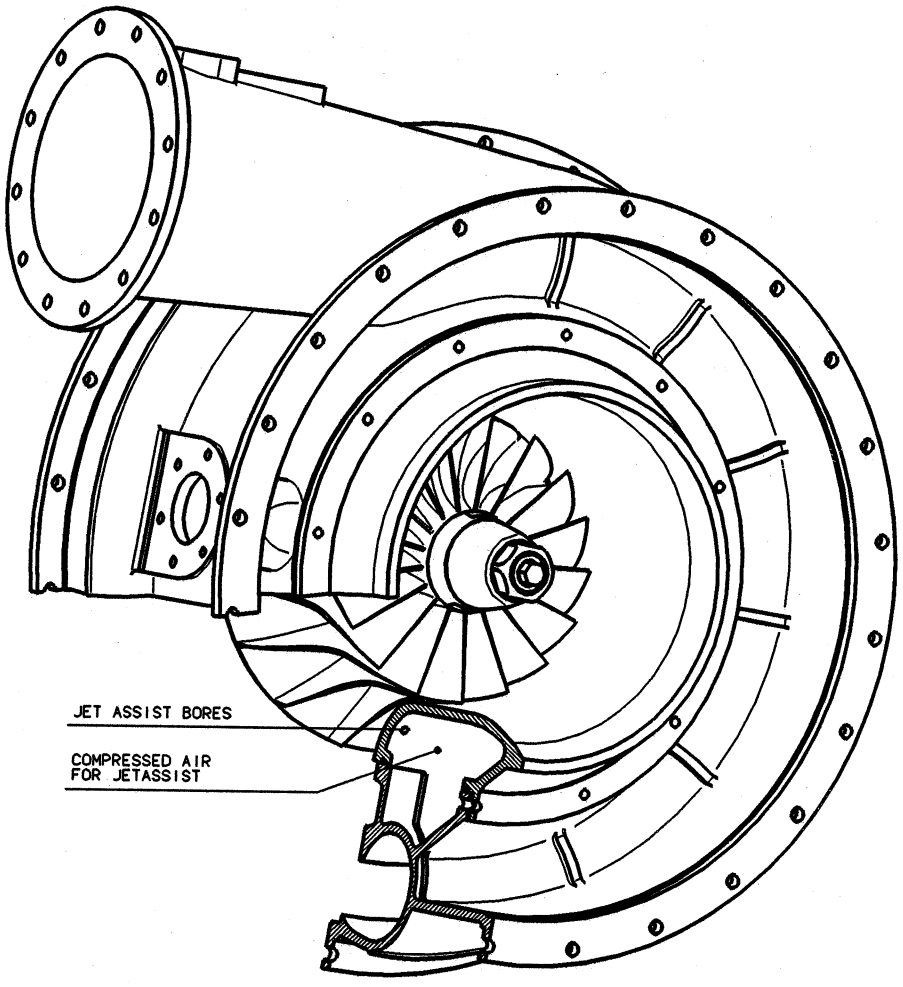


Verdichtergehäuse

Compressor Casing

- Aus Grauguß gefertigt.
- Weite Strömungsquerschnitte und große Austrittsflächen, daher wirksame Umsetzung kinetischer Energie in Druck.
- Gehäusestellung zum Lagergehäuse in 15°-Stufen von 0° bis 360° (siehe 0565.02) möglich.
- Bei hohen Ladeluftdrücken (kontinuierlich über 4,0) kann das Verdichtergehäuse auf Verlangen (beispielsweise der Klassifikationsgesellschaften) wärmeisoliert werden.

- Made of grey cast iron.
- Wide flow sections and large outlet areas, therefore efficient conversion of kinetic energy into pressure.
- Casing positions relative to the bearing casing posssible in 15° steps from 0° to 360° (see 0565.02).
- For high charge air pressures (continuously above 4.0) the compressor casing can be heat-insulated if requested by third parties (i.e. classification societies).



Obenstehende Zeichnung zeigt ein Verdichtergehäuse mit Bohrungen für Jet Assist.

Above drawing shows a compressor casing with Jet Assist bores.

Verdichterrad

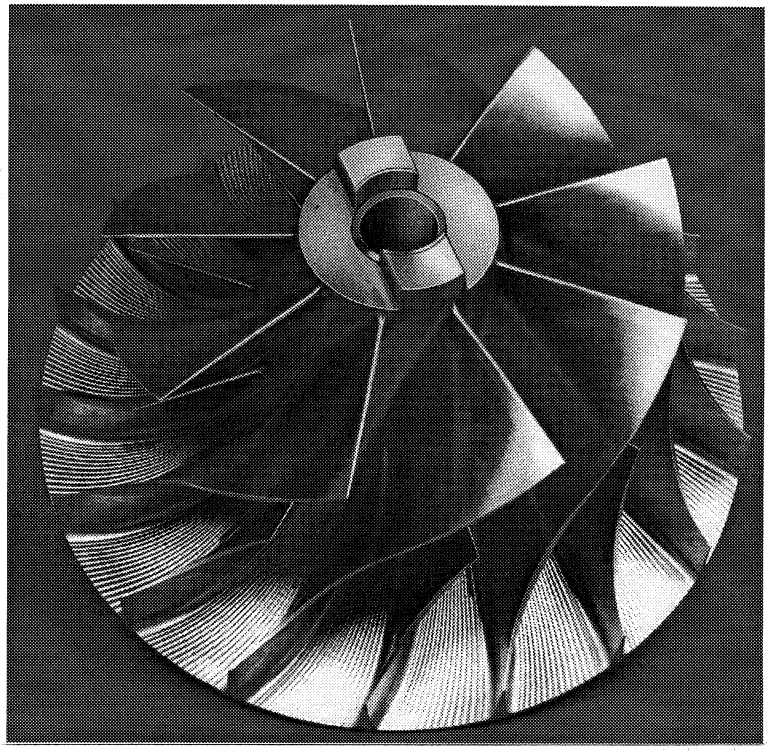
Compressor Wheel

Das Verdichterrad stellt eines der wichtigsten Bauteile des Turboladers dar. Es muß folgende Forderungen erfüllen:

- Es muß den Motor mit einer ausreichenden Luftmenge mit dem richtigen Ladeluftdruck versorgen.
- Hohe Verdichter-Wirkungsgrade.
- Weites Verdichterkennfeld, um eine sichere Pumptoleranz nicht nur bei Vollast, sondern auch bei Teillast, zu gewährleisten.
- Es muß hohe Belastungen aufnehmen infolge der Schaufelbeanspruchungen sowie Fliehkraft- und Schwingungs-Beanspruchungen.

The compressor wheel is one of the most important parts of the turbocharger. It must fulfill the following requirements:

- It must provide the engine with a sufficient amount of air at the correct charge air pressure.
- High compressor efficiencies.
- Wide compressor map to ensure a safe surge margin, not only at full load, but also at part load.
- It has to take high loads due to blade loads as well as centrifugal and vibrational stresses.



Einteiliges, gefrästes Verdichterrad eines NA/S-Turboladers aus einer geschmiedeten Aluminiumlegierung.

A machined one-piece compressor wheel of an NA/S turbocharger, made of forged aluminium alloy.

Schalldämpfer

Silencer

Die Turbolader für Schiffsmotoren sind standardmäßig mit Plattenschalldämpfern ausgerüstet; diese sind umgeben von einem leistungsfähigen Luftfilter, siehe Blatt 2. Ein spezieller Führungskegel im Inneren des Schalldämpfers (siehe 0210.02/0220.02) gewährleistet eine ausgeglichene Luftströmung und gleichmäßige Beaufschlagung des Verdichters (siehe Zeichnung unten).

Eigenschaften des Schalldämpfers:

- Ermöglicht infolge des geringen Druckverlustes, einen hohen Turbolader-Wirkungsgrad, besonders bei hohem Luftdurchsatz.
- Wirksame Verringerung des Schallpegels auf die erforderlichen Werte (0550.02).
- Maximale Strömungsgeschwindigkeiten der Luft von 6 m/s am Schalldämpfereintritt.

Für spezielle Einsatzzwecke kann alternativ ein Kammerschalldämpfer verwendet werden.

The turbochargers for marine engines have plate-type silencers as a standard; they are surrounded by an effective air filter, see page 2. A special guide cone inside the silencer (see 0210.02/0220.02) ensures equalization of the air flow and uniform air admission to the compressor (see drawing below).

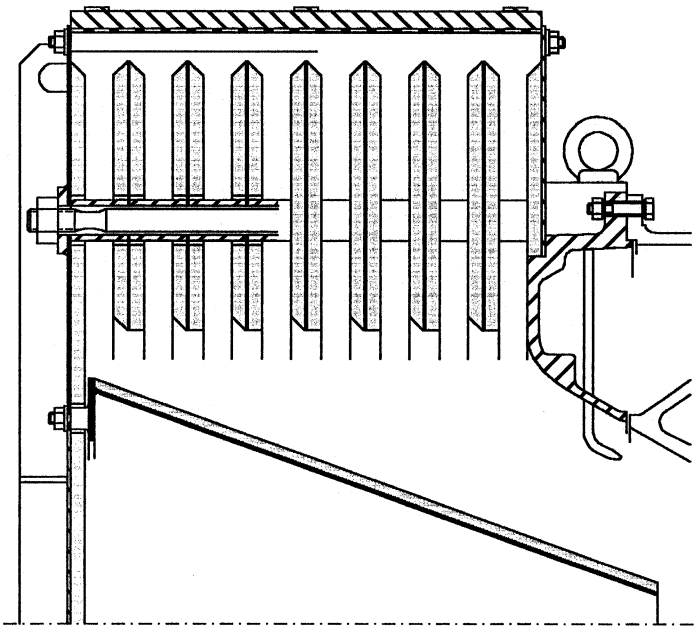
Silencer characteristics:

- contributes to high turbocharger efficiencies due to their low pressure losses, especially at higher mass flows;
- effective noise level reduction to the required levels (0550.02).
- maximum velocities of the air at silencer inlet of 6 m/s.

For special applications, a chamber-type silencer can be used as an alternative.

Lufteintritt

air inlet



Weicher Luftfilter

- Trägt durch wirksame Filterung dazu bei, Verdichter, Nachleitapparat und Ladeluftkühler von Ablagerungen freizuhalten.
- Reinigungsintervall ca. alle 250 - 500 Betriebsstunden.
- Kann leicht ersetzt und angebaut werden.
- Keine Gefahr der Beschädigung von Verdichterrad-Eintrittskanten, wenn Filterteilchen eingesaugt werden sollten.

Soft air filter

- Helps to keep compressor, diffusor and intercooler free of deposits by an effective filtering process.
- Cleaning frequency approx. every 250 - 500 running hours.
- Can be easily replaced/mounted.
- No risk of damaging leading edges of the compressor wheel in case filter parts are sucked-in.

Eigenschaften des Kunststoff-Filtervlieses:

Aufbau:
Kunststoff-Faservlies in Schichtaufbau, gehärtet mit Kunstharz. Stärke 16 mm.

Farbe: weiß

Temperaturbeständigkeit:
permanent: 100 °C
kurzzeitig: bis zu 120 °C

Beständigkeit gegen Feuchtigkeit:
bis 100 % relative Luftfeuchtigkeit

Brandverhalten: Selbstlöschend

Regenerierung:
Die Filtermatten können vollständig regeneriert werden. Säuberung durch Spülen mit warmem Wasser (wenn nötig, können mild wirkende Detergentien zugesetzt werden), Absaugen, Abblasen oder Durchblasen von Druckluft. Hohe mechanische Beanspruchungen (auswringen, harter Wasserstrahl) sind zu vermeiden.

Technische Daten gemäß ASHRAE (DIN 24185):

Durchschnittlicher Separiergrad	83 %
Wirkungsgrad	< 20 %
Qualitätsklasse (Filtrierklasse)	EU3
Staubaufnahmefähigkeit	520 g/m3
Druckverlust	200 Pa (20 mm Wassersäule)

Characteristics of the synthetic filter fleece:

Structure:
Progressively assembled synthetic fibre tangle fleece, hardened with synthetic resin. Thickness 16 mm.

Color: white

Temperature stability:
continuously: 100 °C
temporarily: up to 120 °C

Moisture stability:
up to 100 % rel. humidity

Fire behaviour: self-quenching

Regeneration:
The filter mats can be completely regenerated. Cleaning by flushing with warm water (if necessary, mild detergents can be added), exhausting, tapping or by blowing through compressed air. High mechanical tear (wringing, hard jet of water) has to be avoided.

Technical data acc. to ASHRAE (DIN 24185):

Average degree of separation	83 %
Efficiency	< 20 %
Quality class (filtration class)	EU3
Dust storing capacity	520 g/m3
Pressure loss	200 Pa (20 mm WC)

Ansauggehäuse

Air intake Casing

Ansauggehäuse

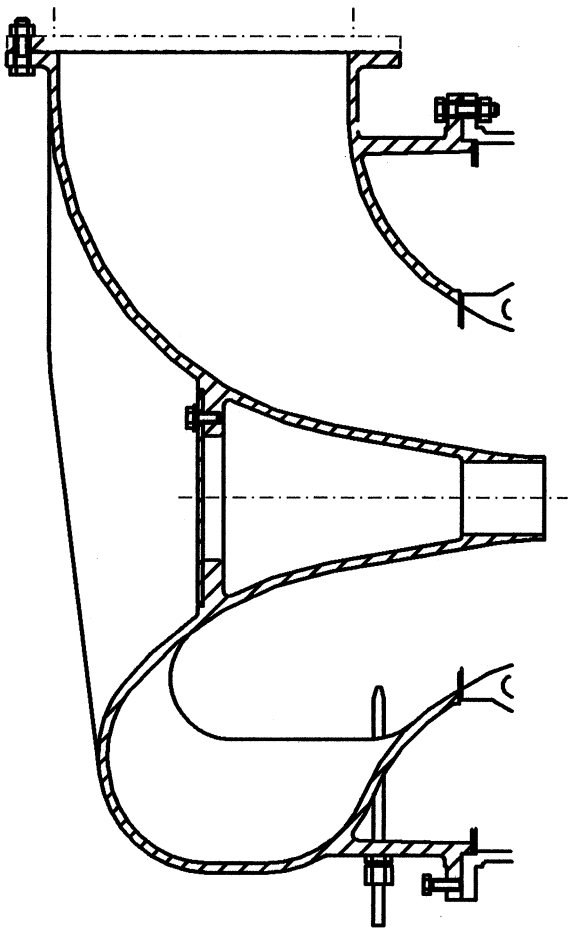
- Verfügbar als 90° umlenkendes Gehäuse oder als axialer Eintrittsstutzen.
- Großflächige Strömungskanäle und große Krümmungsradien für konstante Druck- und Geschwindigkeitsverteilung am Verdichtereintritt.
- Strömungskanal am Gehäuseaustritt ist der jeweiligen Verdichterradgröße angepaßt.
- Gehäuse kann je nach Vorgabe relativ zum Lagergehäuse gedreht werden.

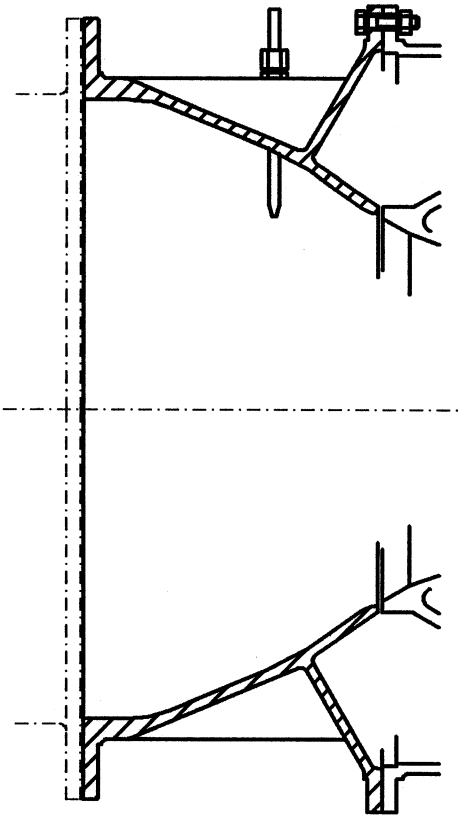
NA-Turbolader: siehe Blatt 0565.02
NR-Turbolader: siehe Blatt 0565.04

Air intake casing

- Available as a 90 deg-bent casing or an axial air inlet duct.
- Large flow paths and wide-curved deflection regions to provide for constant pressure and velocity distribution at compressor inlet.
- Flow channel at casing outlet optimized for the compressor wheel size.
- Casing can be turned as required relative to the bearing casing.

NA-turbocharger: see page 0565.02
NR-turbocharger: see page 0565.04





Turbinenzuström- und -abströmgehäuse

- Beide Gehäuse aus Sphärogußeisen, ungekühlt und gut wärmeisoliert.
- Kann relativ zum Lagergehäuse in viele Stellungen gedreht werden gemäß Anschlußzeichnung für jede Turboladergröße, siehe 0565.02 .
- Weite Strömungsquerschnitte, um Strömungsverluste so klein als möglich zu halten.
- Das Abströmgehäuse ist mit einem großvolumigen, sehr wirksamen Turbinen-Abströmdiffusor ausgerüstet.
- Gehäusefüße mit dem Turbinen-Abströmgehäuse verschraubt.
- Axiales oder 90° umlenkendes Turbinen-Zuströmgehäuse verfügbar, siehe Blatt 2.
- Turbinenzuströmgehäuse mit mehreren Eintritten für Stoßaufladung auf Anfrage.

Der Abgasgegendruck sollte so niedrig als möglich gehalten werden (oberer Grenzwert: 300 mm Wassersäule bei MCR). Es ist deshalb wichtig, die Abgasleitung so kurz wie möglich und mit möglichst wenigen, groß dimensionierten Krümmern auszuführen.

Gas admission and gas outlet casing

- Both casings made of nodular iron, uncooled and effectively heat-insulated.
- Can be turned relative to the bearing casing to many positions as given in the connection dimension drawing of each turbocharger frame size, see 0565.02 .
- Wide flow areas to minimize flow losses.
- The outlet casing houses a large-volume effective gas outlet diffuser.
- Casing feet bolted to the gas outlet casing.
- Axial or 90°-bent gas admission casing available, see page 2.
- Multi-entry gas admission casings for pulse-pressure turbocharging upon request.

The exhaust back-pressure should be kept as low as possible (upper value: 300 mmWC at MCR). It is therefore important that the exhaust piping is as short as possible with only few and soft bends.

Turbinengehäuse

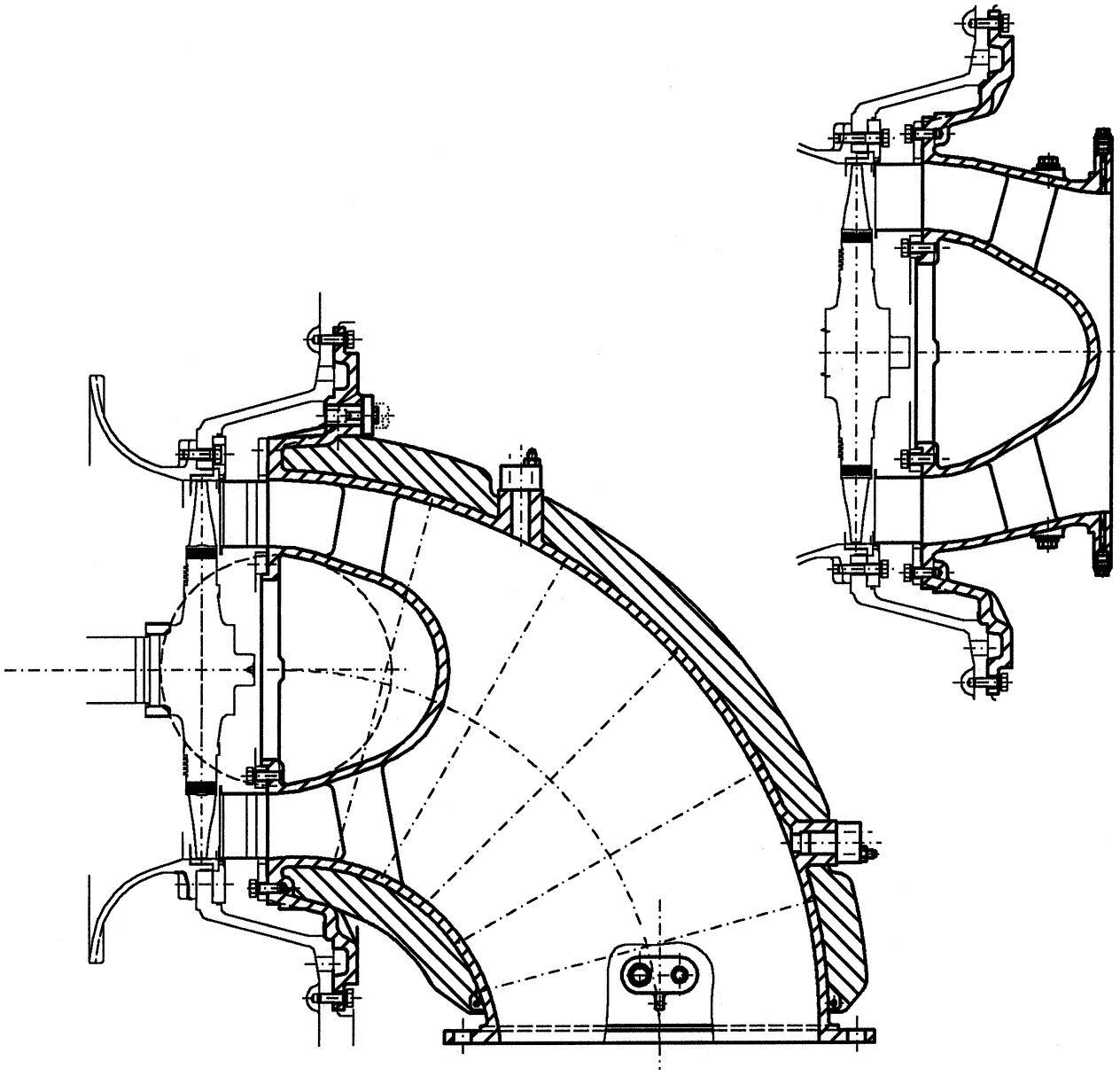
Turbine Casing

Turbinenzuströmgehäuse

Die Zeichnungen unten stellen zwei mögliche Ausführungen für das Turbinenzuströmgehäuse von NA-Turboladern dar. Das axiale Turbinenzuströmgehäuse (unten rechts) ermöglicht eine wirksame Gaszufuhr zur Turbine und ergibt eine kurze axiale Baulänge des Turboladers.

Gas admission casing

The drawings below show two possible designs for gas admission casings for NA-type turbochargers. The axial gas admission casing (below, right) ensures efficient gas admission to the turbine and gives the shortest axial length of the turbocharger.



Düsenring und Deckring

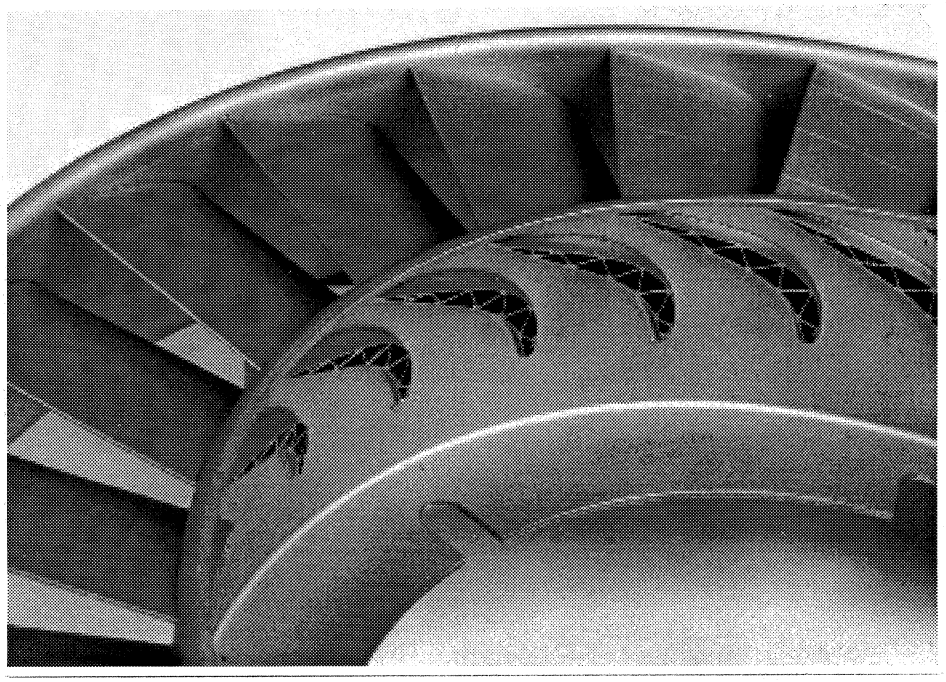
Nozzle Ring and Shroud Ring

Turbolader der Baureihe NA haben Düsenringe mit Profilbeschaufelung; daraus ergibt sich

- eine Erhöhung des Turbinenwirkungsgrades (1 - 1,5 Prozentpunkte im Vergleich mit einem Düsenring mit Schaufeln konstanter Stärke);
- geringere Schwingungsanregung der Rotorschaufeln infolge der verbesserten Strömung im Düsenring;
- geringeres Gewicht.

NA-type turbochargers employ nozzle rings with profiled blading, featuring

- improvement in turbine efficiency (1 - 1.5 % -points in comparison with a nozzle ring with blades of constant thickness);
- lower excitation of vibrations of the rotor blades due to the improved flow in the nozzle ring;
- lower weight.



Der Deckring besitzt eine aufgespritzte Schicht, die gegen abrasiven Verschleiß widerstandsfähig ist. Dieser abrasive Verschleiß wird durch Erosion hervorgerufen, die durch anorganische, harte Partikel im Abgas von schweröl-betriebenen Dieselmotoren verursacht wird. Solche Partikel können bereits im Kraftstoff als "Cat Fines", Sand und Rost enthalten sein. Je nach Qualität des Schweröls kann der Anteil dieser Partikel außerordentlich variieren und den Umfang des abrasiven Verschleißes sowie die Lebensdauer des Deckringes beeinflussen.

The shroud ring consists of a sprayed-on layer, which is resistant against abrasive wear. This abrasive wear is caused by erosion by anorganic hard particles in the exhaust gas of heavy fuel operating diesel engines. Such particles can be included already in the fuel as cat fines, sand and rust. Based on the quality of the heavy fuel the portion of such particles can vary extremely, which influences the extent of abrasive wear and also the lifetime of the shroud ring.

Turbinenläufer

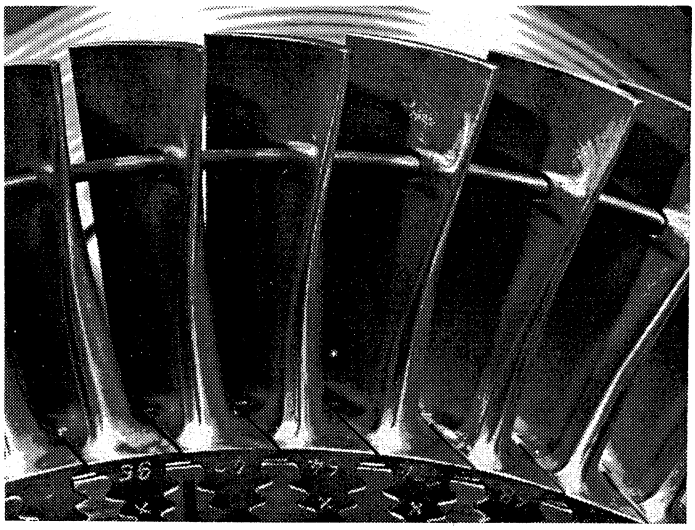
Turbine Rotor

Turbinenläufer mit axialen Turbinenschaufeln

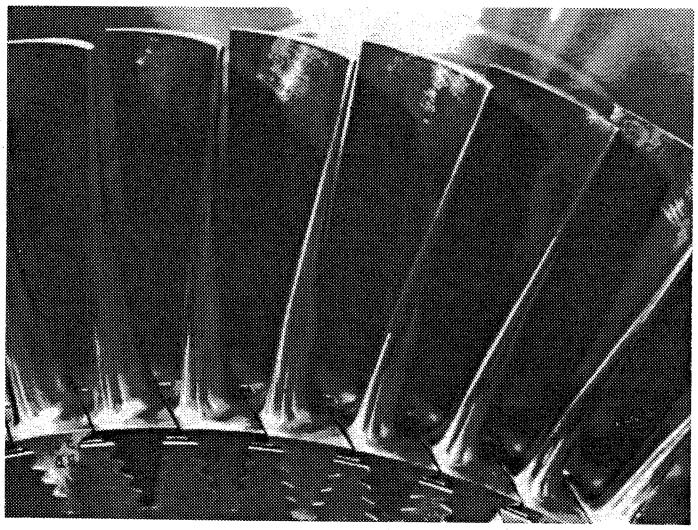
- Geschmiedete Turbinenscheibe aus hochfester, hitzebeständiger Cr-Ni-Mo-Legierung und durch Reibschweißung mit der Rotorwelle verbunden. Bei NA70/T ist Turbinenscheibe und Welle in einem Teil geschmiedet.
- Optimierte, präzisionsgeschmiedete oder im Präzisionsguß hergestellte Schaufeln aus Nimonic-Legierung.
- Schaufeln durch Tannenbaumfußverbindung auf der Turbinenscheibe befestigt.
- Bei Einsatz an Zweitaktmotoren kann auf den Dämpfungsdraht verzichtet werden.

Turbine rotor with axial turbine blades

- Turbine disc forged of high-strength heat-resistant Cr-Ni-Mo alloy connected to the shaft by friction welding. In case of NA70/T the turbine disc and shaft is forged in one part.
- Optimized and precision-forged or precision-cast Nimonic alloy blades.
- Fir-tree foot connection of the blades to the turbine disc.
- In two-stroke application the lacing wire can be dispensed with.



Turbinenbeschaufelung mit Dämpfungsdraht (Einsatz bei Viertaktmotoren) und Verstärkung um die Bohrungen herum.
Turbine blading with lacing wire (four-stroke application) and thickening around the bores.



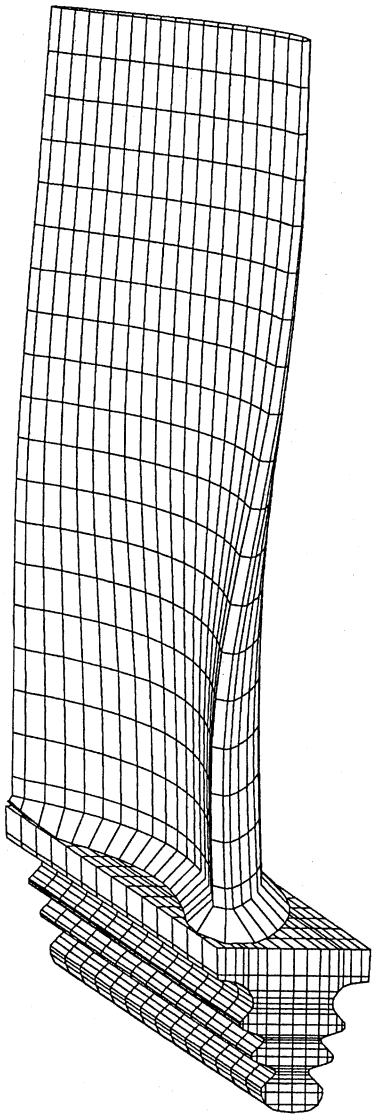
Turbinenbeschaufelung ohne Dämpfungsdraht (Einsatz an Zweitaktmotoren).
Turbine blading without lacing wire (two-stroke application).

Turbinenschaufeln

- Optimierte Turbinenschaufeln für jede Turbolader-Größe.
- Hohe Zuverlässigkeit der Turbinenschaufeln durch FEM-Berechnung und durch Betriebsprobung mit umfangreichen Belastungsmessungen an der Brennkammer.

Turbine blades

- Optimized turbine blades for each turbocharger size.
- High reliability of turbine blades by application of FEM-calculations and running tests with comprehensive stress measurements on burner rig.



Beispiel einer T9-Turbinenschaufel mit FE-Gitter.

Example of a T9 turbine blade with FE grid.

	Abschnitt		Chapter
Schmierölsystem	0310.02	Lube oil system	0310.02
Betriebsstoffvorschrift Schmieröl	0315.00	Specification lube oil	0315.00
Schmierölschema NA/T	0320.02	Lube oil diagram NA/T	0320.02
Schmierölschema NA/S	0330.02	Lube oil diagram NA/S	0330.02
Schmierölablauf	0340.00	Lube oil drain	0340.00
Sperrluftsystem	0350.02	Sealing air system	0350.02

Schmierölschema
(Blatt 320.02 und 330.02)

Die Schmierung der Turboladerlager erfolgt standardmäßig über das Motorschmierölsystem. Der Läufer des Turboladers ist in 2 Gleitlagern geführt, die in einem Gehäuse, dem Lagergehäuse, zwischen Verdichter- und Turbinenrad angeordnet sind. Das verdichterseitige Lager übernimmt dabei die axiale Führung und auch den Achsschub. Aufgrund der unterschiedlichen konstruktiven Ausführung des Lagergehäuses ist die Schmierölversorgung der Lager nicht einheitlich.
NA/T-Version mit wassergekühltem Lagergehäuse: Das verdichterseitige Führungslager und das turbinenseitige Gleitlager werden durch eine gemeinsame Zulaufleitung (3) mit Schmieröl versorgt (Blatt 320.02).
NA/S-Version mit ungekühltem Lagergehäuse: Das verdichterseitige Führungslager und das turbinenseitige Gleitlager werden durch getrennte Zulaufleitungen auf beiden Seiten des Lagergehäuses mit Schmieröl versorgt. Beide Zulaufleitungen müssen deshalb mit der Motorschmierölleitung verbunden sein (Blatt 330.02).

Auf ausdrücklichen Kundenwunsch kann auch eine Eigenschmierölversorgung für die Turbolader geliefert werden, um so einen vom Motorschmierölkreislauf unabhängigen Betrieb zu ermöglichen.

Lube oil system
(page 320.02 and 330.02)

The turbocharger bearings are lubricated via the engine lube oil system as a standard. The turbocharger rotor is supported in two plain bearings located in the bearing casing between the compressor wheel and the turbine wheel. The bearing at the compressor end is used for axial location and to absorb the axial thrust. The differing design features of the bearing casing result in corresponding differences in the lube oil supply of the bearings.

NA/T version having a water-cooled bearing casing: The locating bearing at the compressor end, and the plain bearing at the turbine end are supplied with lube oil via a common feed pipe (3) (page 320.02).
NA/S version having an uncooled bearing casing: The locating bearing at the compressor end and the plain bearing at the turbine end are supplied with lube oil via seperate feed pipes (3) at both ends of the bearing casing. Both feed pipes have therefore to be connected to the engine lube oil piping (page 330.02).

If expressly requested by the customer, the turbochargers can be equipped with their own lube oil supply system so that operation is independent of the engine lube oil system.

Schmierölqualität

Die Gleitlager der NA-Turbolader sind so dimensioniert, daß sie mit den üblichen Motorschmierölen SAE 30 oder SAE 40 betrieben werden können. Die hochalkalischen Zylinderöle sind für die Schmierung ungeeignet.

Lube oil quality

The plain bearings of NA turbochargers are rated so that they can be lubricated with the standard SAE30 or SAE40 engine lube oils. The high-alkaline cylinder lube oils are not suitable for lubrication.

Schmieröldruck

In den Schmierölzuläufen sind zwischen den Rückschlagventilen (4 und 6) vor dem Eintritt in das Lagergehäuse Meßanschlüsse angebracht, die für die Kontrolle und Überwachung des Schmieröldruckes zu verwenden sind. Bei den ungekühlten NA/S-Turboladern werden das ver-

Lube oil pressure

Measuring connections are provided in the lube oil feed pipes between the non-return valves (4 and 6) at the entry into the bearing casing; they should be used for checking and monitoring the lube oil pressure. The compressor-end and turbine-end bearing of the uncooled NA/S

dichter- und turbinenseitige Lager getrennt über eigene Zulaufleitungen mit Schmieröl versorgt. Jede Zulaufleitung hat einen eigenen Meßanschluß. Mit der Verwendung eines Öl-Doppelabsperrventiles lassen sich beide Meßanschlüsse zu einem reduzieren, wobei dann der niedrigste Öldruck der beiden Meßstellen gemessen wird.

Der Schmieröldruck ist so einzustellen, daß an dieser Stelle bei Motorvollast und betriebswarmem Schmieröl ein Druck von 1,5 ± 0,2 bar vorhanden ist.

Der Alarmpunkt ist auf einen Wert von 1,1 bar einzustellen. Bei Alarmauslösung ist die Motorleistung auf Halblast zu reduzieren. Der Grenzwert für Motorstop liegt 0,2 bar tiefer als der festgelegte Alarmpunkt.
Bei Motorstart und in der Aufwärmphase des Motors kann mit kühlerem Schmieröl kurzzeitig ein Schmieröldruck bis 2,0 bar zugelassen werden.
Ein eventueller Höhenunterschied zwischen Anzeigeinstrument und Mitte Turbolader ist dabei unbedingt mit ± 0,1 bar pro 1 m Höhenunterschied zu berücksichtigen. Beispiel: Ist das Manometer (14) oder der Druckwächter (15) z.B. 3 m tiefer angeordnet, muß das Manometer einen um 0,3 bar höheren Druck anzeigen bzw. der Druckwächter muß um 0,3 bar höher eingestellt werden als der oben geforderte Betriebsdruck.
Der erforderliche Schmieröldruck wird durch eine Drosselstelle (z.B. Druckreduzierventil 2.1 am Viertaktmotor oder Blende 2.2 am Zweitaktmotor) in der Zulaufleitung (3) eingestellt. Wir empfehlen bei Motorschmieröldrücken $\geq$ 2,5 bar den Einbau eines Druckreduzierventiles mit Austrittssteuerung.
Der erforderliche Schmierölbedarf hängt von der Viskosität des Schmieröls ab und ändert sich mit der Temperatur gegenüber der Angabe im technischen Datenblatt 0525.02 .

turbochargers are provided witz lube oil via seperate feed pipes. Each feed pipe disposes of a separate measuring connection. By using a duplex oil shut-off valve these two measuring connections can be reduced to one, with the lowest oil pressure of both measuring points then measured.

The lube oil pressure is to be adjusted so that a pressure of 1.5 ± 0.2 bar prevails at this point at full engine load and with the lube oil at service temperature.
The alarm tripping point is is to be adjusted to a value of 1.1 bar. When an alarm is triggered the engine performance has to be reduced to half load (engine slow-down). The limiting value for engine shut-down is 0.2 bar lower than the alarm tripping point set.
On start-up and during heating up of the engine, when the lube oil pressure of up to 2.0 bar is admissible temporarily.

Difference in height between the indicating instrument and turbocharger centreline must be made allowance for with ± 0.1 bar per 1 m difference. Example: If the pressure gauge (14) or the pressure switch (15) is located 3 metres lower, the indicating instrument has to indicate a 0.3 bar higher pressure respectively the pressure switch has to be set by 0.3 bar higher than above required operation pressure.
The necessary lube oil pressure is set at a throttle point (e.g. a pressure reducing valve 2.1 at four-stroke engine or an orifice 2.2 at two-stroke engine) in the feed pipe (3). We recommend the installation of a pressure reducing valve with outlet control with engine lube oil pressure $\geq$ 2.5 bar.
The lube oil quantity required depends on the viscosity of the oil and may differ from that stated in the technical data sheet 0525.02 depending on the temperature.

Vorschmieren

Vor dem Starten des Motors müssen die Lagerstellen des Turboladers vorgeschmiert sein.

Priming

The turbocharger bearings must be primed with lube oil before starting the engine.

Nachschmierung

Über dem Verdichtergehäuse des Turboladers ist ein Nachschmierbehälter (7) angeordnet, der die Schmierung der Turboladerlagerung nach dem Abstellen des Motors übernimmt. Dieser Nachschmierbehälter wird über eine kleine Bypaßbohrung im Ventilteller der Rückschlagventile (6) gefüllt und ständig mit Schmieröl durchspült. Er hat einen freien Überlauf (8) und ist drucklos.

Post lubrication

A post lubrication tank (7) is located on top of the compressor casing of the turbocharger, which takes over lubrication of the turbocharger's bearings after engine shut-down. The post lubrication tank is filled via a small bypass bore in the valve plate of the non-return valve (6) and constantly scavenged by lube oil. It has a free overflow (8) and is not pressurised.

Schmierölfilterung

Der Turbolader benötigt keinen eigenen Schmierölfilter. Die bei Motoren heute übliche Filterung ist ausreichend, sofern sie $\leq$ 0,050 mm ist. Dabei wird davon ausgegangen, daß das Motorschmieröl durch Separieren ständig gepflegt und eine Anreicherung mit Wasser und Rückständen über 0,020 mm vermieden wird. Vor der ersten Inbetriebnahme oder nach größeren Wartungsarbeiten sind die Rohrleitungen zwischen Motorfilter und Turbolader sorgfältig zu beizen, zu reinigen und durchzuspülen.

Lube oil filtration

The turbocharger does not require its own lube oil filter. The normal filtration on modern engines is adequate, providing particle retention is 0.050 mm or better. It is assumed in this respect that the engine lube oil is constantly conditioned by separation and any increase in water content and residues larger than 0.020 mm is avoided. The pipework between the engine filter and turbocharger should be thoroughly pickled, cleaned and flushed out prior to initial start-up.

Schmierölablauf

Die Ablaufleitung (9) soll mit größtmöglichem Gefälle verlegt, reichlich bemessen und frei von Widerständen und Rückstau sein.
Bei Schiffsanlagen soll die Neigung der Leitung mindestens 5° mehr als die größtmögliche Schiffsneigung haben. Der Ölablauf muß entlüftet sein, und zwar in einem größeren Hohlraum, der eine Beruhigung des Öls gestattet, z. B. einem Schauglas (10). Der Querschnitt der Entlüftungsleitung (12) soll etwa dem der Ölablaufleitung (9) entsprechen.

Lube oil drain

The drain pipe (9) should be laid with the steepest down gradient possible, be adequately dimensioned and free from resistances and backpressure.
In shipboard installations, the down gradient should be at least 5° more than the ship's maximum possible gradient. The oil drain must be vented from a large cavity which permits the oil to settle, e.g. from a sight glass (10). The cross section of the venting pipe (12) should be approximately that of the oil drain pipe (9).

Wellenabdichtung

Die Abdichtung des Lagergehäuses erfolgt turbinen- und verdichterseitig über Labyrinthe auf der Läuferwelle. Das radiale Labyrinthspiel ist dabei so bemessen, daß sich die rotierenden Labyrinthspitzen während der ersten Betriebsphase etwas in die weichere Dichtdeckelschicht eingraben. Bei höheren Drehzahlen wird der Läufer durch den Schmierfilm geringfügig angehoben. Die Labyrinthspitzen laufen dann frei. Im Stillstand sinkt der Läufer wieder ab. Dabei senken sich die Labyrinthspitzen in die Rillen der Dichtdeckel, womit eine bessere Abdichtung während des Vor- und Nachschmierens erreicht wird. Örtliche Einlaufrillen in der inneren Mantelfläche der Dichtdeckel sind somit beabsichtigt und kein Grund zum Auswechseln der Teile.

Shaft sealing

Labyrinths on the rotor shaft at the turbine and compressor ends seal the bearing casing. The radial clearance of the labyrinth is rated so that the rotating tips of the labyrinth slightly dig into the softer sealing cover during the initial period of operating. At higher speeds the film of lube oil lifts the rotor slightly and the tips of the labyrinths run freely. The rotor drops when it is stationary and the tips of the labyrinths settle in the grooves in the sealing covers. This provides a better seal during priming and rundown lubrication. Wear grooves in the inner jacket area of the sealing covers are intentional and not a reason for replacing the parts.

Bewertung des Schmierölzustandes

Bei Turboladern, die über den Motorschmierölkreislauf mit Schmieröl versorgt werden, gelten für die Bewertung des Schmierölzustandes im wesentlichen die Beurteilungskriterien des Motorherstellers.
Bei Turboladern mit einem eigenen Schmierölsystem empfehlen wir eine Kontrolle des Schmieröles in regelmäßigen Zeitabständen.

Für Routineuntersuchungen des Schmierölzustandes genügen die folgenden Kennwerte:

Evaluation of the lube oil condition

For judging the lube oil condition in turbochargers connected to the engine lube oil circuit, the engine manufacturer's criteria should be followed.
In the case of turbochargers with their own lubricating oil system, we recommend lube oil checks at regular intervals.

When subjecting a lube oil to routine testing, the following criteria are sufficient as a rule:

Kennwert Property		Grenzwert Limit value
Viskosität Viscosity	mm^2/s	± eine Viskositätsklasse ± one viscosity class
Wassergehalt Water content	Gew.% % by w.	< 0.2 (kurzfristig bis 0.5 zulässig) < 0.2 (0.5 acceptable temporarily)
Gesamtverschmutzung Total contamination	Gew.% % by w.	<= 2.0

Die genannten Grenzwerte sind Erfahrungswerte aus der Praxis und orientieren sich an den Anforderungen des Motors an das Schmieröl. Zur Erreichnung langer Lagerstandzeiten ist unbedingt darauf zu achten, daß diese Grenzwerte nicht überschritten werden.
Aus Tropfenproben, die in regelmäßigen Zeitabständen angefertigt werden, kann die fortschreitende Veränderung des Schmieröles im Betrieb abgeleitet werden.
Eine verbindliche Aussage über die weitere Verwendbarkeit kann nur aus einer Vollanalyse abgeleitet werden, deren Werte nach genormten Prüfverfahren zu ermitteln sind.

The above limits are empirical values from practical operation making due allowance for engine-specific requirements on the lube oil. To reach long service lives of bearings it is very essential that these limits are not exeeded.
The progression of changes in the characteristics of the oil can be inferred from drop tests taken at regular intervals.
A reliable conclusion as to whether the lube oil is still for further use can only be obtained from a complete laboratory analysis in which the oil properties are established in accordance with standard test procedures.

Ölwechsel

Ein Ölwechsel ist erforderlich, wenn sich die chemisch-physikalischen Kennwerte der Ölfüllung so geändert haben, daß die Schmier-, Reinigungs- und Neutralisationseigenschaften nicht mehr ausreichend sind. Die in der Tabelle angegebenen Kennwerte und eine Tropfenprobe können nur als Anhaltswerte dienen.
Bei einem Ölwechsel ist das gesamte Schmieröl im betriebswarmen Zustand aus dem System abzulassen. Können die Hauptleitungen nicht voll entleert werden, ist das ganze System mit

Oil change

A change of the oil becomes necessary when the chemical/physical charateristics of the oil charge have changed to a degree such that the lubricating, cleaning and neutralising properties are no longer adequate. The ratings shown in the table and the drop test can only serve as a guide.
When changing the oil, drain the entire oil charge while it is still at normal service temperature. If the main piping system cannot be fully emptied, the entire system is to be flushed with

Spülöl zu spülen, bevor wieder Frischöl aufgefüllt wird.

flushing oil before filling in the new oil charge.

Entnahme von Ölproben

Um eine repräsentative Ölprobe zu erhalten, sind folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- Probe nur bei laufendem Motor ziehen
- Probe immer an der gleichen Stelle entnehmen
- Probe vor dem Turbolader entnehmen
- Speziellen Entnahmehahn vorsehen
- Probenflasche nur zu 90% füllen

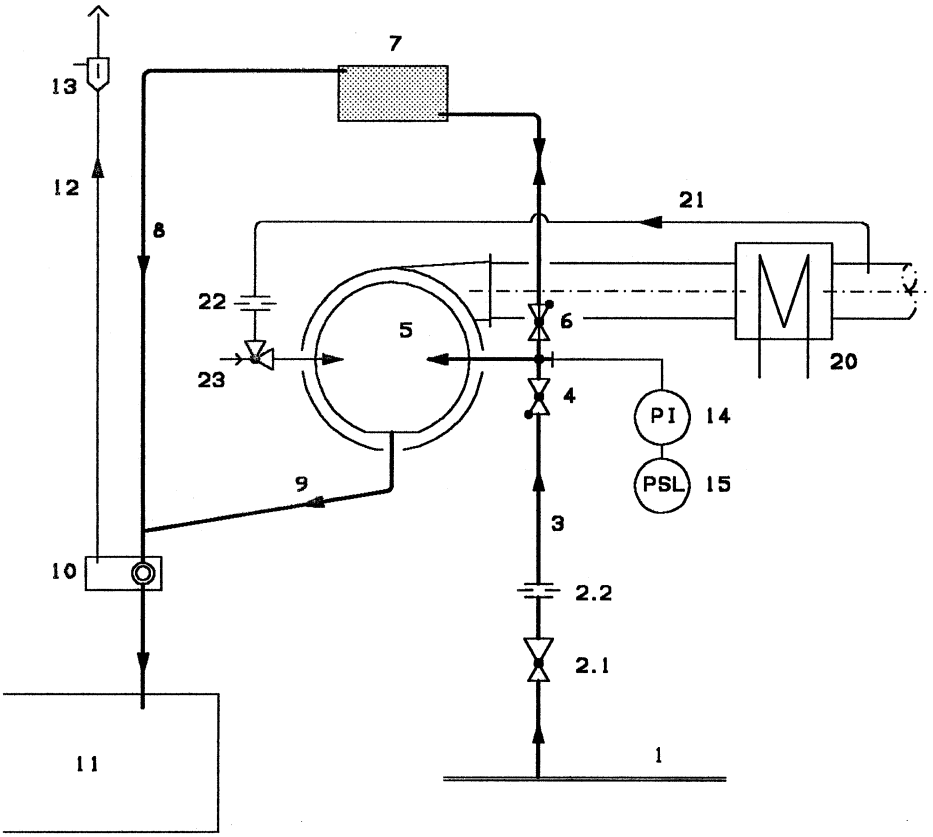
Drawing oil samples

In order to obtain results that are representative of the oil being circulated in the engine, the following requirements have to be observed:

- Draw sample only with the engine running
- Draw sample always at the same point from the oil circulation system
- Draw sample downstream of the turbocharger
- Provide turbocharger with special sampling cock
- Fill sample bottles only to 90%

MAN	**Schmierölschema NA/T** **Lube Oil Diagram NA/T**	T - NA 0320.02 1

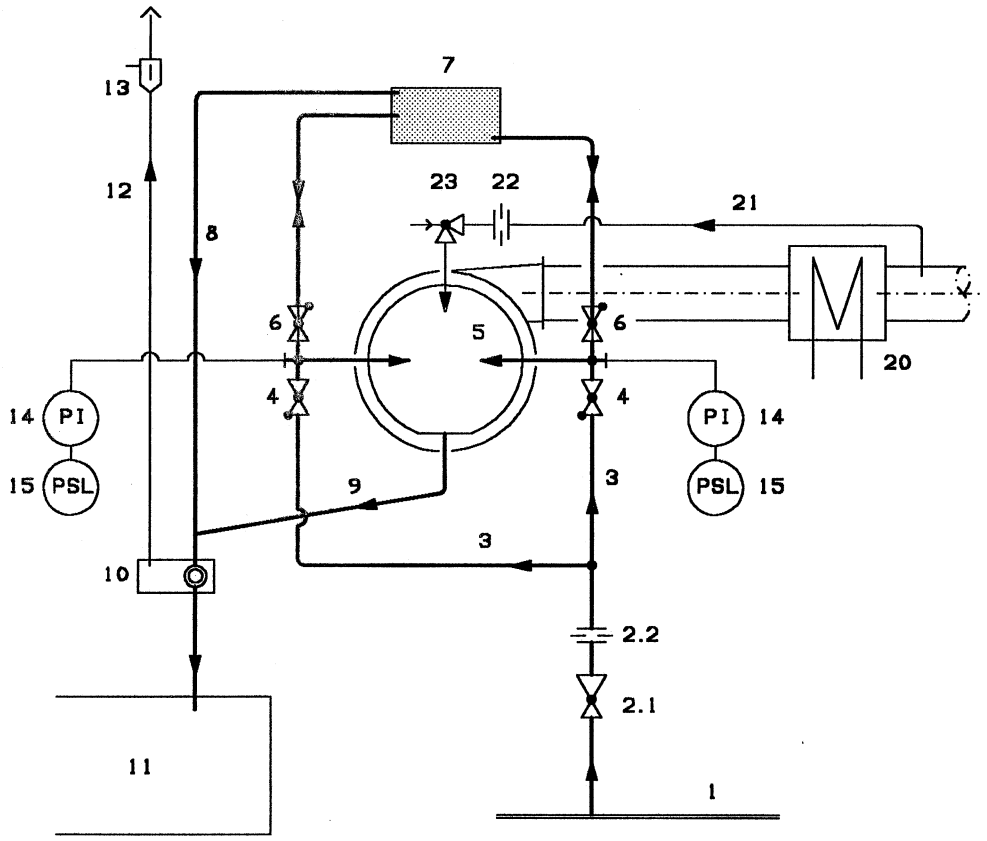
Type NA/T



1	Zulaufleitung (Motor)	1	Supply pipe (engine)
2.1	Druckminderventil (Viertaktmotor)	2.1	Pressure reducing valve (four-stroke)
2.2	Blende (Zweitaktmotor)	2.2	Orifice (two-stroke)
3	Zulaufleitung (Turbolader)	3	Supply pipe (turbocharger)
4 *	Rückschlagventil	4 *	Non-return valve
5 *	Turbolader (Lagergehäuse)	5 *	Turbocharger (bearing casing)
6 *	Rückschlagventil (mit Bypaß)	6 *	Non-return valve (with bypass)
7 *	Nachschmierbehälter	7 *	Post lubrication tank
8	Überlaufleitung	8	Overflow pipe
9	Ablaufleitung	9	Discharge pipe
10	Schauglas oder Entlüftungsbox	10	Sight glass or venting box
11	Betriebsbehälter oder Kurbelgehäuse	11	Lube oil tank or crankcase
12	Entlüftungsleitung	12	Venting pipe
13	Öldunstabscheider	13	Oilmist separator
14	Manometer	14	Pressure gauge
15	Druckwächter (Alarm)	15	Pressure switch (alarm)
20	Ladeluftkühler	20	Intercooler
21	Sperrluft	21	Seal-air pipe
22 *	Blende (nur für Zweitaktmotor)	22 *	Orifice (only for two-stroke engine)
23 *	Sperrluftventil (nur für Viertaktmotor)	23 *	Seal-air valve (only for four-stroke engine)
*	Lieferumfang Turbolader	*	Scope of supply of turbocharger

MAN	**Schmierölschema NA/S** **Lube Oil Diagram NA/S**	T - NA 0330.02 1

Type NA/S



1	Zulaufleitung (Motor)	1	Supply pipe (engine)
2.1	Druckminderventil (Viertaktmotor)	2.1	Pressure reducing valve (four-stroke)
2.2	Blende (Zweitaktmotor)	2.2	Orifice (two-stroke)
3	Zulaufleitung (Turbolader)	3	Supply pipe (turbocharger)
4 *	Rückschlagventil	4 *	Non-return valve
5 *	Turbolader (Lagergehäuse)	5 *	Turbocharger (bearing casing)
6 *	Rückschlagventil (mit Bypaß)	6 *	Non-return valve (with bypass)
7 *	Nachschmierbehälter	7 *	Post lubrication tank
8	Überlaufleitung	8	Overflow pipe
9	Ablaufleitung	9	Discharge pipe
10	Schauglas oder Entlüftungsbox	10	Sight glass or venting box
11	Betriebsbehälter oder Kurbelgehäuse	11	Lube oil tank or crankcase
12	Entlüftungsleitung	12	Venting pipe
13	Öldunstabscheider	13	Oilmist separator
14	Manometer	14	Pressure gauge
15	Druckwächter (Alarm)	15	Pressure switch (alarm)
20	Ladeluftkühler	20	Intercooler
21	Sperrluft	21	Seal-air pipe
22 *	Blende (nur für Zweitaktmotor)	22 *	Orifice (only for two-stroke engine)
23 *	Sperrluftventil (nur für Viertaktmotor)	23 *	Seal-air valve (only for four-stroke engine)
*	Lieferumfang Turbolader	*	Scope of supply of turbocharger

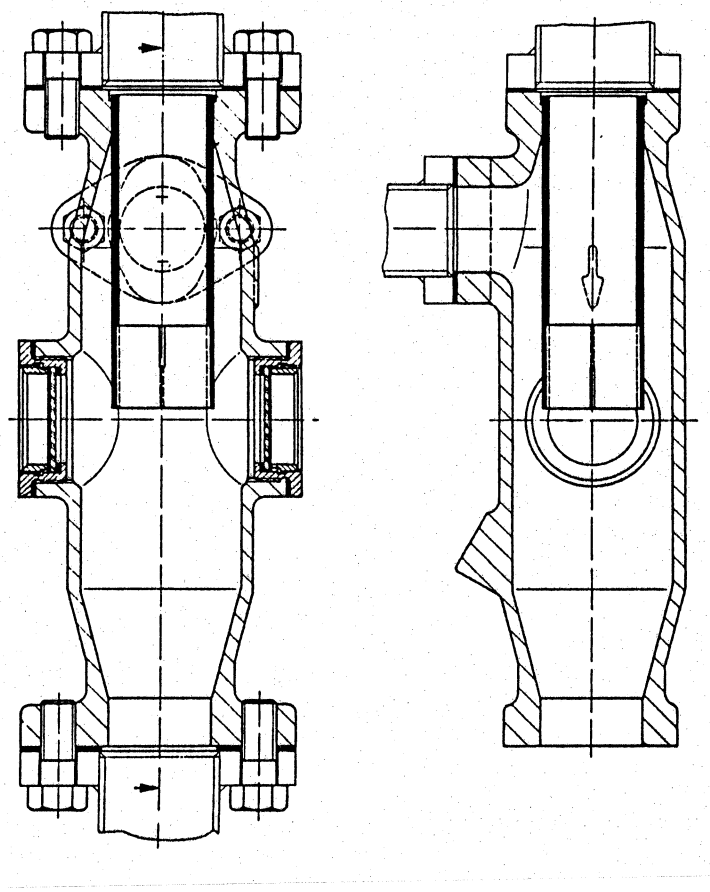
Status: 01.98

Schmierölablauf

Lube Oil Drain

- Bis zu 2 °/oo der Ansaugluft entweichen über die axialen Wellenlayrinthe in das Lagergehäuse und mit dem Schmieröl durch die Ablaufleitung.
- Diese Luftmenge könnte den im Triebraum herrschenden Druck über den zulässigen Wert ansteigen lassen.
- In diesem Falle kann ein Entlüftungsbehälter mit integriertem Schauglas nach dem Schmierölaustritt angeordnet werden, siehe Zeichnung unten (auch andere Ausführungen sind möglich). Diese Vorrichtung ermöglicht ein Entweichen der überschüssigen Luft im Schmieröl sowie eine Sichtkontrolle des ablaufenden Schmieröls. Es ist damit z. B. möglich, ein Schäumen des Öls festzustellen.

- Up to 2 °/oo (per mille) of the intake air passes the axial labyrinths of the rotor and leaves the bearing casing with the lube oil through the discharge pipe.
- This air amount might increase the crankcase air pressure above its permissible limit
- In this case a de-aerating vessel with integrated sight glass can be arranged after L.O. outlet, see drawing below (other designs are possible, too). This device allows de-aeration of the excess air in the lube oil as well as visual inspection of the L.O. flow. It is possible to detect foaming oil for instance.



Sperrluftsysteme von NA-Turboladern

Sealing Air Systems of NA-Turbochargers

Sperrluft, verdichterseitig

Verdichterseitig befinden sich radiale Labyrinthdichtungen auf der Rückseite des Verdichterrads und axiale Labyrinthdichtungen auf der Turbinenwelle. Luft, die vom Verdichter über die radialen Labyrinthe strömt, dichtet die axialen Labyrinthe der Welle gegen Öl ab.
Der druckbeaufschlagte Raum hinter dem Verdichterrad hat eine Entlüftungsleitung zum Turbinen-Abströmgehäuse, wodurch die auf die Rückseite des Verdichterrades wirkende Axialkraft verringert wird.

Sealing air, compressor end

On the compressor end there are radial labyrinth seals on the backface of the compressor wheel and axial labyrinth seals on the turbine shaft. Air from the compressor passing across the radial labyrinths seals the axial labyrinths of the shaft against oil.
The pressurized space behind the compressor wheel is bled to a release point in the turbine outlet casing, thus reducing the axial force acting toward the rear side of the compressor wheel.

Sperrluft, turbinenseitig

(Seite 0320.02 / 0330.02)

Außer dem turbinenseitigen Labyrinthring wird zusätzlich Sperrluft benötigt
- zur Abdichtung gegen Schmieröl und Abgas.
- zur Reduzierung des Achsschubes auf das Führungslager.

Die Sperrluft wird über die Sperrluftleitung (21) und eine Sperrluftbohrung im Lagergehäuse dem turbinenseitigen Raum zwischen radialer und axialer Labyrinthdichtung des Turbinenläufers zugeführt. Die Sperrluft ist nach dem Ladeluftkühler (20) und gegebenenfalls nach einem Hilfsgebläse (Zweitaktmotoren) zu entnehmen. Die Entnahmestelle muß vor eindringendem Kondenswasser und Schmutz geschützt sein. Sie ist daher im oberen Bereich der Ladeluftleitung anzuordnen. Das Rohr soll ca. 100 mm in die Ladeluftleitung hineinragen, um Schmutz und Wasser abzuhalten, das an der Wand entlanggeblasen wird (siehe Skizze Blatt 3). Die Sperrluft wird dem Turbolader über die Sperrluftleitung (21) zugeführt und abhängig von der Baugröße des Turboladers kurz vor Eintritt in das Lagergehäuse durch eine zum Lieferumfang gehörende Blende (22) auf den erforderlichen Wert reduziert. Beim Betrieb des Turboladers am Viertaktmotor ist diese Blende in einem Sperrluftventil (23) integriert, welches so ausgeführt ist, daß bei Unterdruck in der Ladeluftleitung die Sperrluftleitung verschlossen und damit eine Verbindung des Raumes zwischen den turbinenseitigem Axial- und Radiallabyrinthen zur Atmosphäre hergestellt wird. Ein Absaugen von Schmieröl über die Labyrinthabdichtung wird dadurch verhindert.

Sealing air, turbine end

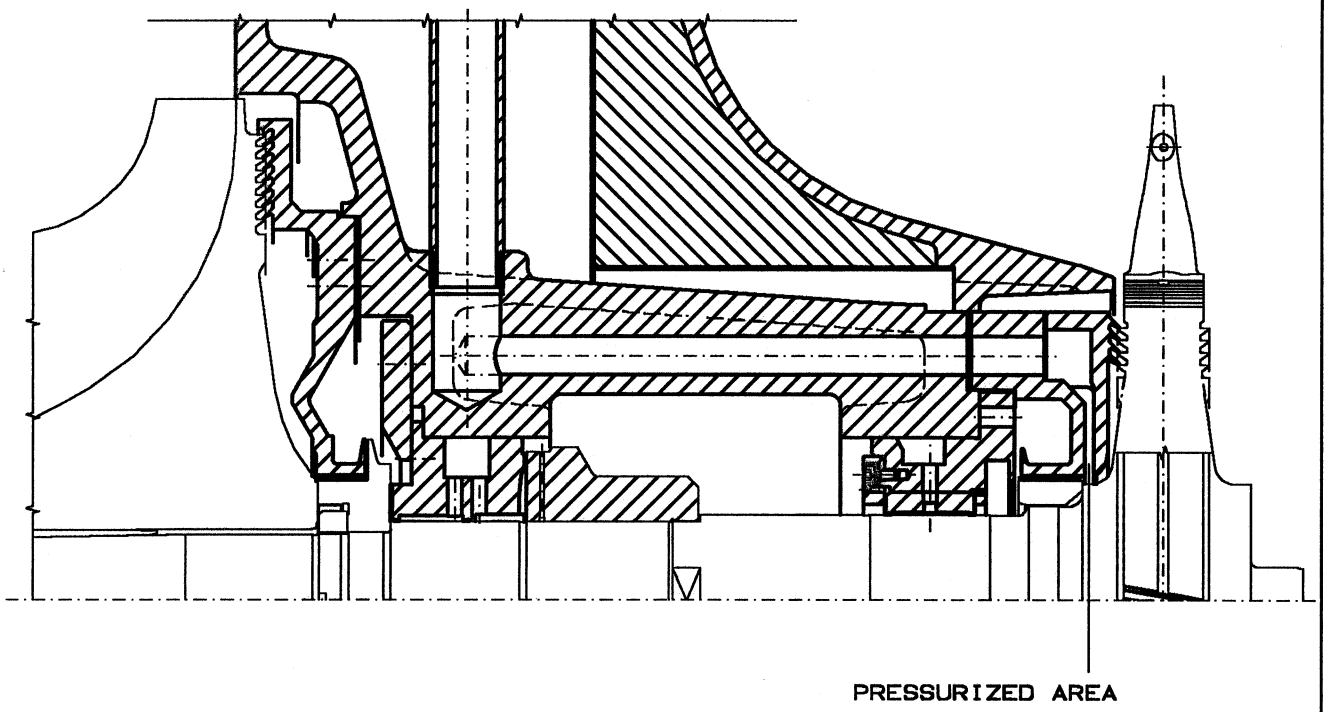
(page 0320.02 / 0330.02)

In addition to the labyrinth seal at the turbine side, sealing air is required there
- to provide sealing against lube oil and exhaust gas.
- to reduce the axial thrust on the guide bearing.

The sealing air is supplied to the space at the turbine side between the radial and axial labyrinth seal of the turbine rotor via the sealing air pipe (21) and a sealing air bore in the bearing casing. This air should be taken off downstream of the charge air cooler (20) or after the auxiliary blower (in case of two-stroke engines). The take-off point must be protected against the ingress of condensate and dirt. Therefore, it should be located in the upper part of the charge air duct. The pipe should project about 100 mm into the charge air duct in order to avoid penetration of dirt and water which is blown along the wall of the duct (see sketch on sheet 3). The sealing air is supplied to the turbocharger via the sealing air pipe (21) and, dependent on the size of the turbocharger, reduced to the required value, via an orifice (22) included in the delivery scope, shortly before the entry into the bearing casing. In case the turbocharger is operated at a four-stroke engine, this orifice is integrated in a sealing air valve (23) which closes the sealing air pipe in case of underpressure in the charge air pipe, thus providing a connection of the space between the turbine side axial and radial labyrinths to the atmosphere. Suction of lube oil via the labyrinth sealing is thus avoided.

Turbinen-Sperrluft

Turbine sealing air



In obiger Zeichnung sind Einzelheiten der Sperrluftzufuhr zu dem druckbeaufschlagten Bereich zwischen innerem Axial-Labyrinth und Radial-Labyrinth der Turbine dargestellt.

The above drawing shows details of the sealing air supply to the pressurized area between the inner axial labyrinth and the radial labyrinth of the turbine.

Die Zeichnung gilt für NA/S-Turbolader; die Ausführung für NA/T-Turbolader unterscheidet sich geringfügig.

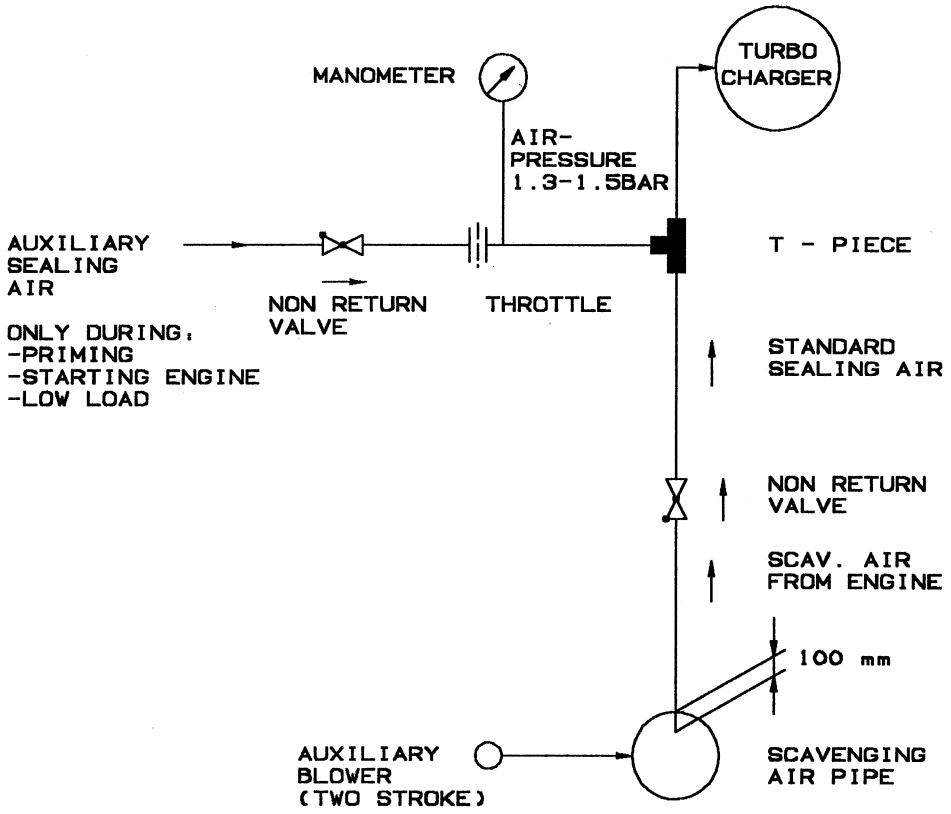
The drawing applies to NA/S turbochargers; the design is slightly different for NA/T turbochargers.

Sperrluftversorgung bei Motorbetrieb ohne Last

Im normalen Motorbetrieb ist stets genügend Sperrluft verfügbar. Bei langem Stillstand des Motors mit laufender Schmierölpumpe oder bei Betrieb mit extrem niedriger Last kann es jedoch notwendig sein, zur Vermeidung von Ölleckagen Hilfs-Sperrluft von außen zuzuführen. Das unten dargestellte Schema zeigt, wie Sperrluft von außen und von der Ladeluftleitung (Spülluftleitung) dem Turbolader zugeführt wird. Treffen diese besonderen Betriebsbedingungen zu, kann dieses nicht standardmäßige System auf Wunsch zusätzlich installiert werden.

Sealing air supply at no-load

During normal engine operation always sufficient sealing air is available. During long periods of standstill of the engine with running lube oil pump and at operation with extremely low load, however, auxiliary sealing air from an outside source might be necessary, in order to avoid seepage of lube oil. The schematic below depicts how sealing air from an external source and from the air receiver (scavenging air pipe) is supplied to the turbocharger. In case the mentioned special operating conditions require auxiliary sealing air, this non-standard system can be installed additionally upon request.



Die Entnahme von Sperrluft sollte von der Oberseite der Ladeluftleitung aus erfolgen, und zwar aus einer Tiefe von etwa 100 mm, um zu vermeiden, daß Kondenswasser, Schmutz oder Leckwasser in die Sperrluftkanäle dringt.

Sealing air should be drawn from the upper side of the air receiver and from a depth of approx. 100 mm to avoid penetration of condensed water, dirt or leaking water into the sealing air bores.

Zusatzeinrichtungen

Accessories

	Abschnitt		Chapter
Jet Assist	0410.02	Jet Assist	0410.02
Verdichterreinigung	0420.02	Compressor cleaning	0420.02
Turbinenreinigung	0430.02	Turbine cleaning	0430.02
Korrosionsschutz	0440.00	Corrosion protection	0440.00
Werkzeugsatz	0460.02	Set of tools	0460.02
Notbetrieb	0470.02	Emergency operation	0470.02

Jet Assist

Jet Assist

Turbolader der Baureihe NA haben kurze Läufer mit geringer Masse, was ein gutes Beschleunigungsverhalten ergibt, selbst dann, wenn ein hoher mittlerer effektiver Druck und geringe Motordrehzahlen gleichzeitig vorliegen.

Für einige besondere Einsatzgebiete könnten noch kürzere Reaktionszeiten erforderlich werden, was dann mit dem Jet Assist-System erreicht wird.

Während einer plötzlichen Lastzunahme beschleunigt ein vollautomatisch arbeitendes Jet Assist-System das Laufzeug innerhalb kürzester Zeit durch Zuführung von Hilfs-Druckluft durch mehrere Düsen im Verdichtergehäuse auf das Verdichterrad.

Folgende NA-Turbolader sind mit Jet Assist lieferbar: NA29/S, NA34, NA40, NA48 und NA57.

NA-type turbochargers have short and low-mass rotors and therefore favour a good acceleration response, even in cases where the mean effective pressure is high and engine speed low.

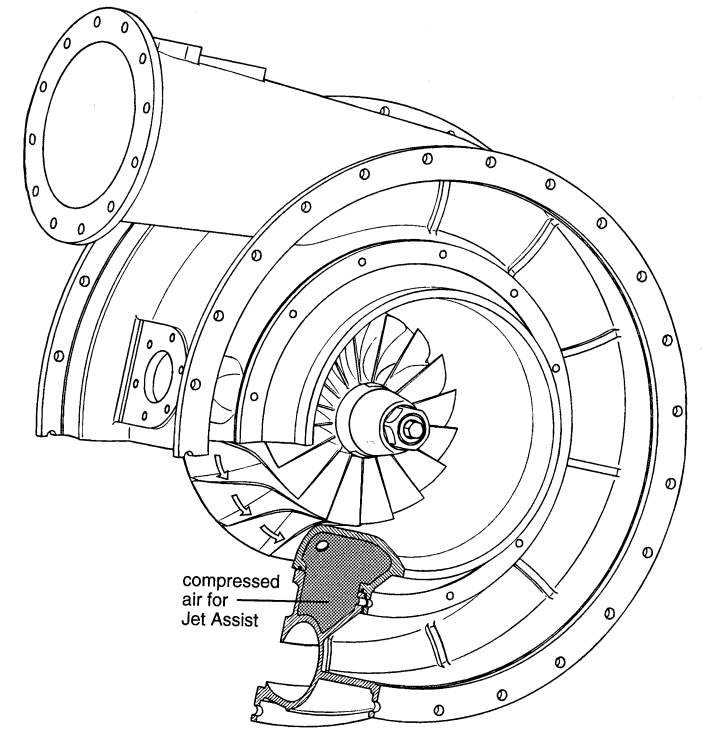
For a few special applications shorter response times might be necessary, which can be achieved by the Jet-Assist system.

During a sudden load increase a fully automatic Jet-Assist system accelerates the rotating assembly within a very short time by supplying compressed auxiliary air through several nozzles inside the compressor casing onto the compressor wheel.

The following NA turbochargers are available with Jet Assist: NA29/S, NA34, NA40, NA48 and NA57.

Druckluft für Jet Assist

Compressed air for Jet Assist



- Dank der hochwirksamen, als Standardausrüstung benützten synthetischen Luftfilter kann auf ein Waschen des Verdichters bei der Turboladergröße NA48 und allen größeren Spezifikationen verzichtet werden. Vorausgesetzt, der Luftfilter wird ordnungsgemäß entsprechend den Anweisungen in der Betriebsanleitung behandelt.
- NA29/S, NA34 und NA40:
  Eine mit Wasser arbeitende Waschvorrichtung für den Verdichter wird aber für diese Baugrößen nach wie vor empfohlen, weil Ablagerungen und ölige Schmutzfilme an den kleinen Schaufeln der Verdichterräder und der Nachleitapparate den Wirkungsgrad des Verdichters mindern können.
- Nur Frischwasser ist zu verwenden, kein Seewasser, keine chemischen Zusätze und keine Detergentien.
- Das Waschen des Verdichters erfolgt bei Vollast.
- Waschdauer: ca. 20 Sekunden.
- Reinigungsmittel für den Ladeluftkühler dürfen nur nach dem Verdichter eingespritzt werden.
- Die Reinigungsintervalle für das Waschen des Verdichters sollten je nach Verschmutzungsgrad der jeweiligen Anlage festgelegt werden. Wir empfehlen, daß NA29/S, NA34 und NA40 Turbolader alle 100 - 200 Stunden gewaschen werden.

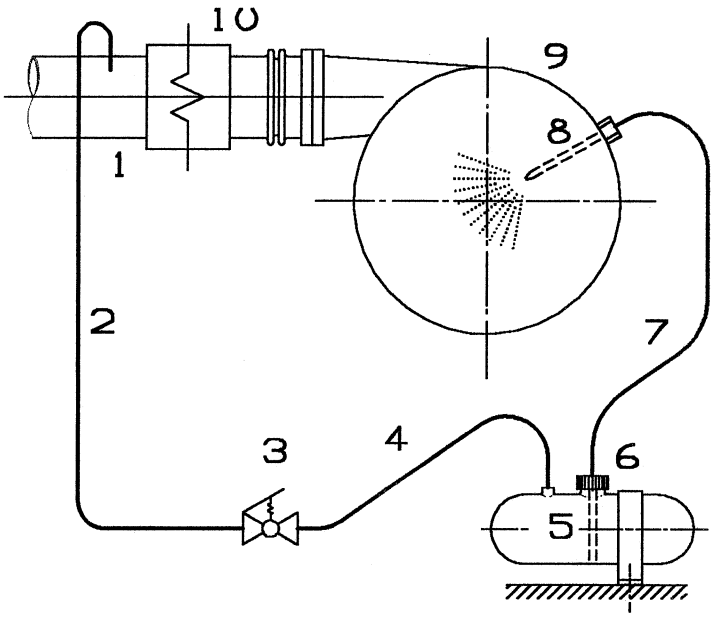
- Due to the efficacy of the standard synthetic air filters used, compressor washing can be dispensed with for turbocharger size NA48 and all larger frame sizes, provided the air filter is properly treated according to the instructions in the Operating Manual.
- NA29/S, NA34 and NA40:
  A water-based compressor washing device is still recommended because deposits and an oily paste on the small blades of the compressor wheels and the diffusers of above turbochargers might reduce the compressor efficiency.
- Only fresh water has to be used, no seawater and no chemical additives and detergents.
- Compressor washing is to be performed at full load.
- Washing duration: approx. 20 seconds.
- Detergents for the intercooler to be sprayed-in after the compressor only.
- The cleaning intervals for compressor washing should be matched to the degree of fouling of each individual plant. However, a recommended washing frequency for NA29/S, NA34 and NA40 is every 100 to 200 operating hours.

Verdichterreinigung

Compressor Cleaning

Beim Einsatz von Turboladern an hochaufgeladenen Dieselmotoren sollte die Reinigungsvorrichtung nicht am (heißen) Verdichtergehäuse angebaut, sondern separat aufgestellt werden. Der Wasserbehälter(5) soll mindestens 600 mm tiefer als das Einspritzrohr(8) angeordnet werden, damit beim Füllen des Behälters das Wasser durch den Unterdruck vor Verdichter nicht vorzeitig abgesaugt wird. Die zur Einleitung des Waschvorgangs verwendete Druckluft sollte der Ladeluftleitung nach dem Ladeluftkühler entnommen werden (Siehe Skizze unten).

In case of turbocharger applications for highly charged Diesel engines, the cleaning device should not be installed on the (hot) compressor casing, but placed remotely. The water tank (5) has to be placed at least 600 mm below the injection pipe (8), so that the water will not be sucked off prematurely by the negativ pressure before compressor when filling the tank. The pressurized air used to initiate the washing process should be taken from the charge air pipe after the air cooler, see the sketch below.



1 Ladeluftleitung
2 Rohr
3 Hydrometerhahn
4 Schlauch
5 Wasserbehälter
6 Schraubverschluß
7 Schlauch
8 Einspritzrohr
9 Turbolader
10 Ladeluftkühler

1 Charge air pipe
2 Pipe
3 Hydrometer-cock
4 Hose
5 Water tank
6 Screw-type cap
7 Hose
8 Injection pipe
9 Turbocharger
10 Intercooler

Turbinenreinigung

Turbine Cleaning

Die Turbolader von Motoren im Schweröl betrieb müssen von der 1. Inbetriebnahme an in regelmäßigen Abständen gereinigt werden, um Verbrennungsrückstände von der Beschaufelung des Turbinenrades und des Düsenringes zu entfernen. Derartige Ablagerungen könnten eine Verschlechterung der Betriebsdaten verursachen oder sogar stark schwingungsanregend auf die Turbinenschaufeln wirken.

The turbochargers for engines operating on HFO must be cleaned at regular intervals beginning from the very first operation to remove combustion residues from the bladings of rotor and nozzle ring. Such deposits might cause a deterioration of the operating data or even severe excitations of the rotor blades.

Zwei grundsätzliche Reinigungsverfahren sind für NA-Turbolader Standard:

1. Trockenreinigung der Turbine
2. Turbinennaßreinigung

Two principal cleaning procedures are standard for NA turbochargers:

1. turbine dry cleaning
2. turbine wet cleaning

Beide Reinigungsmethoden können am gleichen Turbolader angewandt werden, wodurch sich die Vorteile jeder der beiden Einrichtungen ergänzen.

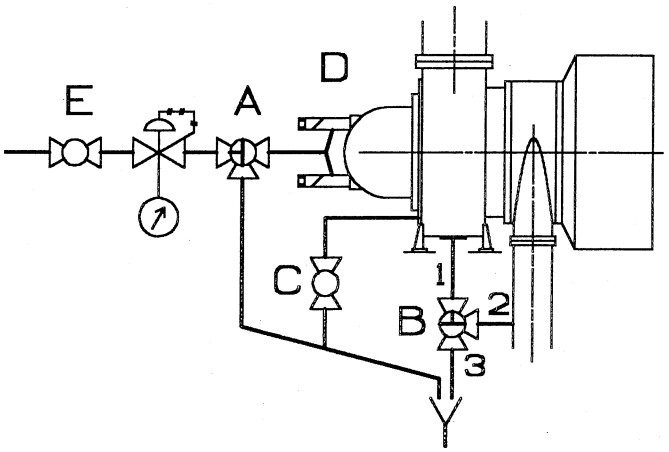
Both cleaning methods can be used with the same turbocharger to complement the advantages of each single device.

Die auf dem Hinweisschild des Turboladers und in der Betriebsanweisung angegebenen Reinigungsanweisungen sind zu befolgen.

The cleaning instructions given on the plate on the turbocharger and in the Operating Manual have to be followed.

Turbinen-Naßreinigung

Turbine wet cleaning



Naßreinigung (Spritzdüsen)

A 3-Wege-Absperrhahn
(Null-Stellung, Austreiben, Waschen)
B Entwässerungshahn (falls vorgesehen)
C Entwässerungshahn (falls vorgesehen)
D Waschdüse
E Absperrhahn
(am Wasserzulauf)

Wet cleaning (by spray nozzles)

A three way cock
(ZERO POSITION, BLOWING-OUT, WASHING)
B drain cock (if fitted)
C drain cock (if fitted)
D washing jet
E stop cock
(at water supply)

- Vorteile der Naßreinigung:
  Längere Reinigungsintervalle
  Kontrolle der Reinigungswirkung am Schmutzwasserablauf sichtbar
- Nachteile der Naßreinigung:
  Senkung der Motorleistung

- Advantages of wet cleaning:
  Longer cleaning intervals
  Checking: cleaning effect visible at dirty water drain
- Disadvantages of wet cleaning:
  Reduction of the engine output

Empfohlene Reinigungsintervalle:
Naßreinigung mit Wasser:
Alle 250 Betriebsstunden

Recommended cleaning intervals:
wet cleaning by water:
every 250 operating hours

Turbinen-Naßreinigung

Um eine übermäßige Belastung der Turbinenbeschaufelung durch Wärmeschock und Zentrifugalkräfte zu vermeiden, ist die Motorlast vor dem Waschen der Turbine auf ca. 10 % (Antriebsmotoren) und 0 % (Dieselgeneratoren) zu verringern.

Es ist Frischwasser ohne jegliche chemische Zusätze zu verwenden.
Wasserdruck ca. 3 bar.
Waschdauer: 10 - 20 Minuten (bis sauberes Wasser aus den Schmutzwasseraustrittsöffnungen austritt).
Die Waschhäufigkeit hängt von Kraftstoffart und Betriebsart ab.
Allgemeine Empfehlung: Alle 250 Betriebsstunden.

NA-Turbolader können mit zwei verschiedenen Wassereinspritz-Systemen geliefert werden (in jeder einzelnen Abgasleitung zu installieren).

1. Sprühdüsen, die an den Abgasrohren fest befestigt sind, werden durch eine Nadel gegen Ablagerungen geschützt. Diese schützende Nadel wird lediglich zum Waschen der Turbine zurückgezogen.

2. Abnehmbare Waschlanze, die durch eine Klappe in die Abgassammelleitung eingeführt werden kann und nach Beendigung des Waschvorganges wieder abgenommen wird. Es reicht daher eine einzige Lanze für mehrere Abgasleitungen (oder Motoren).

In beiden Fällen ist die Installation einer Frischwasserzufuhrleitung vom Wassernetz zur Turbinenwascheinrichtung, sowie zweier Schmutzwasserablaufleitungen über einen Trichter (zur Sichtkontrolle) zum Schlammtank erforderlich.

Turbine wet cleaning

In order to avoid overload on the turbine blading by thermoshock and centrifugal stresses, the engine load has to be decreased to approx. 10 % (propulsion engines) and 0 % (gensets) prior to turbine washing.

Fresh water has to be used without any chemical additives.
Water pressure approx. 3 bar.
Washing duration: 10 - 20 minutes (until clean water leaves the dirty-water drains).
Washing frequency depends on fuel type and operating mode.
General recommendation: every 250 operating hours.

NA turbochargers can be supplied with two different water injection outfits (to be installed in each individual exhaust-gas pipe):

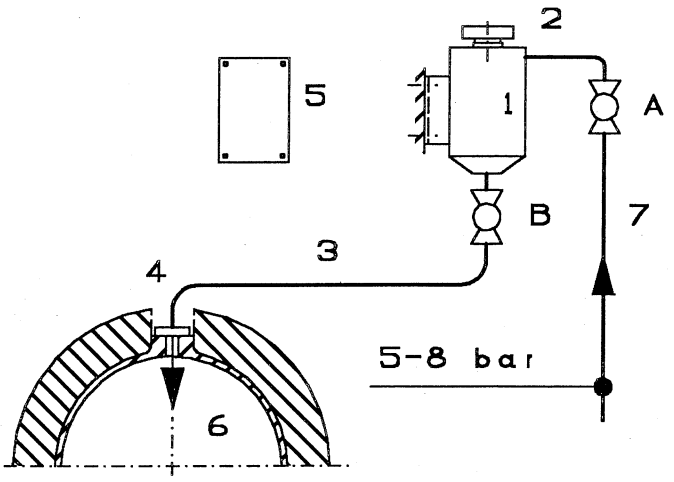
1. Spray nozzles, rigidly fastened to the exhaust pipes, protected against deposits by a needle. This protection needle is pulled back only for turbine washing.

2. Removable washing lance, inserted into the exhaust gas manifold through a flap and removed after completion of the washing process. Therefore a single water pipe is sufficient for several exhaust gas pipes (or engines).

Both cases require the installation of a F.W. supply line from the mains system to the turbine washing equipment and two dirty water drain pipes via a funnel (for visual checking) to the sludge tank.

Turbinen-Trockenreinigung

Turbine dry cleaning



Trockenreinigung

1 Behälter
2 Verschlußschraube
3 Rohrleitung(25 x 2.0 mm)
4 Anschlußflansch
5 Schild
6 Turbinen-Zuströmgehäuse oder Zwischenstück
7 Druckluftleitung
A Absperrhahn(Druckluft)
B Absperrhahn(Abgas)

Dry cleaning

1 container
2 screw plug
3 pipe line (dia. 25 x 2.0 mm)
4 connection flange
5 plate
6 gas-admission casing or intermediate piece
7 compressed air line
A stop cock (compressed air)
B stop cock (exhaust gas)

- Vorteile der Trockenreinigung:
  Reinigung bei Normalbetrieb des Motors durchführbar

- Nachteile der Trockenreinigung:
  Kürzere Reinigungsintervalle, da sonst dikkere Schmutzschichten nicht mehr abgetragen werden.
  Je nach Ausführung des Schornsteines können beim Reinigungsvorgang rußige Partikel entweichen. Dies ist besonders bei Fahrgastschiffen zu beachten.

- Advantages of dry cleaning:
  Cleaning can by carried out during normal operation of the engine.

- Disadvantages of dry cleaning:
  Shorter cleaning intervals, as otherwise thicker dirt layers cannot be removed any more.
  Depending on the type of chimney, sooty particles may escape. This is to be considered especially in case of passenger ships.

Empfohlene Reinigungsintervalle:
Trockenreinigung mit Granulat:
Alle 1 - 2 Tage

Recommended cleaning intervals:
dry cleaning by granulate:
every 1 - 2 days

Turbinentrockenreinigung

Der Behälter für das Granulat (Pos. 1 auf Blatt 4) ist wie folgt zu befüllen:

- NA 34 — 0.5 litre
- NA 40 — 1.0 litre
- NA 48 — 1.5 litre
- NA 57 — 2.0 litre
- NA 70 — 2.5 litre

Diese Mengen sind während einer Einspritzdauer von etwa 30 Sekunden einzublasen.

Turbine dry cleaning

The container for the granulate matter (Pos. 1 on page 4) has to be filled with the following quantities:

These quantities have to be blown-in during an injection period of approx. 30 seconds.

Bezugsquellen für Trockenreinigungsmittel (Auswahl)

1. "Granulated Nut Shells"

MAN B&W Diesel AG
Turbocharger Service Dept.
Stadtbachstr. 1
D-86153 Augsburg, Germany

2. "Turbine Wash"

Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co.
Ishiko Bldg., 2-9-7 Yassu, Chuo-Ku
Tokyo 104, Japan
Tel.: 03-2 77-42 91

3. Designation unknown

Messrs. Netunus Vinke
Schuttevaerweg 22
3004 E.A. Rotterdam, Holland
Tel.: 0 10-37 31 66

4. "A-C Cleaner" (Activated Coal)

Mitsui Kozan Co. Ltd. (Fuel Dept.)
Yamaguchi Bldg., 2-1-1 Nihonbashi
Muromachi, Chuo-Ku
Tokyo 103, Japan

5. "Grade 16/10"

FA. Poul Auer GmbH
Strahltechnik
D-68309 Mannheim 31, Germany

6. "OMT-701"

Marix KK
Kimura Bldg., 6-2-1 Shinbashi
Minato-Ku
Tokyo 105, Japan
Tel: 03-436-6371, Telex: 242-7232 MAIX J

Suppliers of dry cleaning agents (selection)

7. "Granulated Nut Shells"

Eisenwerke Würth GmbH + Co.
74177 Bad Friederichshall,
Germany
Tel.: 0 71 36-60 01

8. "OMT-701"

OMT Incorporated
4F, Kiji Bldg., 2-8 Hatchobori,
4-chome, Chuo-Ku
Tokyo 104, Japan
Tel: 03-553-5077
Telex: 252-2747 OMTINC J

9. "Soft Blasting Grade 12/3a"

H.S. Hansen Enf.
Kattegatvej 2
2100 Copenhagen O, Denmark
Tel.: (01) 29 97 00, Telex: 19038

10. "Marine Grid No. 14" (Walnut)

Hikawa Marine
Kaigan-Dori 1-1-1
Kobe 650, Japan
Tel.: 0 78-3 21-66 56

11. "Crushed Nutshells"

Brigantine, Hong Kong

12. "Marine Grid No. 14"

Mashin Shokai
Irie-Dori, 3-1-13, Hyogo-Ku
Kobe 652, Japan
Tel.: 0 78-6 51-15 81

13. "Solf Blast Grit, Grade 14/25"

TURCO Chemical Products Ltd.
Arnheim 30784
Verlag Slokkenweg 12, Holland
Tel.: 0 83 80 - 1 91 05, Telex: 37082

Obige Liste ist lediglich als Orientierung gedacht und nicht als vollständig zu betrachten. Wir übernehmen keinerlei Verantwortung für diese oder irgendwelche anderen Produkte.

Above list is for guidance only and must not be considered complete. We do not assume any responsibility for damage that might be caused by these or other products.

Der Korrosionsschutz setzt sich zusammen aus Konservierung und Verpackung des Abgasturboladers, entsprechend den zu erwartenden Transport- und Lagerbedingungen.
Kriterien für den Korrosionsschutz sind die geforderte Dauer, die Transportbedingungen (Land-, Luft- oder Seefracht) und die klimatischen Verhältnisse während des Transportes und der Lagerung am Bestimmungsort.

Eine Konservierung erfolgt bereits beim Zusammenbau. Dabei werden Paßflächen (mit Ausnahme des konischen Sitzes des Verdichterrades) mit Korrosionsschutzöl (z.B. Fuchs-Anticorit 1, Valvoline-Tectyl, Teco 6 SAE 30, Esso-Rust-Ban 335, Shell-Ensis Oil L, Esso-Cylesso 400) und der Läufer sowie die Gehäuseinnenflächen mit Korrosionsschutzmitteln mit geringerem Fließverhalten (z.B. Fuchs-Anticorit 6120-42 E, Fuchs-Anticorit 15 N, Esso-Rust-Ban 391) oder wasserverdrängenden Eigenschaften (z.B. Fuchs-Anticorit 6120-42 DFV, Valvoline-Tectyl 511 M, Valvoline-Tectyl 472) behandelt. Bei Verwendung dieser betriebsstoffverträglichen Mittel entfällt eine Entkonservierung vor der Inbetriebnahme.
Bearbeitete Außenflächen werden mit Korrosionsschutzmittel (z.B. Fuchs-Anticorit BW 336, Volvoline-Tectyl 846, Esso-Rust-Ban 397) behandelt und müssen beim Anbau vor Inbetriebnahme mit Dieselkraftstoff oder Petroleum entkonserviert werden.
Alle Öffnungen am Abgasturbolader werden nach der Konservierung weitgehend luftdicht verschlossen.
Zur Erreichung eines erhöhten Korrosionsschutzes (z.B. Übersee, Tropen, Subtropen) können noch vor dem Verschließen der Öffnungen in den Gasein-, Gasaus- und Luftaustrittsstutzen Dampfphasen-Korrosionsschutzmittel (z.B. Branorol 32-5) im Verhältnis 300 cm^3 pro 1 m^3 Innenraum eingesprüht werden oder an den Innenseiten der Verschlußdeckel Trockenmittel in Beutel- oder Blockform angebracht werden. In solchen Fällen müssen beim Anbau vor Inbetriebnahme des Turboladers die Trokkenmittel entfernt und die Gehäuse mit Druckluft durchgeblasen werden, weil sonst bei Erhitzung giftige Dämpfe freigesetzt werden.

Die Verpackung muß dem geforderten Korrosionsschutz und den Transport- und Lagerbe-

Corrosion inhibition treatment consists of the preservation and packing of the exhaust gas turbocharger in an adequate way to withstand the transport and storing conditions to be expected.
The criteria to be observed for corrosion inhibition are the expected duration of effectiveness, the terms of transport (land-borne, air-borne or sea-borne) and the climatic conditions in transit and during storage at the point of destination.

A preservation treatment is already applied on assembly. Details of this treatment: Fitting surfaces (except the conical seat of the compressor wheel) are treated with slushing oil (such as Fuchs-Anticorit 1, Valvoline-Tectyl, Teco 6 SAE 30, Esso-Rust-Ban 335, Shell-Ensis Oil L, Esso-Cylesso 400), and the rotor and casing inside surfaces with corrosion inhibitors of higher viscosity (such as Fuchs-Anticorit 6120-42 E, Fuchs-Anticorit 15N, Esso-Rust-Ban 391) or showing water-displacing properties (such as Fuchs-Anticorit 6120-42 DFV, Valvoline-Tectyl 511 M, Valvoline-Tectyl 472). These agents are compatible with fuel oils/lube oils/cooling water, and their use dispense with the necessity of depreservation prior to putting into operation.
Machined external surfaces are treated with corrosion inhibitors (such as Fuchs-Anticorit BW 336, Valvoline-Tectyl 846, Esso-Rust-Ban 397) and have to be cleaned from these by using Diesel fuel oil or petroleum prior to assembly and putting into operation.
All the openings on the exhaust gas turbocharger are sealed virtually air-tight after preservation treatment.
For a higher grade of corrosion protection (such as for overseas, tropical- or subtropical regions), vapour-phase corrosion inhibitors (such as Branorol 32-5) can be added at a rate of 300 cm^3 per 1 m^3 of interior space prior to sealing the openings, by spraying into the gas inlet, gas outlet and air outlet sockets, or bags or blocks of desiccatives can be attached to the inside of sealing covers. In such cases, the desiccatives have to be removed and the casings purged by means of compressed air prior to mounting and starting the turbocharger, because otherwise toxic fumes will be emitted at high temperatures.

dingungen entsprechen.
Für Überseeversand und/oder längere Lagerung in tropischen oder subtropischen Gebieten kann es erforderlich sein, den Abgasturbolader einschließlich genügender Menge Trockenbeutel und Feuchtigkeitsanzeiger innerhalb der Verpackungskiste zusätzlich in eine Aluminium-Kunststoff-Verbundfolie einzuschweißen.

Anweisungen über die durchzuführende Überwachung des Korrosionsschutzes oder Nachkonservierung werden mitgeliefert oder können ebenso wie ausführliche Anweisungen über den Korrosionsschutz angefordert werden.

The packing has to satisfy the standards of corrosion inhibition and meet the requirements of transport and storage.
For ocean shipment and/or prolonged storage in tropical or subtropical regions, it may become necessary to seal the exhaust gas turbocharger in an aluminium/synthetic sandwich foil inside the crate, together with adequate quantities of desiccative bags and humidity indicators.

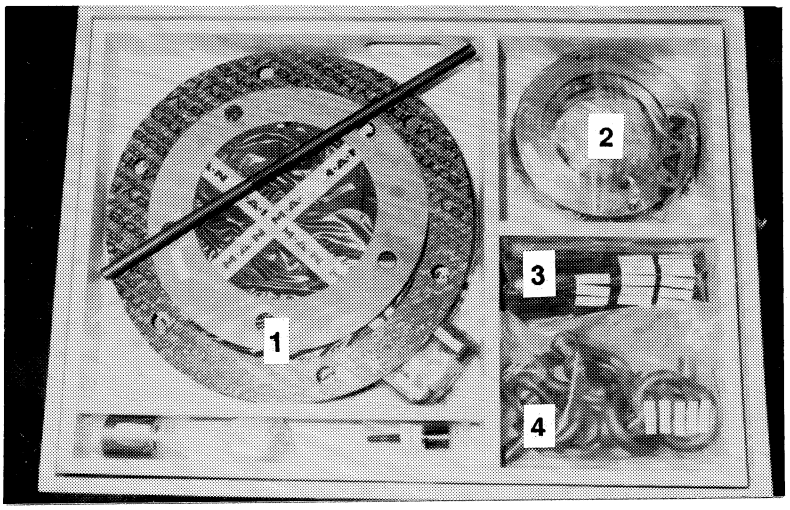
Written instructions how to control corrosion protection and/or restore preservation accompany the shipment, or will be sent on request, together with detailed instructions on corrosion inhibition.

Werkzeugsatz

Set of Tools

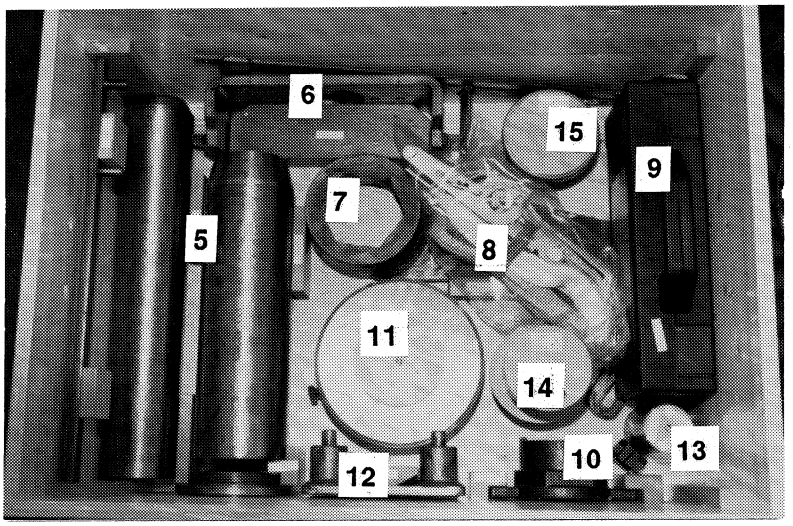
Für Wartungs- bzw. Reparaturarbeiten steht auf Wunsch ein umfangreicher Werkzeugsatz zur Verfügung. Das komplette Werkzeug befindet sich geordnet und nummeriert in einer Kiste (Siehe Bilder unten).

For maintenance or repairworks an extensive set of tools is available if desired. The box contains the complete tools ordered and numbered (see pictures below).



Werkzeugkiste
Oberkasten

Box with tools
Upper case



Werkzeugkiste
Unterkasten

Box with tools
Lower case

Dichtungen	1	Sealings	1
Montagering	2	Assembly ring	2
Kleinteile	3	Small parts	3
Schäkel	4	Shackle	4
Hülsen	5	Insertion-sleeves	5
Brücke	6	Bridge	6
Festhalteschlüssel	7	Holding key	7
Spanngurt	8	Clamping band	8
Ölpumpe	9	Oil pump	9
Klauenschlüssel	10	Claw spanner	10
Aufpressvorrichtung	11	Press-on-device	11
Anhängeplatte	12	Suspension plate	12
Klemmhülse	13	Clamping sleeve	13
Druckring/Fixierring	14	Thrust ring/Fixing ring	14
Abziehvorrichtung	15	Pulling device	15

Turbolader sind hochbeanspruchte Strömungsmaschinen. Sie müssen bei sehr hohen Drehzahlen und bei relativ hohen Temperaturen und Drücken den gesamten Gaswechsel des Motors gewährleisten. Wie beim Motor können trotz sorgfältiger Betriebsführung Störungen auftreten und wie dort, so ist auch hier in den meisten Fällen ein Notbetrieb möglich, wenn der Schaden nicht sofort behoben werden kann.

Folgende Hilfsmittel stehen für einen Notbetrieb des Motors bei beschädigten Turboladern zur Verfügung:

NA-Turbolader (S-Reihe)

- Festhalteschlüssel zum Blockieren des Läufers von der Verdichterseite (Ansaugquerschnitt bleibt offen)
- Abschlußdeckel zum Verschließen der Verdichter- und Turbinenrückseite bei demontiertem Rotor.

Alle Hilfsmittel sind so beschaffen, daß die Luft- und Abgasseite des Turboladers durchströmt werden können.

Turbochargers are turbo machines subjected to high stresses which must reliably ensure the entire gas renewal performance of the engine at very high speeds and relatively high temperatures and pressures. Like the engine, the turbocharger can also suffer disturbances, despite careful system operation, and emergency operation is also possible in most cases unless the damage can be repaired immediately.

The following means are available for emergency operation of the engine with the turbochargers defective:

NA turbochargers (S series)

- Holding key to block the rotor from the compressor side (the suction cross-sectional area remains open)
- Cover to close the compressor and turbine rear side with the rotor dismantled.

All of these elements are so designed that the flow is not obstructed on the air side and exhaust side of the turbocharger.

Erreichbare Leistungen/Drehzahlen:

Outputs/Speeds that can be reached:

Ein Turbolader ausgefallen One Turbocharger failing	L-Motor (1 Turbolader) In-line engine (1 turbocharger)	V-Motor (2 Turbolader) Vee-type eng. (2 turbocharger)
Festpropeller* Fixed-pitch propeller*	15%	50%
Verstellpropeller/ Generatorbetrieb** Controllable-pitch propeller/ Generator operation**	20%	50%

*) Nennleistung bei zugehöriger Drehzahl
**) Nennleistung bei Nenndrehzahl

*) Rated output at the corresponding speed
**) Rated output at the rated speed

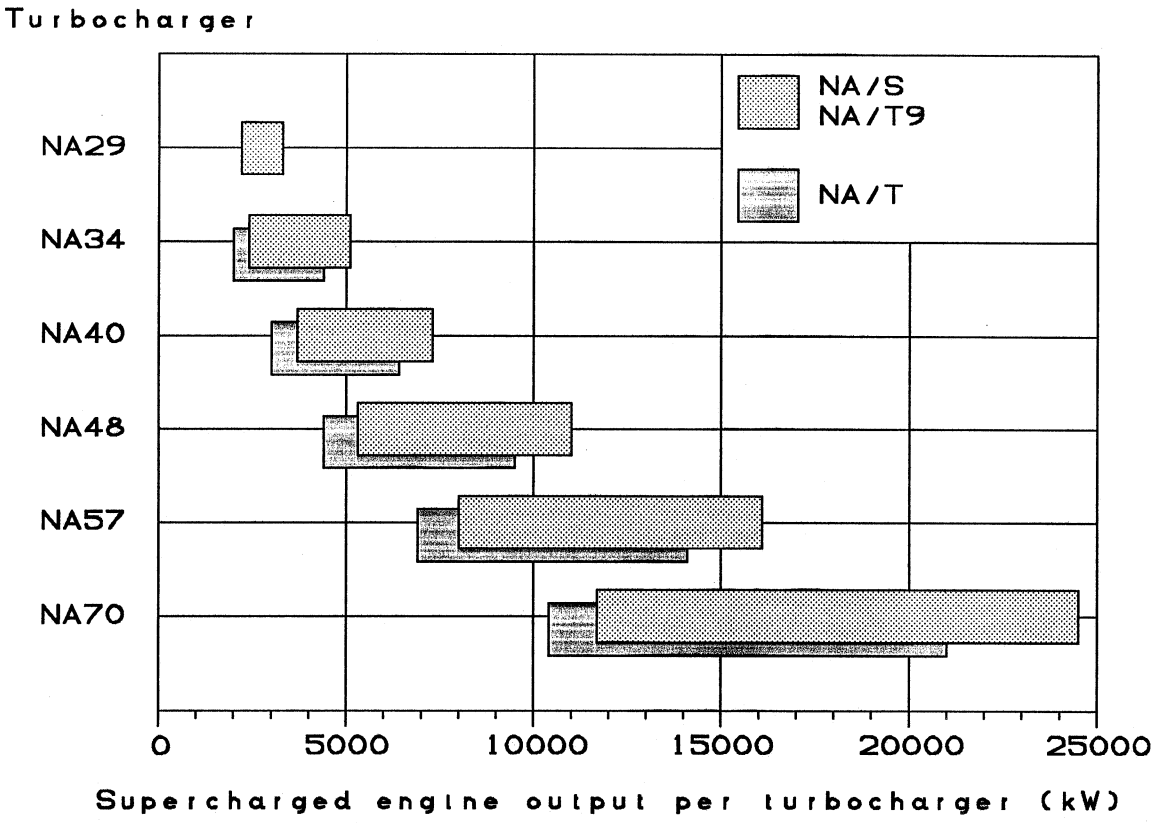
Projektierungsdaten

Projecting planning data

	Abschnitt		Chapter
Leistungsbereiche	0510.02	Output ranges	0510.02
Bereichskennfelder	0515.02	Range of application	0515.02
Technische Daten Turbolader	0525.02	Technical data turbochargers	0525.02
Technische Daten Nutzturbinen	0525.05	Technical data power turbines	0525.05
Zulässige maximale Belastungen	0532.02	Allowable maximum loads	0532.02
Zulässige Neigungen	0535.02	Permissible inclination	0535.02
Zulässige Schwingbeschleunigungen	0545.02	Permissible vibration acceleration	0545.02
Schalldruckpegel-Diagramm	0550.02	Noise level diagram	0550.02
Hauptabmessungen u. Gewichte Turbolader	0560.02	Main dimensions and weights turbocharger	0560.02
Hauptabmessungen u. Gewichte Nutzturbinen	0560.05	Main dimensions and weights power turbines	0560.05
Gehäusepositionen	0565.02	Casing positions	0565.02
Maschinenraumplanung	0580.02	Engine room planning	0580.02
Turboladertransport	0583.02	Turbocharger transport	0583.02
Abgassystem	0585.00	Exhaust gas system	0585.00
Abgasleitungsanschluß	0588.02	Exhaust gas pipe installation	0588.02
Einbau von Versorgungsschläuchen	0590.02	Installation of supply hoses	0590.02

Leistungsbereiche der Axialturbolader

Output Ranges of Axial-Flow-Turbochargers

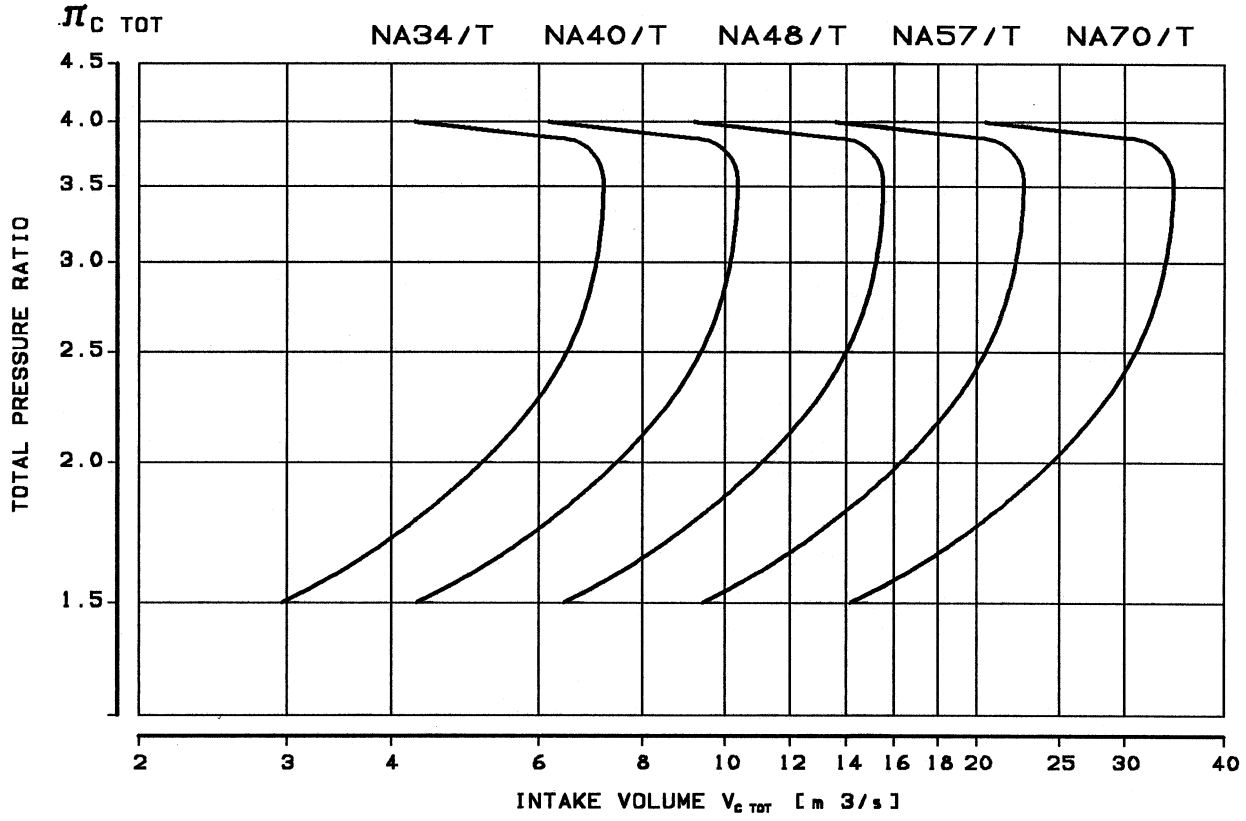


Leistung des aufgeladenen Motors pro Turbolader supercharged engine output per turbocharger			
Turbolader turbocharger		minimum	maximum
NA 34/T	kW	2000	4400
NA 40/T	kW	3000	6400
NA 48/T	kW	4400	9500
NA 57/T	kW	6900	14100
NA 70/T	kW	10400	21000
NA 29/S	kW	2200	3300
NA 34/S	kW	2400	5100
NA 40/S	kW	3700	7300
NA 48/S	kW	5300	11000
NA 57/T9	kW	8000	16100
NA 70/T9	kW	11700	24500

MAN	**Bereichskennfeld der Axialturbolader** **Range of Application of Axial-Flow-Turbochargers**	T - NA 0515.02 1

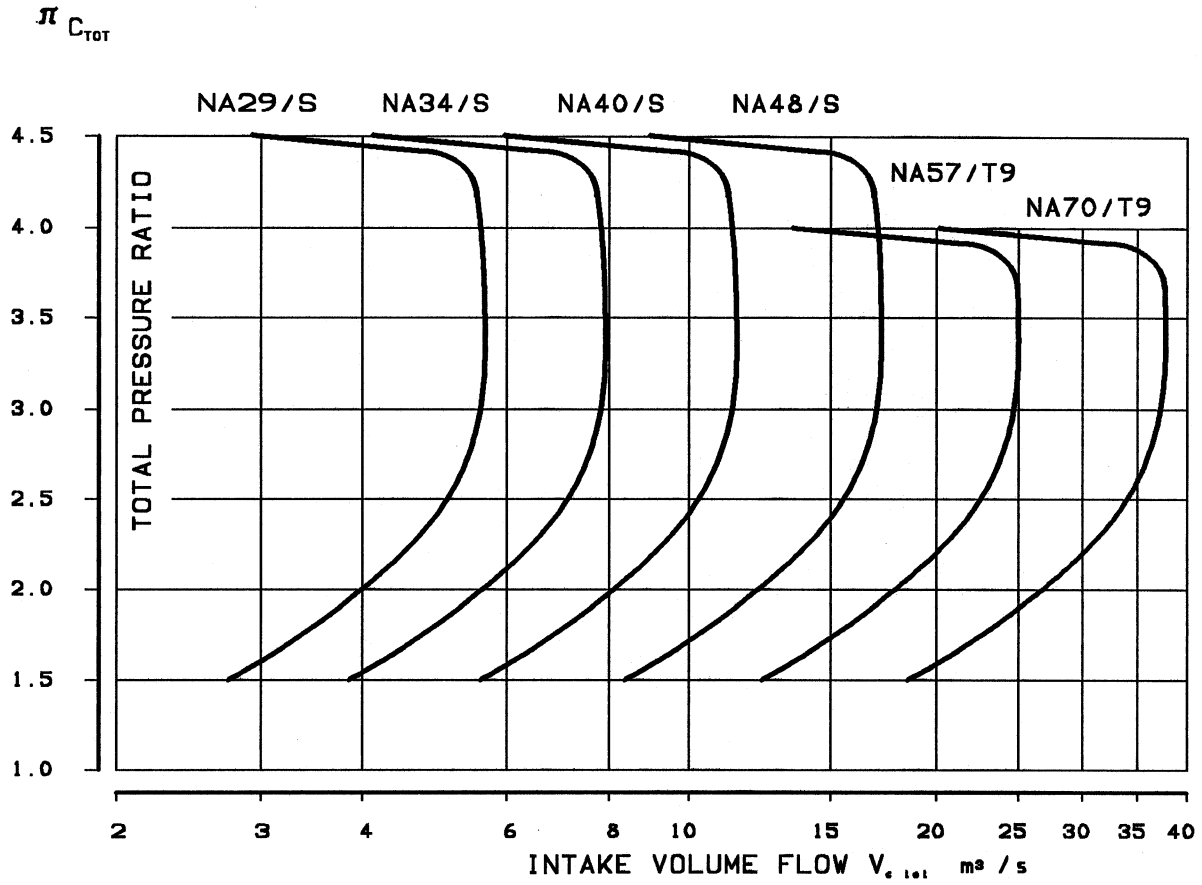
NA/T - Turbolader

NA/T - Turbocharger



NA/S - Turbolader

NA/S - Turbocharger



	Technische Daten Turbolader Technical Data Turbocharger	T - NA 0525.02 1

				NA 29/S
1	Total pressure ratio - maximum	bar		4.5
2	Roto speed - maximum	1/min		31300
3	Turbine inlet temperature - maximum	°C		650
4	Air intake volume at pressure ratio 3.0 - minimum - maximum	m^3/s		3.5 - 5.51
5	Output range of engine per turbocharger assuming specific air consumption of 8.5 kg/kWh specific air consumption of 6.5 kg/kWh	kW		1650 - 2600 2300 - 3600
6	Lubricating oil viscosity from engine's lube oil system			SAE 30/40
7	Oil pressure at turbine inlet	bar		1.5 ± 0.2
8	Oil flow rate - maximum (SAE30/55 °C or SAE 40/60 °C)	m^3/h		2.5
9	Quantity of heat dissipated in the oil	MJ/h		150
10	Filter fineness	µm		50
11	Oil inlet temperature	°C		70
12	Permissible cooling water outlet temperature - maximum	°C		-
13	Flow rate of cooling water with Δt = 10 °C	m^3/h		-
14	Pipe dimensions: oil supply oil drain water supply water drain sealing air Jet Assist (if fitted)	mm		 29.9 x 3.2 60.3 x 5.0 - - 26.9 x 3.2 38.0 x 2.5

Status: 01.98

Technische Daten Turbolader

Technical Data Turbocharger

			NA 34/T	NA 34/S
1	Total pressure ratio - maximum	bar	4.0	4.5
2	Roto speed - maximum	1/min	25400	26300
3	Turbine inlet temperature - maximum	°C	650	650
4	Air intake volume at pressure ratio 3.0 - minimum - maximum	m^3/s	4.1 - 6.85	4.9 - 7.8
5	Output range of engine per turbocharger assuming specific air consumption of 8.5 kg/kWh specific air consumption of 6.5 kg/kWh	kW	 2031 - 3394 2657 - 4438	 2435 - 3676 3184 - 5068
6	Lubricating oil viscosity from engine's lube oil system		SAE 30/40	SAE 30/40
7	Oil pressure at turbine inlet	bar	1.3 - 1.5	1.5 ± 0.2
8	Oil flow rate minimum - maximum (SAE30/55 °C or SAE 40/60 °C)	m^3/h	1.9 - 2.5	3.0 -4.0
9	Quantity of heat dissipated in the oil	MJ/h		220
10	Filter fineness	µm	50	50
11	Oil inlet temperature	°C	65 + 5	70
12	Permissible cooling water outlet temperature - maximum	°C	90	-
13	Flow rate of cooling water with Δt = 10 °C	m^3/h	2,5 - 3.3	-
14	Pipe dimensions: oil supply oil drain water supply water drain sealing air Jet Assist (if fitted)	mm	 30.0 x 2.0 44.5 x 2.6 25.0 x 2.0 25.0 x 2.0 25.0 x 2.0 44.5 x 2.6	 30.0 x 2.0 57.0 x 2.9 - - 25.0 x 2.0 57.0 x 2.9

Technische Daten Turbolader
Technical Data Turbocharger

			NA 40/T	NA 40/S
1	Total pressure ratio - maximum	bar	4.0	4.5
2	Roto speed - maximum	1/min	22200	22400
3	Turbine inlet temperature - maximum	°C	650	650
4	Air intake volume at pressure ratio 3.0 - minimum - maximum	m^3/s	6.0 - 9.8	7.4 - 11.27
5	Output range of engine per turbocharger assuming specific air consumption of 8.5 kg/kWh specific air consumption of 6.5 kg/kWh	kW	 2973 - 4856 3888 - 6350	 3677 - 5600 4808 - 7323
6	Lubricating oil viscosity from engine's lube oil system		SAE 30/40	SAE 30/40
7	Oil pressure at turbine inlet	bar	1.3 - 1.5	1.5 ± 0.2
8	Oil flow rate minimum - maximum (SAE30/55 °C or SAE 40/60 °C)	m^3/h	3.1 - 3.5	4.5 - 5.5
9	Quantity of heat dissipated in the oil	MJ/h		260
10	Filter fineness	µm	50	50
11	Oil inlet temperature	°C	65 + 5	70
12	Permissible cooling water outlet temperature - maximum	°C	90	-
13	Flow rate of cooling water with Δt = 10 °C	m^3/h	3.3 - 3.5	-
14	Pipe dimensions: oil supply oil drain water supply water drain sealing air Jet Assist (if fitted)	mm	 30.0 x 2.0 57.0 x 2.9 25.0 x 2.0 25.0 x 2.0 25.0 x 2.0 57.0 x 2.9	 30.0 x 2.0 57.0 x 2.9 - - 25.0 x 2.0 70.0 x 2.9

Status: 01.98

Technische Daten Turbolader
Technical Data Turbocharger

			NA 48/T	NA 48/S
1	Total pressure ratio - maximum	bar	4.0	4.5
2	Roto speed - maximum	1/min	18000	18600
3	Turbine inlet temperature - maximum	°C	650	650
4	Air intake volume at pressure ratio 3.0 - minimum - maximum	m³/s	8.9 - 14.6	10.7 - 16.91
5	Output range of engine per turbocharger assuming specific air consumption of 8.5 kg/kWh specific air consumption of 6.5 kg/kWh	kW	 4409 - 7234 5767 - 9460	 5317 - 8402 6953 - 10988
6	Lubricating oil viscosity from engine's lube oil system		SAE 30/40	SAE 30/40
7	Oil pressure at turbine inlet	bar	1.3 - 1.5	1.5 ± 0.2
8	Oil flow rate minimum - maximum (SAE30/55 °C or SAE 40/60 °C)	m³/h	3.3 - 3.8	5.5 - 7.0
9	Quantity of heat dissipated in the oil	MJ/h	180 - 220	320
10	Filter fineness	µm	50	50
11	Oil inlet temperature	°C	65 + 5	70
12	Permissible cooling water outlet temperature - maximum	°C	90	-
13	Flow rate of cooling water with Δt = 10 °C	m³/h	4.0 - 4.5	-
14	Pipe dimensions: oil supply oil drain water supply water drain sealing air (2 stroke engines) (4 stroke engines) Jet Assist (if fitted)	mm	 38.0 x 2.5 70.0 x 2.9 25.0 x 2.0 25.0 x 2.0 30.0 x 2.0 25.0 x 2.0 70.0 x 2.9	 38.0 x 2.5 76.1 x 2.9 - - 30.0 x 2.0 25.0 x 2.0 76.1 x 2.9

	Technische Daten Turbolader Technical Data Turbocharger	T - NA 0525.02 5

			NA 57/T	NA 57/T9
1	Total pressure ratio - maximum	bar	4.0	4.2
2	Roto speed - maximum	1/min	15700	15000
3	Turbine inlet temperature - maximum	°C	650	650
4	Air intake volume at pressure ratio 3.0 - minimum - maximum	m^3/s	13.9 - 21.7	16.1 - 24.82
5	Output range of engine per turbocharger assuming specific air consumption of 8.5 kg/kWh specific air consumption of 6.5 kg/kWh	kW	 6887 - 10752 9006 - 14060	 8000 - 12333 10461 - 16127
6	Lubricating oil viscosity from engine's lube oil system		SAE 30/40	SAE 30/40
7	Oil pressure at turbine inlet	bar	1.3 - 1.5	1.5 ± 0.2
8	Oil flow rate minimum - maximum (SAE30/55 °C or SAE 40/60 °C)	m^3/h	5.8 - 6.5	6.4 - 8.0
9	Quantity of heat dissipated in the oil	MJ/h	180 - 220	320
10	Filter fineness	µm	50	50
11	Oil inlet temperature	°C	65 + 5	65 + 5
12	Permissible cooling water outlet temperature - maximum	°C	90	90
13	Flow rate of cooling water with Δt = 10 °C	m^3/h	4.7 - 5.3	4.7 - 5.3
14	Pipe dimensions: oil supply oil drain water supply water drain sealing air (2 stroke engine) (4 stroke engine) Jet Assist (if fitted)	mm	 44.5 x 2.5 76.1 x 2.9 38.0 x 2.5 38.5 x 2.5 30.0 x 2.0 25.0 x 2.0 88.9 x 3.2	 44.5 x 2.5 76.1 x 2.9 38.0 x 2.5 38.5 x 2.5 30.0 x 2.0 25.0 x 2.0 88.9 x 3.2

Status: 01.98

	Technische Daten Turbolader Technical Data Turbocharger	T - NA 0525.02 6

			NA 70/T	NA 70/T9
1	Total pressure ratio - maximum	bar	4.0	4.0
2	Roto speed - maximum	1/min	12400	12000
3	Turbine inlet temperature - maximum	°C	650	650
4	Air intake volume at pressure ratio 3.0 - minimum - maximum	m³/s	21.0 - 32.3	23.6 - 37.43
5	Output range of engine per turbocharger assuming specific air consumption of 8.5 kg/kWh specific air consumption of 6.5 kg/kWh	kW	 10400 - 16000 13607 - 20929	 11726 - 18598 15335 - 24321
6	Lubricating oil viscosity from engine's lube oil system		SAE 30/40	SAE 30/40
7	Oil pressure at turbine inlet	bar	1.3 - 1.5	1.5 ± 0.2
8	Oil flow rate minimum - maximum (SAE30/55 °C or SAE 40/60 °C)	m³/h	6.5 - 8.5	10.0 - 12.5
9	Quantity of heat dissipated in the oil	MJ/h		550
10	Filter fineness	µm	50	50
11	Oil inlet temperature	°C	65 + 5	65 + 5
12	Permissible cooling water outlet temperature - maximum	°C	90	90
13	Flow rate of cooling water with Δt = 10 °C	m³/h	5.0 - 6.1	5.0 - 6.1
14	Pipe dimensions: oil supply oil drain water supply water drain sealing air Jet Assist (if fitted)	mm	 44.5 x 2.5 108.0 x 4.0 38.0 x 2.5 38.5 x 2.5 25.0 x 2.0 -	 57.0 x 2.9 114.3 x 3.6 38.0 x 2.5 38.0 x 2.5 30.0 x 2.0 -

Status: 01.98

Technische Daten Nutzturbinen

Technical Data Power Turbines

			PT/PTG 18	PT/PTG 23	PT/PTG 30
1	Maximum output	kW	450	750	1350
2	Speed	1/min	1800/1500	1800/1500	1800/1500
3	Lube oil flow rate at a lube oil temperature of 50°C (SAE 30) or 60°C (SAE 40)	m^3/h	3.2	5.1	8.4
4	Lube oil pressure	bar	1.5 ± 0.2	1.5 ± 0.2	1.5 ± 0.2
5	Lube oil viscosity	-	SAE 30/40	SAE 30/40	SAE 30/40

PT = Nutzturbine ohne Getriebe
PTG = Nutzturbine mit Getriebe

PT = Power turbine without gear
PTG = Power turbine with gear

MAN	**Zulässige maximale Belastungen am Turbinenabströmgehäuse** **Allowable maximum Loads on the Gas-outlet-Casing**	T - NA 0532.02 1

Alle Turbolader-Gehäuseflansche mit Ausnahme des Turbinenaustritts dürfen nur durch die wirkenden Gaskräfte belastet werden, nicht aber durch zusätzliche äußere Kräfte und Momente.

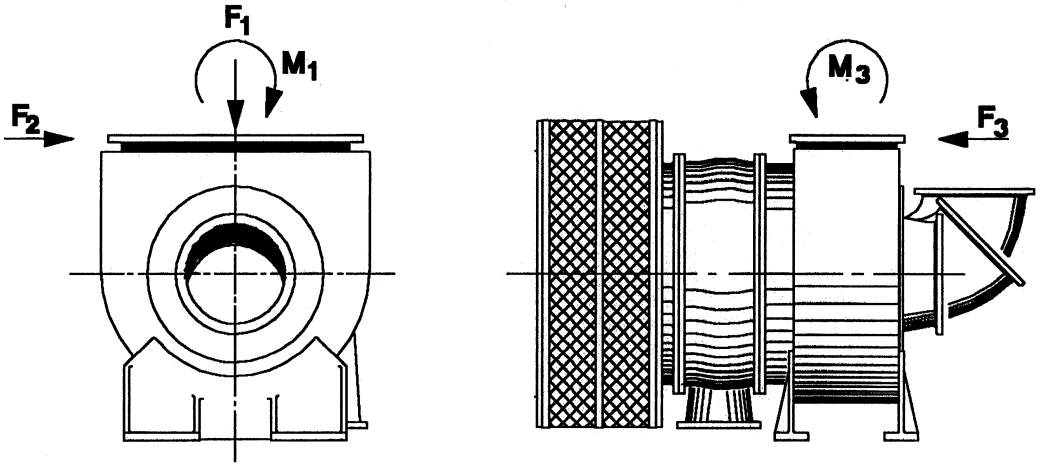
Dies macht die Verwendung von Kompensatoren direkt am Turbineneintritt und -austritt sowie nach dem Verdichter erforderlich.

Sie sollten so vorgespannt sein, daß Wärmeausdehnungen der Rohre und Gehäuse sich nicht in Kräfte und Momente zusätzlich zu den Luft- und Gaskräften auswirken können.

All turbocharger casing flanges except turbine outlet must be kept free of any forces and moments except acting gas forces.

This necessitates use of suitable bellows directly at turbine inlet and outlet and after compressor.

They should be prestressed in such a manner that thermal expansions of the pipes and the casings do not result in forces and moments adding to the air and gas forces.



	Maximal zulässige Kräfte und Momente am Turbinenaustritt Maximum permissible forces and moments at turbine outlet				
	F_1	M_1	F_2	F_3	M_3
	N	Nm	N	N	Nm
NA 34	4300	2600	4300	1700	1700
NA 40	5000	3000	5000	2000	2000
NA 48	6000	3600	6000	2400	2400
NA 57	7000	4300	7000	3000	3000
NA 70	8800	5300	8800	3500	3500

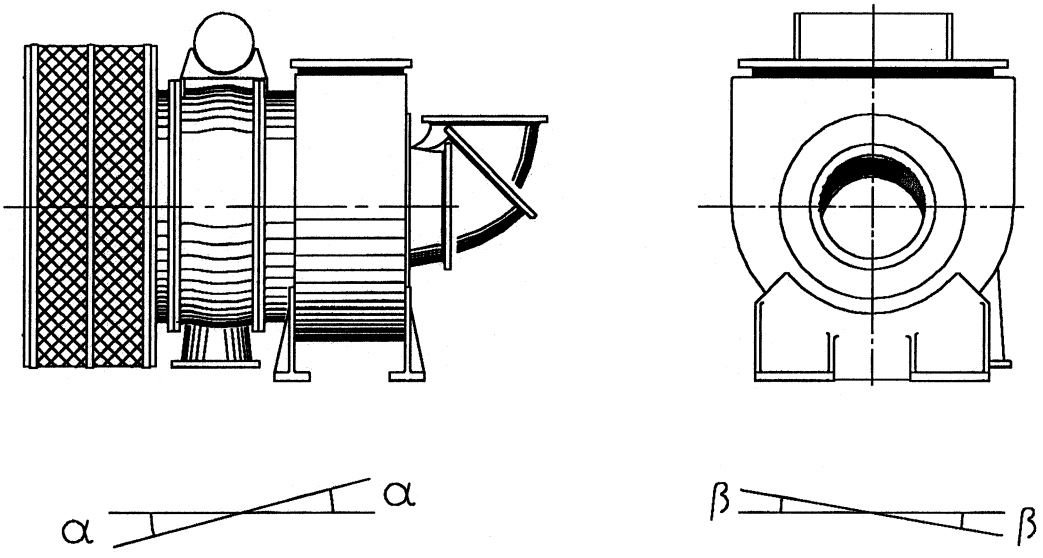
Status: 05.95

Zulässige Neigungen von NA-Tuboladern

Permissible Inclinations of NA-Turbochargers

Unter der Voraussetzung, daß die Achse des Turboladers quer zur Längsachse des Schiffes liegt, sind folgende Neigungswinkel zulässig:

Based on the condition that the axis of the turbocharger is cross to the longitudinal axis of the ship the following inclinations will be allowed:



Zulässige Neigungen von NA-Turboladern Permissible inclinations of NA-turbochargers		
Neigung Inclination	**permanent continuous**	**kurzzeitig short periods**
α	15°	22.5°
β	10°	10°

Zulässige Schwingbeschleunigungen

Permissible Vibration Accelerations

Während des Motorbetriebes wird der Turbolader durch Schwingungen beansprucht, die vom Motor und vom Turbolader selbst angeregt werden. Die von den verschiedenen Motorordnungen angeregten niederfrequenten Schwingungen treten hauptsächlich im Frequenzbereich zwischen 2 und 300 Hz auf. Diese Anregungen wirken über die Konsole und die Gehäusefüße auf die Struktur des Turboladers und es werden im wesentlichen die Befestigung des Turboladers auf der Konsole und die verschiedenen Gehäuseverbindungen beansprucht.
Durch die überhängende Anordnung des Schalldämpfers und des Verdichtergehäuses treten an diesen Bauteilen die größten Beschleunigungen auf.

Die aus der Motoranregung resultierende Lagerbelastung ist zu vernachlässigen, da die Rotoren der MAN B&W-Turbolader in Gleitlagern gelagert sind.
Vom Turbolader selbst angeregte Schwingungen werden durch Unwuchtkräfte erzeugt, die mit der Drehfrequenz umlaufen und sich über die Lagerung auf die Gehäuse übertragen. Je nach Turboladergröße liegt diese drehzahlabhängige Frequenz im Bereich 2 bis ca. 600 Hz.

Die aus den umlaufenden Unwuchtkräften resultierenden Schwingungen beeinträchtigen die Struktur der Turboladergehäuse nicht, dienen aber als Indiz für den Wuchtzustand des Rotors und damit für das Laufverhalten.

Im Betrieb gemessene Unwuchten können durch ungleichmäßige Schmutzablagerungen, Beschädigungen an der Beschaufelung von Verdichter- und/oder Turbinenrad oder Restunwucht verursacht werden. Wird während des Betriebes ein unruhiger Lauf des Turboladers beobachtet, dann läßt sich in den meisten Fällen durch Reinigung des Verdichters und der Turbine eine Verbesserung erzielen.
Sollte sich auch nach wiederholter Reinigung kein zufriedenstellendes Laufverhalten einstellen, ist der Rotor zu kontrollieren und ggf. eine Wuchtkontrolle durchzuführen.

Die max. zulässigen Schwingbeschleunigungen für die beiden genannten Anregungsarten sind nachfolgend aufgeführt:

During engine operation, the turbocharger is subjected to vibrations which are excited by the engine and the turbocharger itself. The low-frequency vibrations excited by the different engine orders occur mainly in the frequency range between 2 and 300 Hz. These excitations act on the turbocharger's structure via the support and the casing feet. The components which are essentially subjected to vibrations are the fixation of the turbocharger onto the support and the different casing connections.

Owing to the overhanging arrangement of the silencer and compressor casing, the largest accelerations are encountered at these components.

The bearing load resulting from the engine excitation can be neglected since rotors of the MAN B&W turbochargers run on plain bearings.

Vibrations deriving from the turbocharger itself are generated by forces of unbalance which are rotating with rotary frequency and transmitted to the casings via the bearing. Depending on the turbocharger size, the speed-dependent frequency is in the order of 2 to approx. 600 Hz.

The vibrations resulting from the rotating forces of unbalance do not impair the structure of the turbocharger casing, however, serve as an indication for the balancing condition of the rotor and hence for the running behavior.

Unbalances measured during operation may be caused by irregular dirt deposits, defects on the blading of the compressor and/or tubine wheel or by an residual unbalance. If an errtic operation of the turbocharger is observed during operation, improvements can usually be achieved by cleaning the compressor and turbine.

If a satisfactory running behaviour cannot be achieved even after repeating this cleaning process, the rotor has to be checked, and a balancing check has to be performed, if necessary.

The max. permissible vibrations for both types of excitation are listed below:

Zulässige Schwingbeschleunigungen

Permissible Vibration Accelerations

1. Frequenzbereich 2 - 300 Hz
(vom Motor angeregte Ordnung)

   - zulässige Schwingbeschleunigung am Flansch des Verdichtergehäuses zum Schalldämpfer 2 g
   - zulässige Schwingbeschleunigung am Plattenschalldämpfer (gemessen an den Zugankerbolzen der Frontplatte) 5 g

2. Frequenzbereich 2 - 600 Hz (angeregt durch die erste Harmonische der Läuferdrehzahl; Einzelanteil)

   - zulässige Schwingbeschleunigung am Flansch des Lagergehäuses zum Verdichtergehäuse, senkrecht zur Achse des Turboladers 0,8 g

1. Frequency range 2 - 300 Hz
(from engine excited oders)

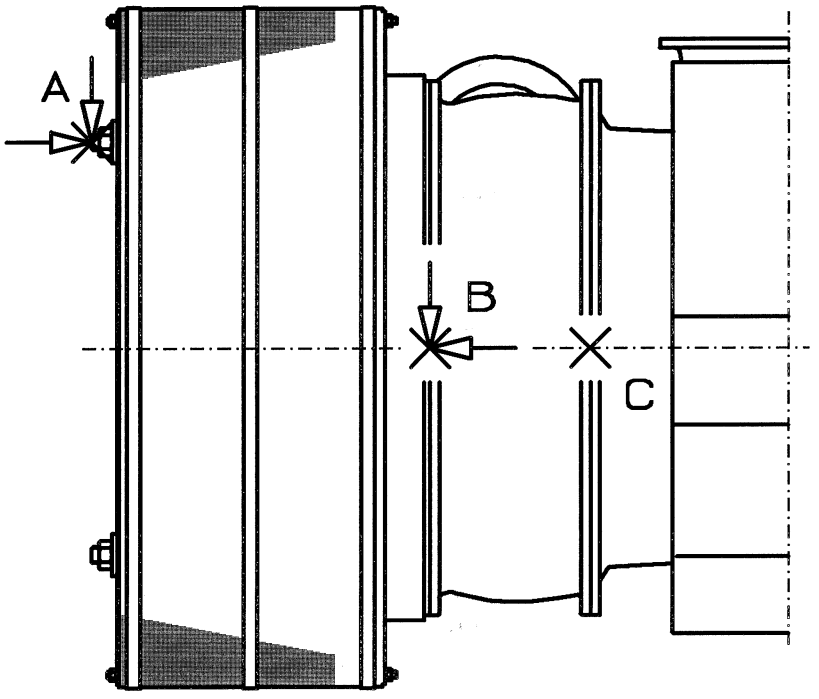
   - permissible vibration acceleration on the flange of the compressor casing to the silencer 2 g
   - permissible vibration acceleration on plate-type silencer (measured at the tie bolts of the front plate) 5 g

2. Frequency range 2 - 600 Hz (excitation by the 1st harmonic order of rotor speed; single harmonic share)

   - admissible vibration acceleration on the flange of the bearing casing to the compressor casing, perpendicular to the turbocharger's rotor axis 0.8 g

Meßstellen für Schwingbeschleunigung am Schalldämpfer (A), am Flansch des Verdichtergehäuses (B) und am Flansch des Lagergehäuses (C).

Measurement locations for vibration accelerations on silencer (A), on the flange of the compressor casing (B) and on the flange of the bearing casing (C).



- Plattenschalldämpfer
plate-type silencer

MAN	**Schallpegeldiagramm** **Noise Level Diagram**	T - NA 0550.02 1

Schallpegeldiagramm der dritten Oktave des gedämpften Ansaugschalls eines Turboladers der Reihe NA57/TO8

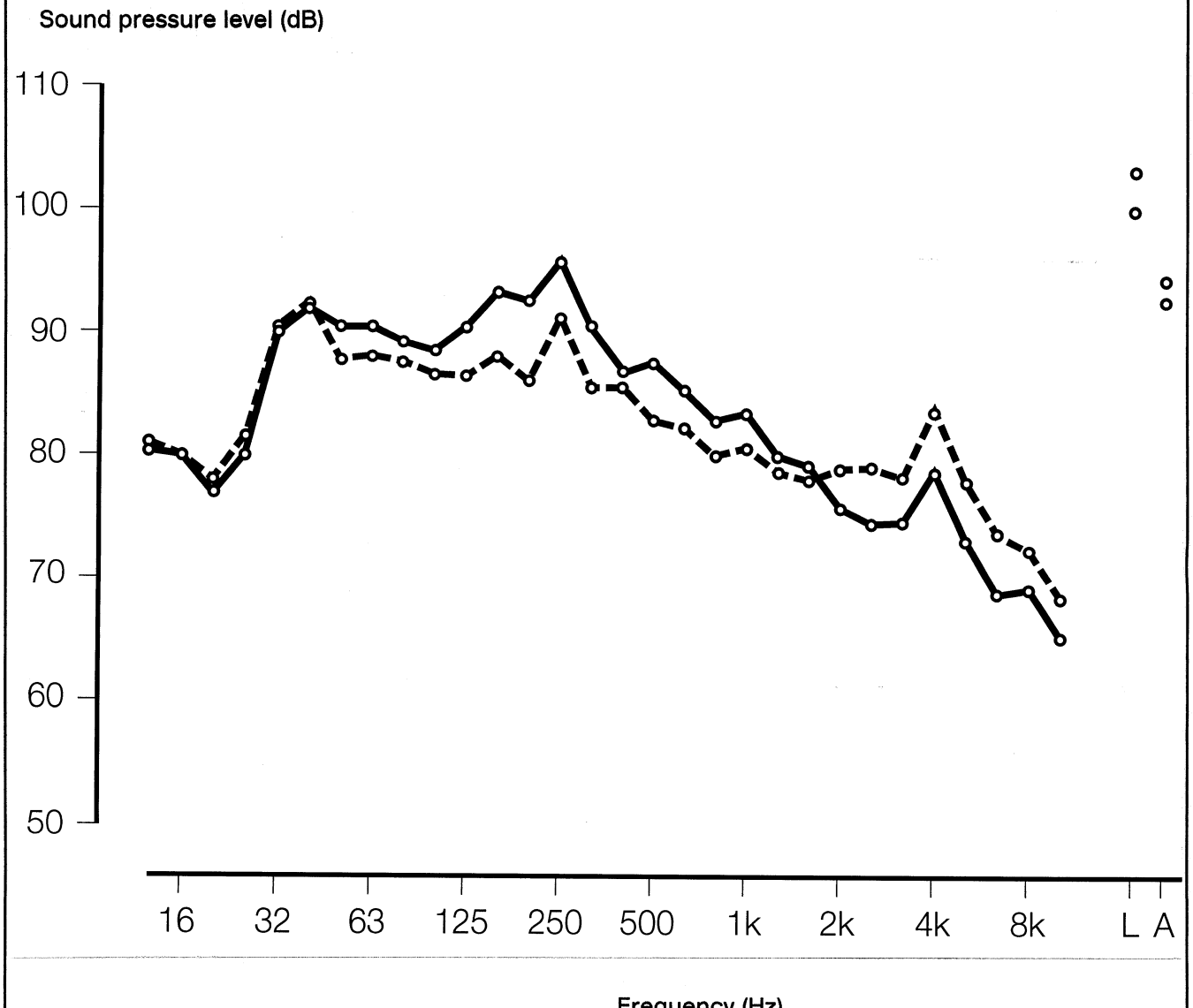
Third octave noise level diagram of the attenuated intake noise of an NA57/TO8 type turbocharger

Plattenschalldämpfer mit Luftfilter
Meßabstand vom Schalldämpfer: 1m axial ———— 1m radial ----------

Plate-type silencer with air filter
Measuring distance from silencer: 1 m axial ———— 1 m radial ----------

Schalldruckpegel (dB)
Drehzahl: n = 15.000 1/min

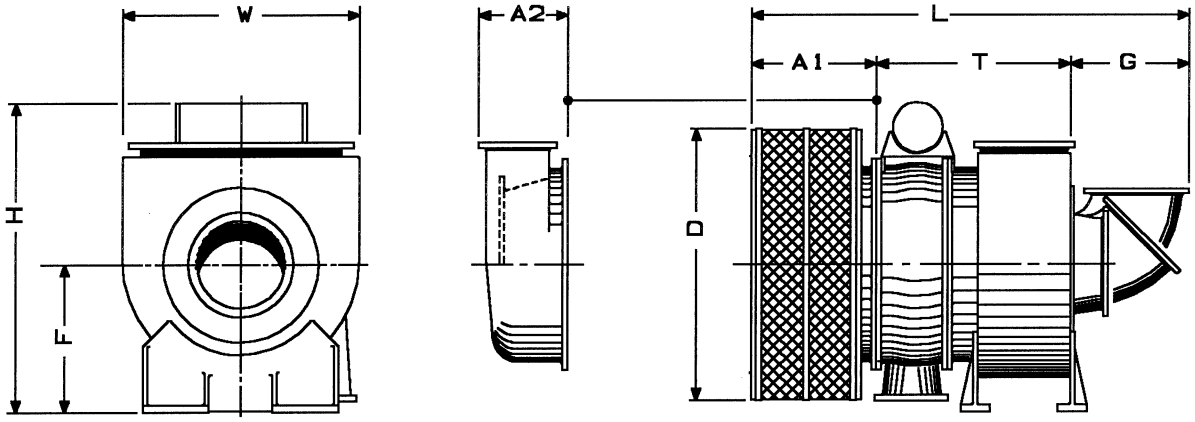
Sound pressure level (dB)
Speed: n = 15.000 rpm



Status: 05.95

MAN	**Hauptabmessungen und Gewichte** **Main dimensions and weights**	T - NA 0560.02 1

NA/T -Turbolader — NA/T series turbochargers

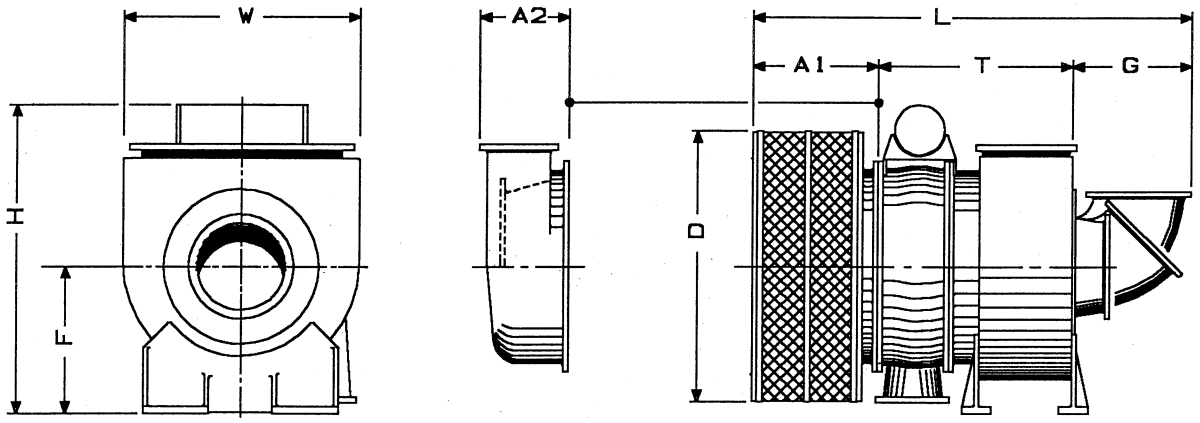


Type		NA 34/T7/8		NA 40/T7/8		NA 48/T7/8		NA 57/T7/8		NA 70/T7	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
L	mm	1433	1922	1747	2279	1797	2698	1894	3112	3480	3933
W	mm	970	970	1120	1120	1282	1282	1520	1520	1860	1860
H	mm	1439	1439	1553	1553	1787	1907	2033	2133	2550	2550
F	mm	680	680	620	620	680	800	800	900	1200	1200
T	mm	743	743	875	875	1040	1040	1256	1256	1542	1542
A1	mm	490	649	666	754	718	950	825	1121	968	1421
D	mm	1090	1304	1230	1520	1510	1755	1748	2170	2180	2180
A2	mm	373	373	402	445	400	520	400	570	740	740
G	mm	200	600	206	650	357	708	238	735	970	970
weight	kg	1200	1500	2000	2500	2800	3500	4300	5400	8200	9800

Status: 01.98

Hauptabmessungen und Gewichte
Main dimensions and weights

NA/S -Turbolader — NA/S series turbochargers

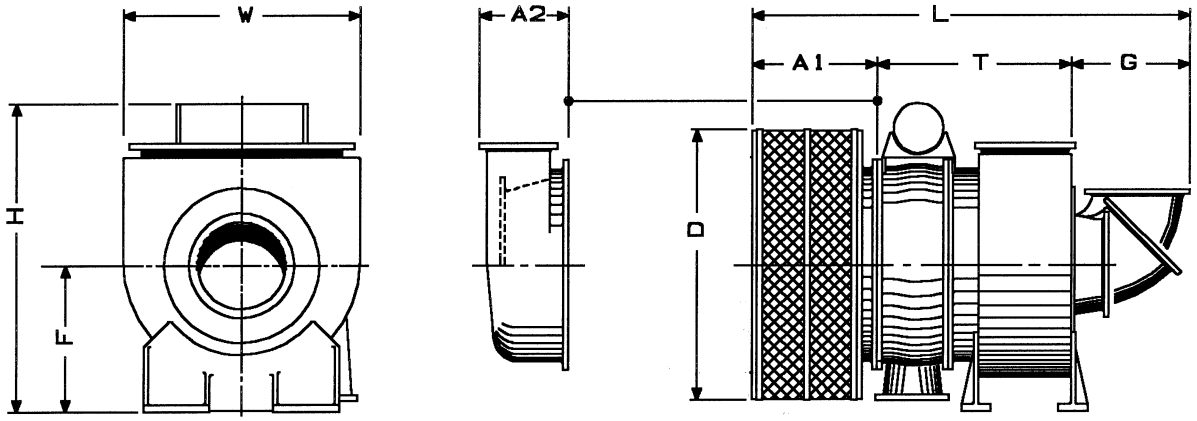


Type		NA 29/S		NA 34/S		NA 40/S		NA 48/S	
		min	max	min	max	min	max	min	max
L	mm	1025	1310	1268	1990	1435	2286	1807	2709
W	mm	890	890	950	950	1130	1130	1322	1322
H	mm	920	920	1355	1440	1540	1630	1759	1879
F	mm	500	500	550	635	650	740	680	800
T	mm	716	716	884	884	1015	1015	1219	1219
A1	mm	420	420	544	544	631	631	719	719
D	mm	830	830	1232	1232	1282	1282	1672	1672
A2	mm	135	354	288	440	305	495	325	608
G	mm	174	174	96	562	115	640	263	771
weight	kg	-	-	1050	1350	1800	2200	3000	3700

Hauptabmessungen und Gewichte
Main dimensions and weights

NA/T9 -Turbolader

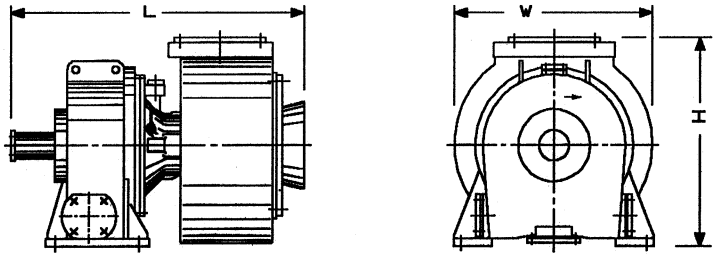
NA/T9 series turbochargers



Type		NA 57/T9		NA 70/T9	
		min	max	min	max
L	mm	1994	2879	2502	3547
W	mm	1537	1537	1920	1920
H	mm	2033	2133	2550	2550
F	mm	800	900	1200	1200
T	mm	1276	1276	1542	1542
A1	mm	816	816	1035	1035
D	mm	1760	1760	2332	2332
A2	mm	500	615	650	700
G	mm	218	787	310	970
weight	kg	4400	5100	8200	9800

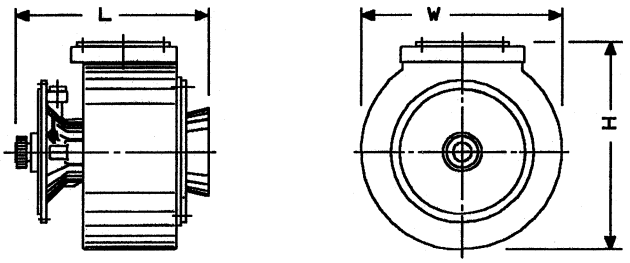
MAN	**Hauptabmessungen und Gewichte** **Nutzturbinen** **Main dimensions and weights** **Power turbines**	T - NA 0560.05 1

PTG = with gear



Abmessungen und Gewichte Dimensions and Weights				
Typ type		PTG 18	PTG 23	PTG 30
L	mm	887	1023	1220
W	mm	600	690	860
H	mm	650	720	880
Gewicht weight	kg	340	515	980

PT = without gear



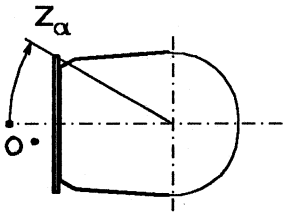
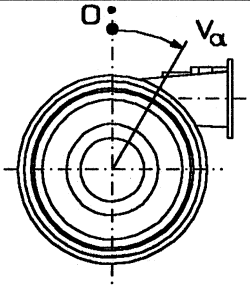
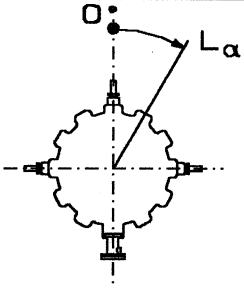
Abmessungen und Gewichte Dimensions and Weights				
Typ type		PT 18	PT 23	PT 30
L	mm	514	663	801
W	mm	533	690	860
H	mm	555	710	880
Gewicht weight	kg	115	235	400

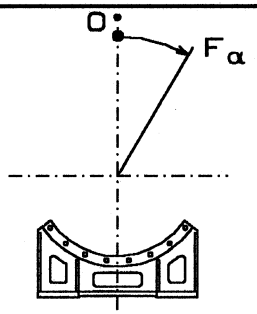
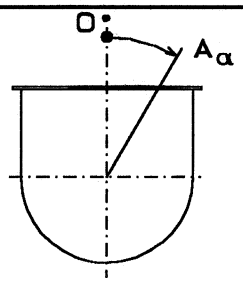
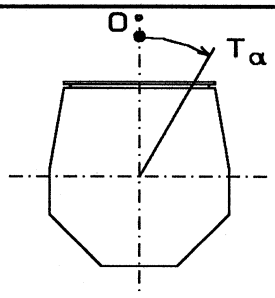
Gehäusepositionen

Casing Positions

Möglichst viele zulässige Gehäusestellungen sind die Voraussetzung zur richtigen Befestigung des Turboladers am Motor.

Many allowable casing positions are mandatory for proper mounting of the turbocharger on the engine.

TURB.-ZUSTR.-GEHAEUSE TURBINE INLET CASING						VERDICHTERGEHAEUSE COMPRESSOR CASING						LAGERGEHAEUSE BEARING CASING					
																	
0°	15°	30°	45°	60°	75°	0°	15°	30°	45°	60°	75°	0°					
90°	105°	120°	135°	150°	165°	90°	105°	120°	135°	150°	165°						
180°						180°	195°	210°	225°	240°	225°						
						270°	285°	300°	315°	330°	345°						

GEHAEUSEFUSS CASING FEET						ANSAUGGEHAEUSE INTAKE CASING						TURB.-ABSTR.-GEHAEUSE TURBINE OUTLET CASING					
																	
0°	15°	30°	45°	60°		0°	15°	30°	45°	60°	75°	0°	15°	30°	45°	60°	75°
						90°	105°	120°	135°	150°	165°	90°					
						180°	195°	210°	225°	240°	225°						
		300°	315°	330°	345°	270°	285°	300°	315°	330°	345°	270°	285°	300°	315°	330°	345°

Gehäusestellungen gesehen von Turbinenseite des Turboladers (andere Gehäusestellungen können akzeptiert werden, sobald die Befestigung am Motor im einzelnen bekannt ist).

Casing positions are seen from the turbine end of the turbocharger (other casing positions may be accepted once details of the mounting on the engine are known).

Mittig über dem Turbolader ist in axialer Richtung eine Hebeschiene mit einer fahrbaren Katze vorzusehen, in die ein Hebezeug mit einer entsprechenden Tragfähigkeit zum Heben nachstehender Teile eingehängt wird (siehe Tabelle), um die Arbeiten nach Wartungsplan durchzuführen.

A lifting rail with a mobile trolley carriage is to be provided in an axial direction centrally over the turbocharger, into which a lifting appliance is suspended with the relevant lifting power for lifting the parts mentioned below (see table), to carry out the operations according to the maintenance schedule.

Turbolader turbocharger		**NA 34**	**NA 40**	**NA 48**	**NA 57**	**NA 70**
Plattenschalldämpfer Plate-type silencer	kg	310	410	750	1030	2100
Verdichtergehäuse compressor casing	kg	255	330	565	820	1200
Laufzeug und Lagergehäuse rotor plus bearing casing	kg	283	420	780	1100	1870
Ausbaumaß Schalldämpfer space for removal of silencer	mm	230 +100	280 +100	240 +100	320 +100	200 +100

Ausbaumaß

Das in unserer Motor-Maßskizze und in obiger Tabelle angegebene Ausbaumaß für den Turbolader-Schalldämpfer ist erforderlich, um den Schalldämpfer vom Turbolader trennen zu können. Der Dämpfer muß um diesen Betrag axial verschoben werden, bevor man ihn, wegen des aus dem Verdichtergehäuse herausragenden Läufers, lateral bewegen kann.
Zusätzlich zu diesem Maß sind weitere 100 mm für Montagefreigang erforderlich.

Dieses ist der Mindestabstand, den der Schalldämpfer zu einem Schott oder Zwischendeck haben muß. Wir empfehlen, weitere 300 - 400 mm als Arbeitsraum einzuplanen.

Es ist sicherzustellen, daß der Schalldämpfer entweder nach unten, nach oben oder zur Seite entfernt und abgelegt werden kann, damit der Turbolader für weitere Service-Arbeiten zugänglich ist.

Rohre dürfen in diesen freien Räumen nicht verlegt werden!

Space for removal

The space for removal shown in our engine dimensions sketch and in the above table is necessary in order to be able to separate the silencer from the turbocharger. The silencer must be axially shifted by this amount before it can be moved laterally because of the rotor projecting from the compressor casing.

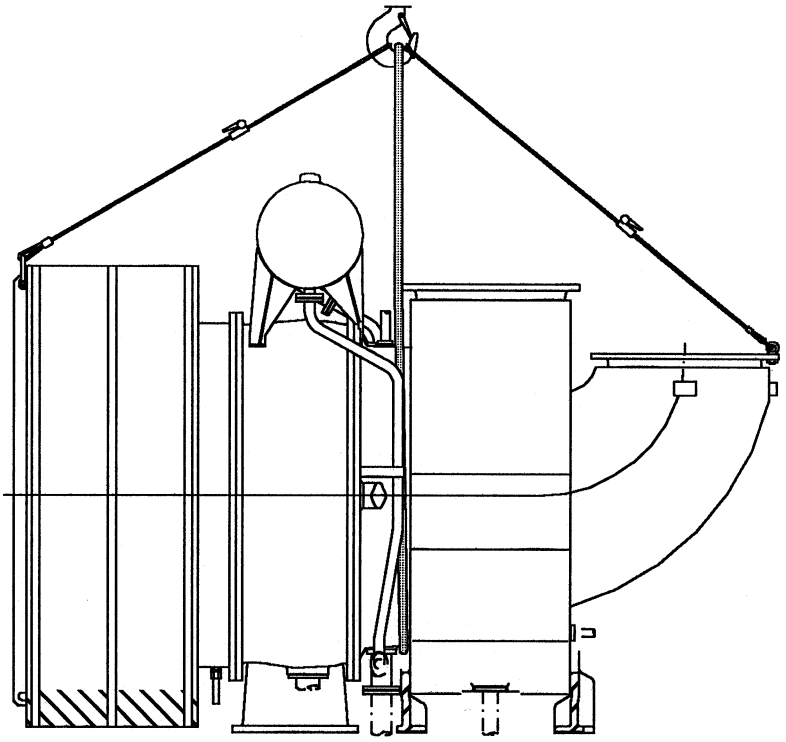
100 mm must be added to this dimension for installation clearance.

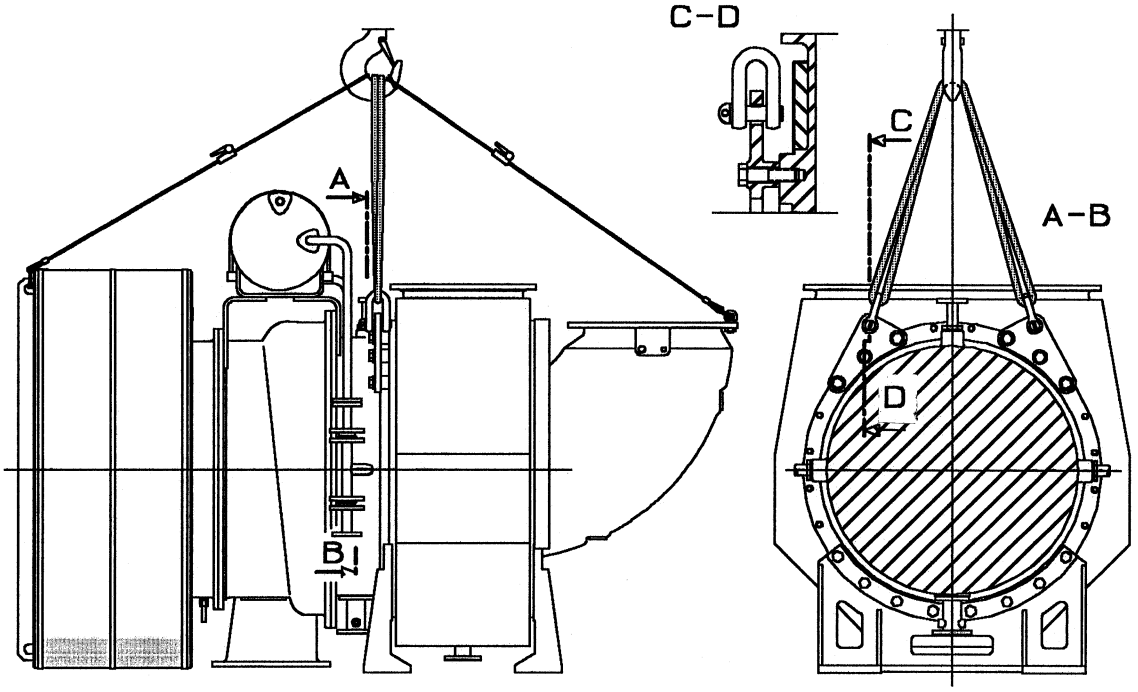
This is the minimum distance, that the silencer must be from a bulk head or a intermediate deck. We recommend that a further 300-400 mm are included in the plans for working space.

It is to be ensured that the silencer can be removed either downwards or upwards or laterally and laid down to make the turbocharger accessible for further servicing.

Pipes must not be laid in this free space.

MAN	**Turboladertransport** **Turbocharger Transportation**	T - NA 0583.02 1





Obige Zeichnungen zeigen verschiedene Befestigungspunkte zum Transport des kompletten Turboladers (abhängig vom Turboladertyp).

Depending on turbocharger type the drawings above show different fixing points.

Status: 05.95

Auslegung

Da die Abgaswiderstände sehr großen Einfluß auf den Kraftstoffverbrauch und die thermische Belastung des Motors haben, darf der **Gesamtwiderstand** des Abgassystems **30 mbar** nicht übersteigen. Der Leitungsdurchmesser ist abhängig von der Motorleistung, dem Abgasvolumen, der Länge und der Führung der Leitung, sowie der Anzahl der Krümmer. Scharfe Krümmungen ergeben sehr hohe Widerstände und sind daher zu vermeiden. Wo dies nicht möglich ist, müssen Rohrkrümmer mit Schaufelgitter verwendet werden.
Die **Abgasgeschwindigkeit** in der Leitung darf **40 m/sec** nicht überschreiten.

Installation

Bei der Installation des Abgassystems sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Abgasleitungen mehrerer Motoren dürfen nicht zusammengeführt werden.
- Die Abgasleitungen müssen sich ausdehnen können. Hierzu werden zwischen den an geeigneter Stelle angebrachten Festpunkthalterungen Dehnungsstücke eingebaut. Möglichst unmittelbar über dem Kompensator am Turbolader ist eine stabile Festpunkthalterung vorzusehen, um Kräfte, herrührend aus dem Gewicht, der Wärmedehnung oder seitlicher Achsversetzung der Abgasleitung, vom Turbolader fernzuhalten.
- Um die Schallübertragung in andere Schiffsräume möglichst niedrig zu halten, ist es zweckmäßig, die Abgasleitungen mit Hilfe von Dämpfungsgliedern elastisch zu befestigen bzw. zu lagern.
- Für zurücklaufendes Kondensat und eventuelles Kesselleckwasser sind in den Abgasleitungen stetig geöffnete Entwässerungen vorzusehen.

Layout

As the flow resistance in the exhaust system has a very large influence on the fuel consumption and the thermal load of the engine, the **total resistance** of the exhaust gas system must not exceed **30 mbar.** The pipe diameter to be selected depends on the engine output, the exhaust gas volume, the length and arrangement of the piping as well as the number of bends. Sharp bends result in very high flow resistance and should therefore be avoided. If necessary, pipe bends must be provided with cascades.
The **exhaust gas velocity** through the pipe must not exceed **40 m/sec.**

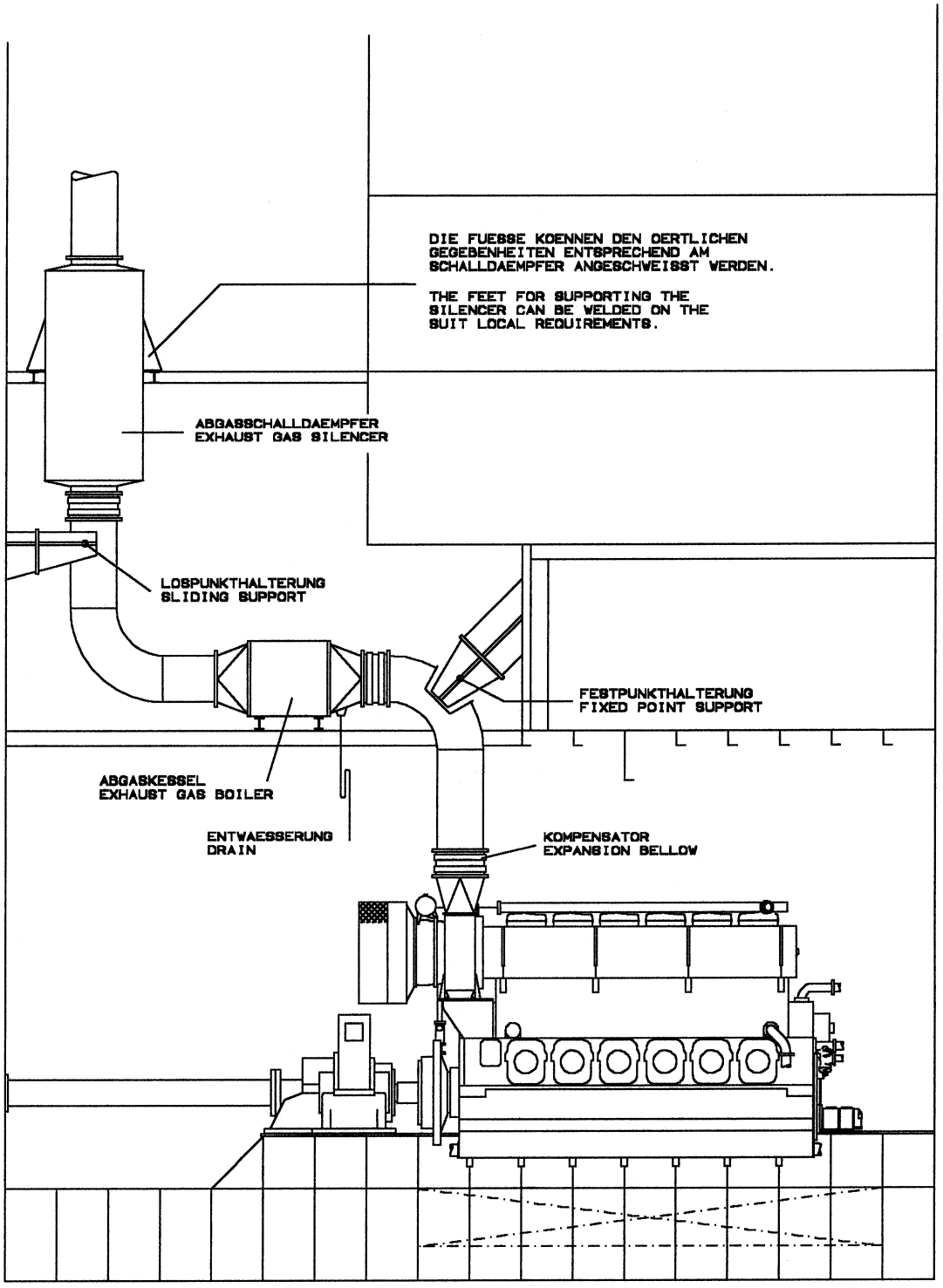
Installation

When installing the exhaust system the following points must be observed:

- The exhaust pipes of two or more engines must not be joined.
- The exhaust pipes must be able to expand. The expansion joints to be provided for this purpose are to be mounted between fixed-point pipe supports installed in suitable positions. One sturdy fixed-point support must be provided for the expansion joint on the turbocharger. It should be positioned, if possible, immediately above the expansion joint in order to prevent the transmission of forces, resulting from the weight, thermal expansion or lateral displacement of the exhaust piping, to the turbocharger.
- The exhaust piping should be elastically hung or supported by means of dampers in order to keep the transmission of sound to other parts of the ship at a minimum.
- The exhaust piping is to be provided with water drains, which are to be kept constantly opened for draining the condensation water or possible leak water from wasteheat boilers.

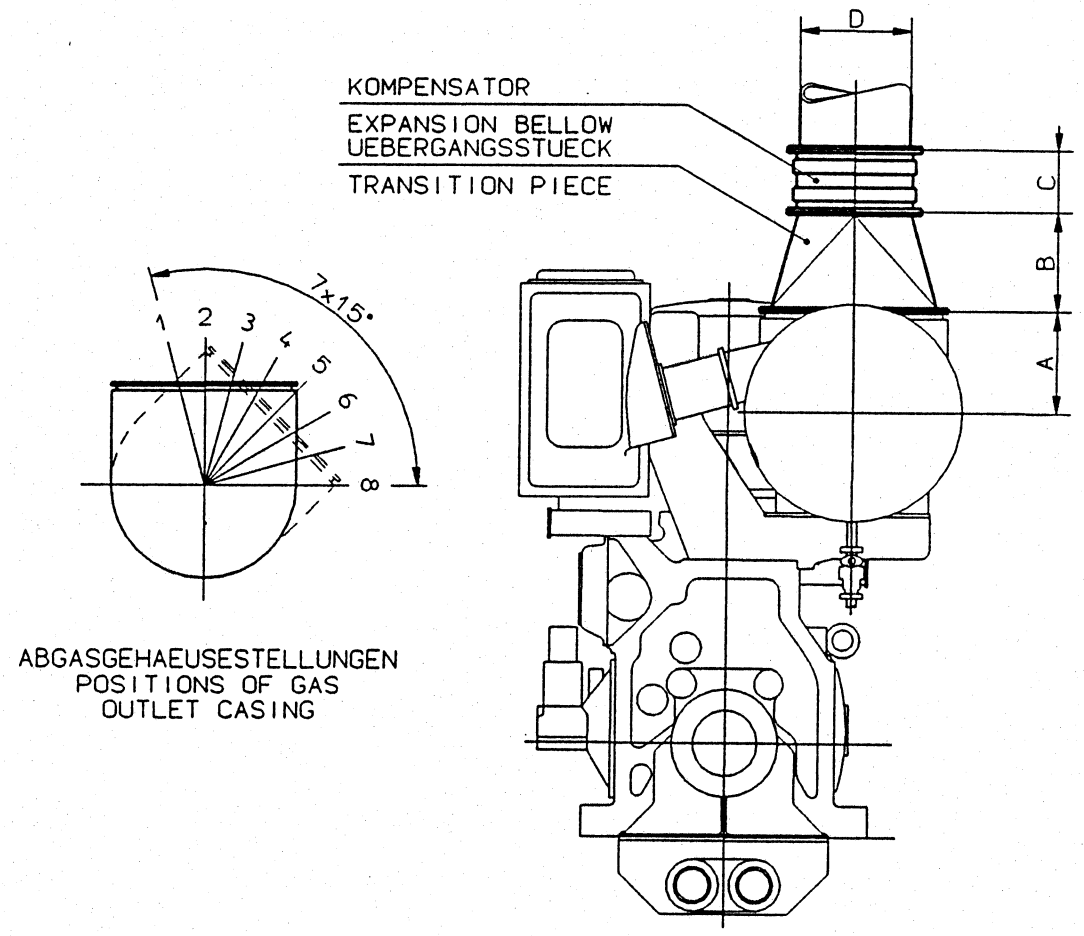
Beispiel: Abgasleitungsführung

Example: Exhaust pipe layout



MAN	**Beispiel für einen Abgasleitungsanschluß** **Example for an Exhaust Gas Pipe Installation**	T - NA 0588.02 1

Abgasgehäusestellung **Position of gas outlet casing**



ABGASGEHAEUSESTELLUNGEN
POSITIONS OF GAS
OUTLET CASING

Zylinderzahl No. of cylinder		6	7	8	9
Turboladertyp Turbocharger type		**NA 48/SM**	**NA 57/TM9**	**NA 57/TM9**	**NA 57/TM9**
A	mm	710	815	815	815
B		702	702	702	702
C *		387	432	432	432
C **		1802	2002	2002	2002
D		1000	1100	1200	1200
Mögliche Gehäusestellungen Possible positions of casing		1-2-3-4-5-6-7-8	1-2-3-4-6-8		

* = für starre Motoraufstellung
** = für elastische Motoraufstellung

* = for rigidly mounted engines
** = for resiliently mounted engines

Status: 05.95

Schlauchführung am elastisch aufgestellten Motor

Neben den durch Seegang erzeugten Motorbewegungen in Vertikal-, Axial- und Querrichtung, treten die größten Bewegungsamplituden eines elastisch aufgestellten Motors beim Anfahren und Abstellen in Motorquerrichtung auf.

Die Schläuche sind deshalb zur besseren Bewegungsaufnahme *in axialer oder vertikaler*, jedoch nicht in Querrichtung zum Motor, zu installieren.
Optimale Voraussetzung bietet ein Schlauch der im Bogen von 90° verlegt ist.

Arrangement of hoses on resiliently mounted engine

In addition to the engine movements caused by seaway in the vertical, axial and cross directions, the largest motion amplitudes of a resiliently mounted engine are found across the engine's longitudinal axis during start and shutdown.

Consequently, for better absorption of movements, install the hoses *in axial or vertical* directions, but not cross to the longitudinal axis of the engine.
Optimal conditions are offered by arranging the hose at a 90° curve.

Flansch und Schraubverbindungen

Die lose gelieferten Schläuche besitzen ab NW 32 Flanschverbindungen. Alle NW darunter erhalten Schraubverbindungen. Jeder Schlauch wird komplett mit 2 Gegenflanschen oder, kleiner DN32 mit 2 Anschweißstutzen geliefert.

Flange and screw connections

The hoses delivered loose are fitted with flange connections, where sizes from NW32 upwards are concerned. All smaller sizes are fitted with screw connections. Each hose is delivered complete with 2 counterflanges or, those smaller than DN32, with 2 weld-on sockets.

Einbau der Schläuche

Bei geradliniger Installation ist der Abstand der Flansche zueinander so zu wählen, daß der Schlauch beim Einbau einen Durchhang erfährt. Er darf im Betrieb nicht auf Zug beansprucht werden.

Bei Installation im 90°-Bogen sind die in unseren Zeichnungen angegebenen Mindestbiegeradien nicht zu unterschreiten.
Schläuche dürfen nicht verdreht eingebaut werden.
Drehbare Losflansche an den Schläuchen verhindern dies.
Bei Schraubverbindungen ist beim Aufschrauben der Mutter der Sechskant am Schlauch mittels Schlüssel gegenzuhalten.

Montageinstruktionen des Herstellers sind genau zu beachten.

Installation of hoses

In the case of straight-line installation, select a suitable distance between flanges so that the hose is installed with a sag. It must not be subjected to elongation during operation.

For installation at a 90° curve observe the minimum bending radii specified in our drawings.
Never twist the hoses during installation.
This is avoided by turnable loose flanges on the hoses.
Where screw connections are used, fix the hexagon on the hose by means of a spanner while fitting the nut.

Mounting instuctions of the hose suppliers to be observed strictly.

Halterungen der Leitungen

Zwischen dem Anschluß am Motor und dem elastischen Schlauch ist von der Werft, entsprechend dem geplanten Rohrleitungsverlauf, ein möglichst kurzes Rohrstück vorzusehen.

Unmittelbar nach dem elastischen Schlauch ist die Rohrleitung mit einer über der üblichen Ausführung liegenden stabilen Festpunkthalterung abzufangen. Diese muß sowohl die Reaktionskräfte der Schläuche, als auch die hydraulischen Kräfte der Medien aufnehmen können.

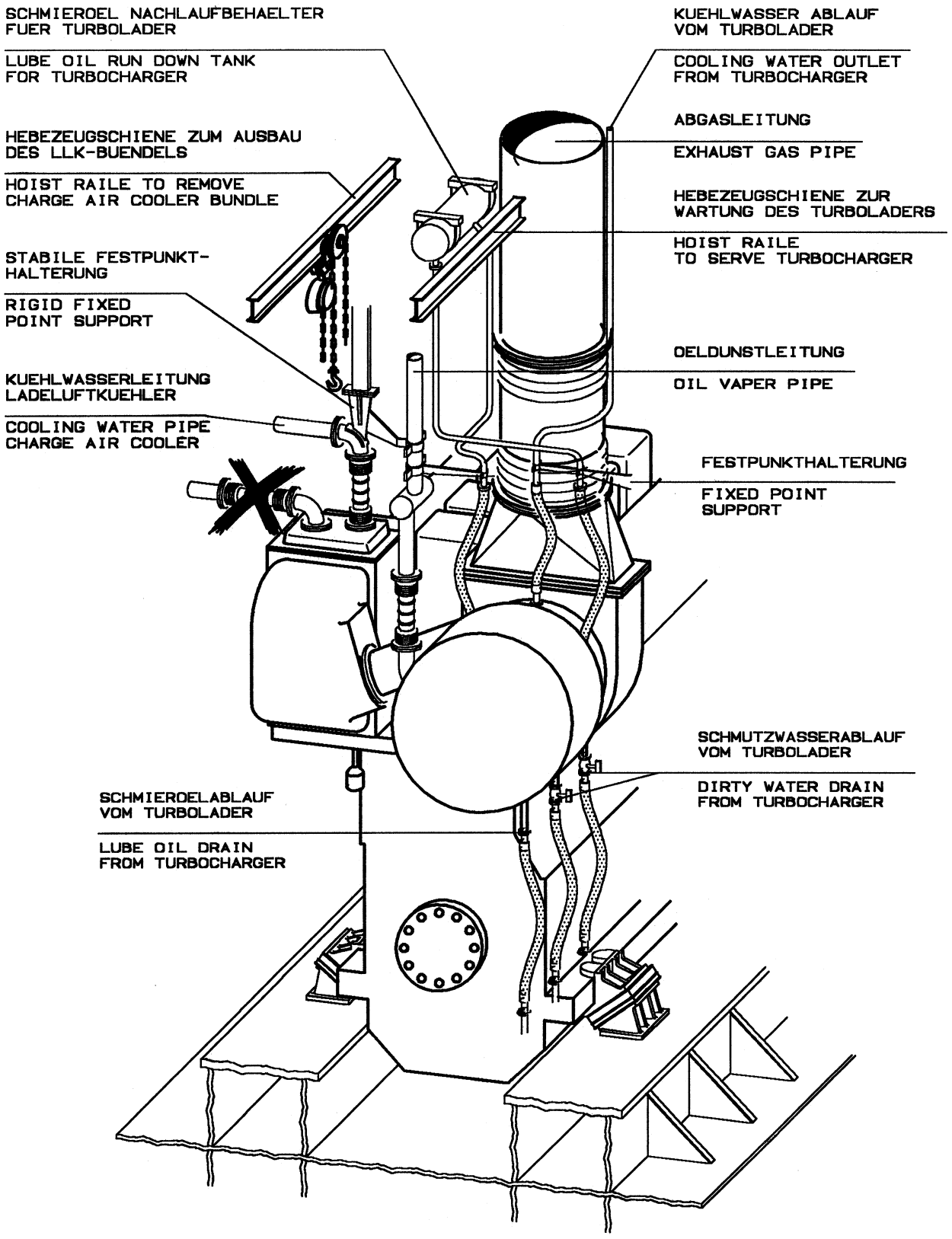
Supports of pipes

Between the connection on engine and the flexible hose the shipyard has to provide a pipe section as short as possible according to the selected pipe run.

Directly after the flexible hose the pipe is to be fixed with a sturdy fixed-point support of higher quality than usual. This support must be capable of absorbing both the forces of reaction of the hoses and the hydraulic forces of the fluids.

Einbau von elastischen Schläuchen

Installation of flexible Hoses



	Abschnitt		Chapter
Auslegungsphilosophie	0610.02	Layout philosophy	0610.02
Rotordrehzahl NA/T	0615.02	Rotor speed NA/T	0615.02
Rotordrehzahl NA/S NA/T9	0620.02	Rotor speed NA/T9 NA/S	0620.02
Messung der Luftströmung	0625.02	Air flow measurement	0625.02
Anpassungsverfahren	0630.00	Matching procedure	0630.00
Prüfen der Pumpstabilität	0635.00	Surge stability test	0635.00
Turbolader-Wirkungsgrad	0640.00	Turbocharger-efficiency	0640.00
Definitionen Turbolader-Wirkungsgrad	0645.00	Definitions turbocharger-efficiencies	0645.00

1. Eine Auslegungsberechnung unter Zugrundelegung von ISO-Bedingungen (25 °C/1000 mbar) ermöglicht sicheren Motorbetrieb bei Ansauglufttemperaturen zwischen etwa 5 °C und 50 °C.

2. Für Betrieb in arktischen Gebieten ist ein Abblaseventil nach Verdichter vorzusehen, um erhöhte Ladedrücke und Pumpen zu vermeiden.

3. Für den Einsatz in tropischem Klima reicht eine Turbolader-Auslegungsberechnung unter Zugrundelegung von ISO-Bedingungen aus, falls die daraus resultierenden höheren Gastemperaturen akzeptiert werden.

Die auf dem Typenschild von NA-Turboladern angegebene maximale Drehzahl des Läufers ist ein konstanter Wert, ungeachtet der jeweiligen Umgebungsbedingungen.

Bei einer gegebenen Läuferdrehzahl nimmt das Verdichterdruckverhältnis mit abnehmender Ansauglufttemperatur zu und sinkt mit steigender Temperatur.

1. A layout calculation for ISO air intake conditions (25 °C/1000 mbar) ensures a safe engine operation between air intake temperatures of approx. 5 °C and up to 50 °C.

2. For arctical operation normally a wastegate after compressor is required to avoid excessive charge air pressures and surging.

3. For applications in a tropical climate a turbocharger layout calculation based on ISO conditions is sufficient if the resulting higher gas temperatures are accepted.

The maximum rotor speed as given on the type plate of NA turbochargers is a constant value regardless of the specific ambient conditions.

At a given rotor speed, the compressor pressure ratio increases with decreasing air intake temperature and decreases with increasing temperature.

Messen der Rotordrehzahl bei NA/T-Turboladern

Rotor Speed Measurements with NA/T-Turbochargers

Alle Abgasturbolader der Baureihen NA/T7/T8 werden standardmäßig mit einem Drehzahlgeber für das Messen der Rotordrehzahl geliefert.

Der Geber ist am verdichterseitigen Ende des Läufers angeordnet und liefert einen +/- Impuls je Umdrehung. Der Wechselstrom wird mittels eines zweiaderigen Kabels zu einem Anzeigeinstrument geleitet. Das Signal ist stark genug, ein geeignetes Drehspul-Meßinstrument mit Dauermagnet ohne Fremdstrom zu betätigen. Wir liefern auf Wunsch solche Anzeigeinstrumente.

Grundsätzlich können die Signale des Aufnehmers auch mit Hilfe von Spannungswandlern in Anzeigeinstrumenten anderer Art umgesetzt werden, vorausgesetzt die relativ hohen Spannungen des Gebers sind für diese geeignet. Noris-Tachometer z. B. können nicht in Verbindung mit dem Aufnehmer in NA/T-Turboladern verwendet werden.

All exhaust-gas turbochargers of the NA/T7/T8 specifications are delivered with a standard pick-up for rotor speed measurements.

The pick-up is situated at the compressor side end of the rotor and delivers one +/- impulse for every rotation. The alternating current is conducted via a two-core cable to an indicating instrument. The signal is strong enough to operate a suitable permanent-magnet, moving-coil instrument without external power supply. We supply such indicating instruments upon request (optional).

In principle, the signals of the pick-up can also be converted in other types of indicating instruments by the help of voltage converters, provided the relatively high voltages of the pick-up are suitable for them. Noris tachometers, for instance, cannot be used in connection with the pick-up in NA/T7/T8 - type turbochargers.

Messen der Rotordrehzahl bei NA/S und NA/T9 Turboladern

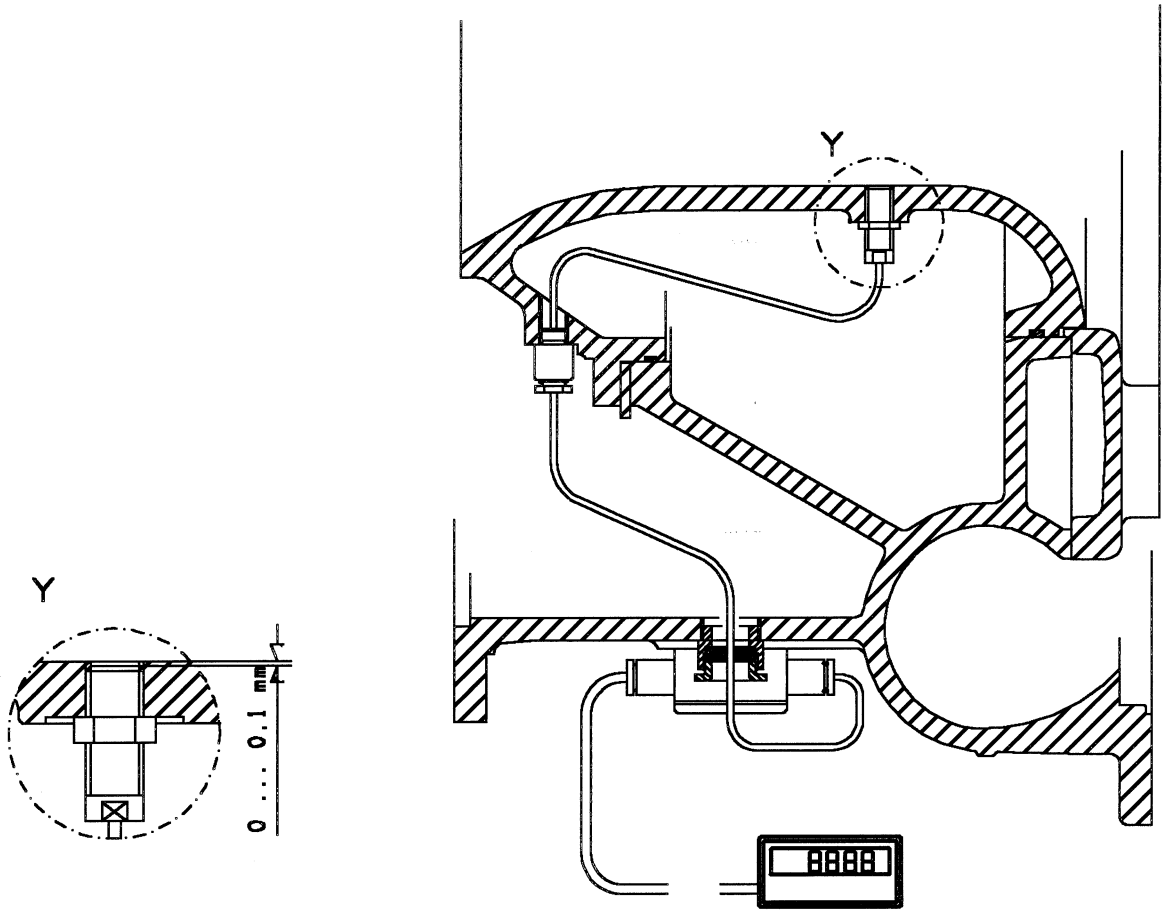
Rotor Speed Measurements with NA/S and NA/T9 Turbochargers

Alle Abgasturbolader der Bauform NA/S und NA/T9 mit Ausnahme des Turboladers NA29/S werden standardmäßig mit einem Drehzahlgeber und Digital-Tachometer geliefert. Im Unterschied zu NA/T-Turboladern ist dieser Drehzahlgeber radial im Einsatzstück des Verdichtergehäuses angeordnet (siehe Einzelheit Y in der Skizze unten).

All exhaust-gas turbochargers NA/S and NA/T9 except the turbocharger NA29/S are supplied with a speed transmitter and digital tachometer as standard. As opposed to the location in NA/T turbochargers, this speed transmitter is situated radially in the insert piece of the compressor casing (see detail Y in the sketch below)

Die Verdrahtung zwischen Drehzahlgeber und digitalem Anzeigegerät ist auf Seite 4 dargestellt. Das Anzeigegerät benötigt 24 V Gleichstrom und wird vor Auslieferung des Turboladers je nach Anzahl der Verdichterradschaufeln programmiert. Aus diesem Grunde müssen die Aufnahme- und Anzeigesysteme komplett von uns zusammen mit dem Turbolader geliefert werden.

The wiring between the speed transmitter and the digital indicating instrument is shown on page 4. The indicator requires 24 V DC power and is programmed prior to turbocharger delivery depending on the number of compressor wheel blades. For this reason the complete pick-up and indicating systems have to be delivered by us together with the turbocharger.



Bauteilbeschreibung

1. Drehzahlgeber (562.040)

   Zur Aufnahme des Gebers ist das Einsatzstück radial mit einer Gewindebohrung versehen, so daß der Geber im Einsatzstück zwischen der Vorderkante der Verdichterrad-Hauptschaufel und der Vorderkante der Verdichterrad-Zwischenschaufel zu liegen kommt. Bei Verdichterrädern ohne Zwischenschaufel ist die Position im Einsatzstück identisch. Der Geber wird eingeschraubt und gesichert, so daß dessen Vorderseite mit der Oberfläche des Einsatzstückes fluchtet bzw. um 0,1 mm zurückliegt, d. h. der radiale Abstand zwischen Verdichterradbeschaufelung und Stirnseite des Gebers ist nicht kleiner als der radiale Verdichterspalt.

2. Anzeigegeräte

   Die Anzeigegeräte können beispielsweise im Schaltschrank oder im Bedienungsstand untergebracht sein. Zum standardmäßigen Umfang von MAN B&W Diesel AG gehört die Drehzahlmeßkette mit Digital-Tachometer (562.300). Als Alternative kann auch ein Frequenzstromwandler (562.200) mit einem Ausgangsstrom von 4-20 mA benutzt werden.
   Im Gegensatz zur alten Drehzahlmeßeinrichtung benötigen diese Geräte eine externe Stromversorgung mit 24 V Gleichstrom und versorgen ihrerseits den Geber über eine eingebaute Geberspeisung mit einer Gleichstromspannung von 12V.

Component description

1. Speed transmitter (562.040)

   In order to accommodate the speed transmitter the insert piece is radially equipped with a threaded bore so that the transmitter in the insert piece is positioned between the leading edge of the compressor wheel main blade and the leading edge of the compressor wheel splitter blade. In case of compressor wheels without splitter blades the position in the insert piece is identical. The transmitter is screwed in and secured so that its front face is in alignment with the surface of the insert piece resp. by 0.1 mm moved backwards, i.e. the radial distance between the compressor wheel blading and the front face of the transmitter is not smaller than the radial compressor gap.

2. Indicating equipments

   The indicating equipments can e.g. be housed in the switch cubicle or in the operating stand. The MAN B&W Diesel AG standard type includes the speed measuring components with digital tachometer (562.300). As an alternative a frequency current transformer (562.200) with an output current of 4-20 mA can also be used.

   Contrary to the old speed measuring device these devices require an external current supply with a direct current voltage of 24V; they feed the transmitter with a DC voltage of 12V via a built in transmitter supply.

- Digital-Tachometer (562.300)

  Um eine korrekte Drehzahlanzeige sicherzustellen, müssen die Digitaltachometer vor Installation auf die entsprechende Anzahl von Hauptschaufeln des Verdichterrades programmiert werden (Anzahl von Impulsen je Umdrehung).

- Frequenzstromwandler (562.200)

  Bei Verwendung eines Frequenzstromwandlers müssen bei der Programmierung des Gerätes die entsprechende Anzahl der Hauptschaufeln des Verdichterrades (Anzahl von Impulsen pro Umdrehung) und die Bereichsenddrehzahl berücksichtigt werden. An den Stromausgang können zur Darstellung der jeweiligen Turboladerdrehzahl Monitore oder analoge Anzeigegeräte (562.100) angeschlossen werden.

- Digital tachometer (562.300)

  In order to ensure a correct speed display the digital tachometers have to be programmed for the corresponding number of the main blades of the compressor wheel prior to installation (number of pulses per revolution).

- Frequency current transformer

  Using a frequency current transformer requires the corresponding number of the main blades of the compressor wheel (number of the pulses per revolution) and the upper speed range to be considered for programming the device. Thus the turbocharger speed concerned can be displayed on monitors or analoguous indicators (562.100).

3. Funktionsweise

Der HF-Geber mit eingebautem Verstärker benötigt zum Betrieb eine Hilfsspannung von 4.5...30V Gleichspannung. Er enthält einen Hochfrequenz-Oszillator, dessen Schwingspule im Geberkopf angeordnet ist. Die Hauptschaufeln und die dazwischen liegenden Lücken des Verdichterrades bewirken eine unterschiedliche Dämpfung des Schwingkreises und damit einen kleineren oder größeren Speisestrom des Oszillators. Diese Stromänderungen steuern über einen Schaltverstärker einen elektrischen kontaktlosen Schaltausgang. Das verstärkte Signal wird von dem speziell auf diesen Geber abgestimmten Digitaltachometer bzw. Frequenz-Strom-Wandler, die ihrerseits den Geber mit der erforderlichen Geberspannung versorgen, weiterverarbeitet.

3. Mode of operation

The HF transmitter with the built-in amplifier has need of a D.C. auxiliary voltage of 4.5...30V for operation and is equipped with a high-frequency oscillator, which oscillating coil is arranged in the speed transmitter head. The main blades and their spacing have a different damping effect on the oscillating circuit and thus a smaller or larger output signal. These changes in the supply current control the electrical, noncontacting switch outlet via a switching amplifier. The ampified signal will be transmitted to the digital tachometer respectively to the frequency current converter, which are specially developed for this HF transmitter. These instruments supply also the transmitter with the necessary voltage.

Schaltplan

A: Anschluß für
Drehzahlanzeiger, digital (562.300)

B: Anschluß für
Frequenzstromwandler (562.200) und
Drehzahlanzeiger, analog (562.100)
und/oder Meßwertübertragung

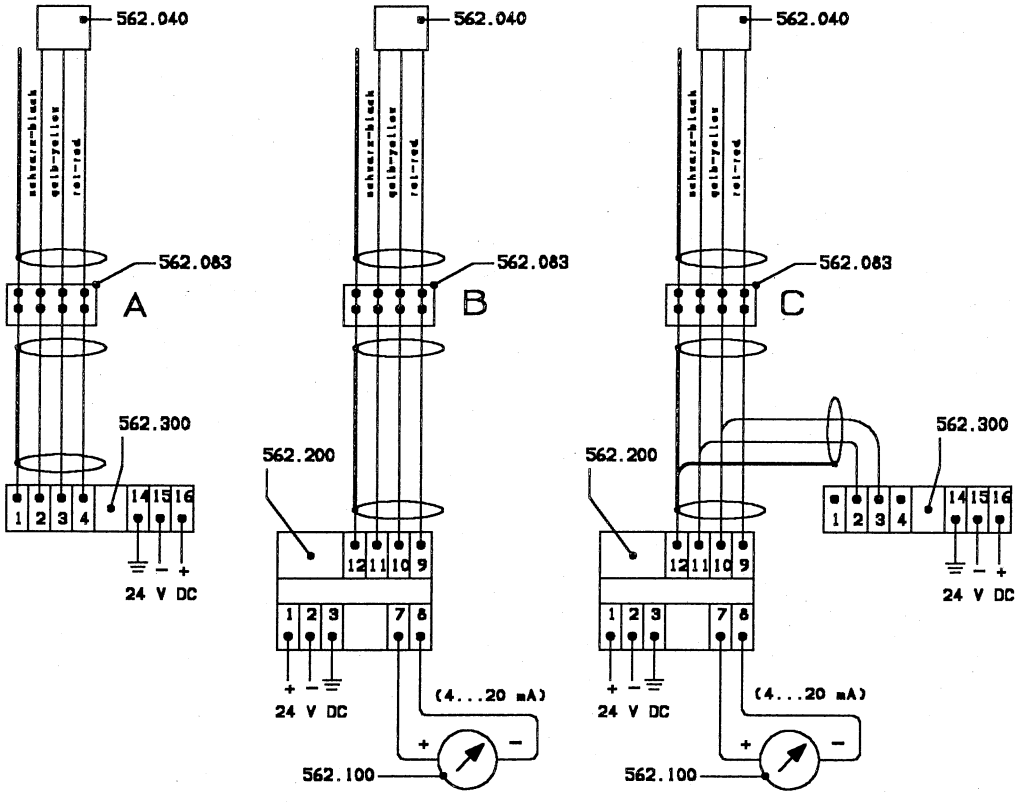
C: Anschluß für
Frequenzstromwandler (562.200) und
Drehzahlanzeiger, analog (562.100)
und/oder Meßwertübertragung,
zusätzlich
Drehzahlanzeiger, digital (562.300)

Circuit diagram

A: Connection for
speed indicator, digital (562.300)

B: Connection for
frequency converter (562.200) and
speed indicator, analog (562.100)
and/or measured value transfer

C: Connection for
frequency converter (562.200) and
speed indicator, analog (562.100)
and/or measured value transfer,
additionally
speed indicator, digital (562.300)



Mit angebautem Schalldämpfer

Die Meßmethode basiert auf der Theorie von Gasströmungen in Krümmern:
Der Druckunterschied zwischen Innen- und Außenwand folgt dem Quadrat der Strömungsgeschwindigkeit.

Das Verdichterspiralgehäuse ist vergleichbar mit einem Krümmer variabler Querschnittsfläche. Bei einem bestimmten, durch zahlreiche Tests festgelegten Querschnitt wird die statische Druckdifferenz, Δh_{sp}, an zwei gegenüberliegenden Wandstellen gemessen (Abbildung).

Da während der Erprobung des NA-Turboladers an der Brennkammer sowohl Δh_{sp} als auch die Luftmenge auf übliche Weise (Blende) gemessen werden, kann eine Eichkurve abgeleitet werden.

Bei der späteren Motorerprobung ermöglicht diese Kurve ohne weiteres die Bestimmung der Luftmenge mit angebautem Schalldämpfer, wenn Δh_{sp}, der Spiraldruck h_{sp} und die Austrittstemperatur t_{sp} gemessen werden.

Diese Kalibrierkurve ist nicht übertragbar auf andere Turbolader, selbst bei gleicher Baugröße und Spezifikation.
Die Genauigkeit dieser Methode liegt bei etwa ±1%. Bei anderen Nachleitapparat-Querschnitten als der, für den die Kalibrierkurve abgeleitet wurde, werden Korrekturfaktoren benutzt. Um eine zuverlässige Messung sicherzustellen, müssen alle Meßschläuche, Verlängerungen, Gewinde usw. absolut luftdicht sein (zu prüfen durch Aufsprühen von Seifenlösung).

With built-on silencer

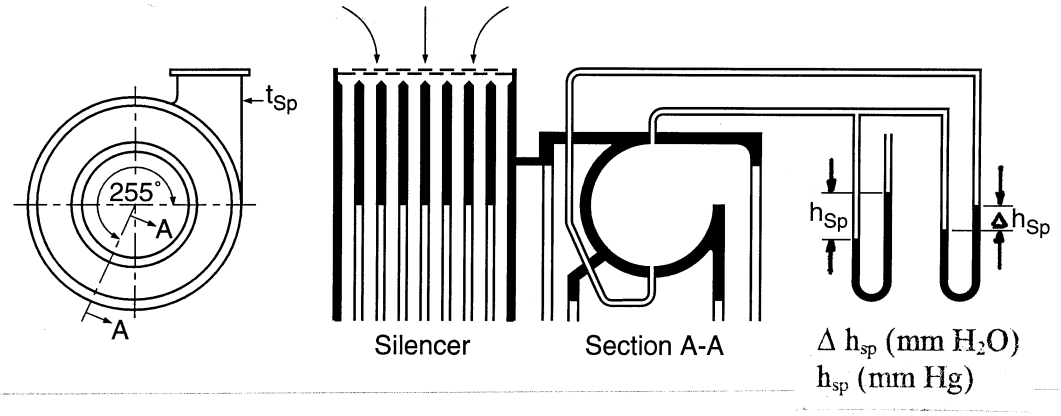
The measuring method is based on the theory of gas flows in bends:
the pressure differential between inside and outer wall follows the square of the flow velocity.

The compressor volute casing is similar to a bend of variable area. In a certain cross section, determined by numerous tests, the static pressure difference, Δh_{sp}, is measured at two facing wall locations (Fig.).

Since, during the test of the NA turbocharger on the burner rig, both Δh_{sp} and the air amount are measured by usual means (orifice), a calibration curve can be derived.

In later engine tests, this curve easily allows air mass flow determination with built-on silencer, when Δh_{sp}, the spiral pressure h_{sp}, and the outlet temperature t_{sp} are measured.

The calibration curve is not transferable to other turbochargers, even of the same frame size and specification.
The accuracy of this method is approx. ±1 %. For diffuser areas other than the calibration curve has been derived for correction factors are used. In order to ensure reliable measurements, all measuring hoses, extensions, tappings etc. must be absolutely airthight (to be checked by sprayed-on soap solution).



Anpassung

Matching Procedure

Jeder neu spezifizierte Turbolader für einen neuen Einsatzzweck bedarf der Anpassung, um ihn für die Betriebsbedingungen des Motors zu optimieren und die geeignetsten Stömungquerschnitte zu finden, sowie einen ausreichenden Pumpabstand über den gesamten Betriebsbereich sicherzustellen.

Zu diesem Zweck werden Turbolader mit einer neuen Spezifikation normalerweise mit leihweise überlassenen Varianten für Düsenring und Nachleitapparat geliefert (Matchingteile).

Anpassung:

1. Probelauf des Motors mit "Ablieferungsausführung" des Turboladers.
2. Falls der (vom Motorhersteller geforderte) Ladeluftdruck zu niedrig oder zu hoch ist, muß der Düsenring ausgetauscht werden (kleinerer Düsenring für höheren Ladeluftdruck, größerer Düsenring für niedrigeren Ladeluftdruck).
3. Wird der gemessene Ladeluftdruck akzeptiert, muß der Pumpabstand überprüft werden, siehe Seite 0635.00.
4. Liegt der Pumpabstand unter dem geforderten Wert, z. B. 10 % oder darunter, muß ein kleinerer Nachleitapparat verwendet werden (in seltenen Fällen sogar ein kleineres Verdichterrad).
5. Die Teillastpunkte müssen ebenfalls auf ausreichenden Pumpabstand hin überprüft werden.

Every newly specified turbocharger for a new application has to be matched to optimize the turbocharger for the engine's operation conditions and to find the most suitable build, as well as to ensure an adequate surge margin throughout the whole operating range.

For this purpose turbochargers with a new specification are normally supplied with variants for nozzle ring and diffuser on a loan basis (matching parts).

Matching procedure:

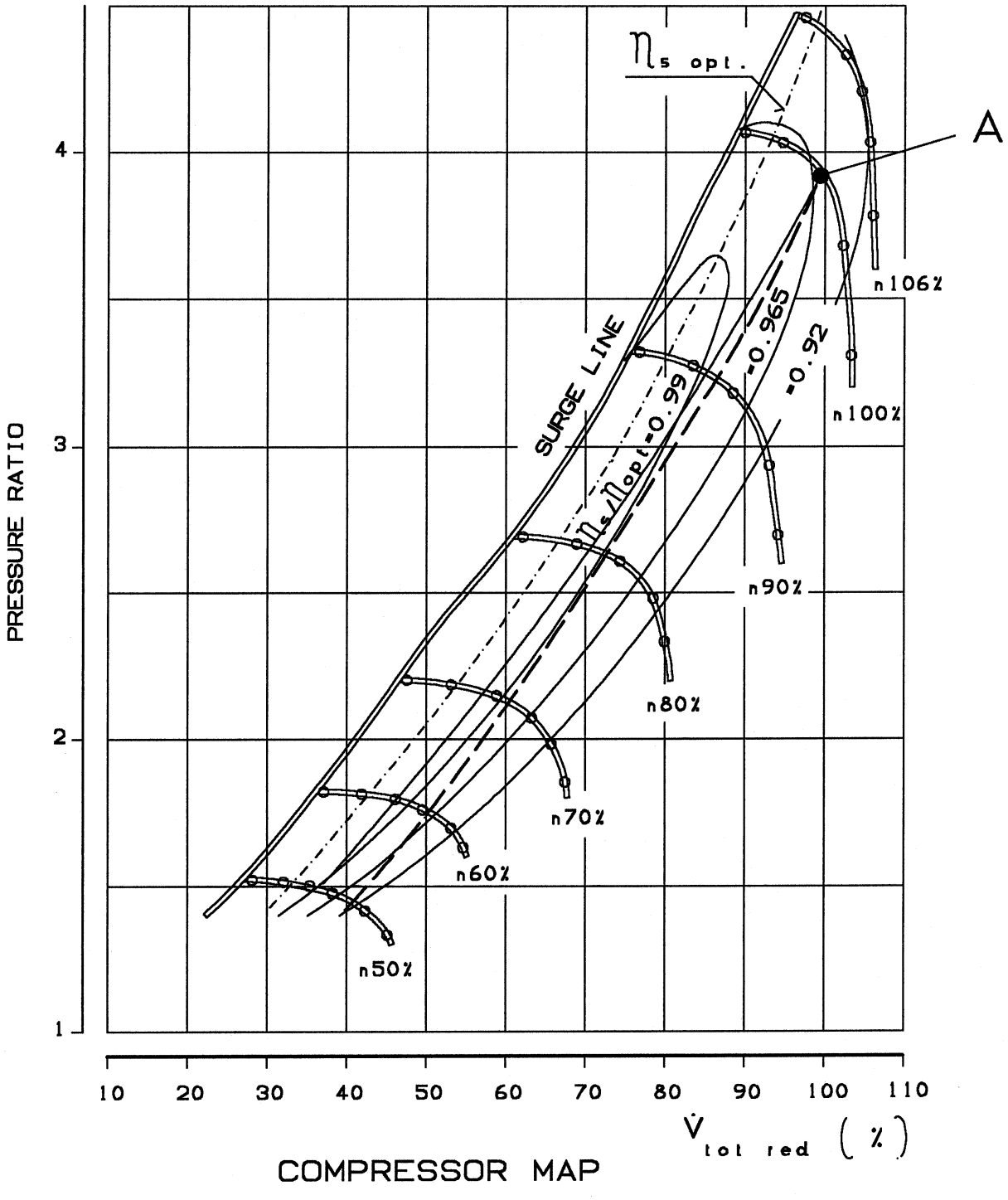
1. Test run of the engine with "delivery build" of the turbocharger.
2. If the charge air pressure (required by the engine manufacturer) is too low or too high, the nozzle ring must be changed (smaller nozzle for higher boost, larger nozzle for lower boost).
3. If the measured charge air pressure is accepted, the surge margin has to be checked , see page 0635.00.
4. If the surge margin is below the required value, for instance 10 % or less, a smaller diffuser must be used (in rare cases even a smaller compressor wheel).
5. Part load points must also be checked for adequate surge margins.

Verdichterkennfeld

Verdichterkennfeld mit dem Auslegungspunkt "A" (MCR), einer Propellerkurve (durchgezogen) und einer Kurve konstanter Drehzahl (gestrichelt)

Compressor map

Compressor map with the layout point "A" (MCR), a propeller line (solid) and a constant speed line (dashed)



Prüfen der Pumpstabilität

Surge Stability Test

Eine der folgenden Methoden kann angewandt werden:

Viertaktmotoren

1. Zurücknahme der Motordrehzahl bei konstanter Füllung.
   Es sollte eine Drehzahlsenkung um mindestens 15 % möglich sein, ohne daß Pumpen* auftritt.

2. Erhöhung der Spülluftemperatur bei konstanter Leistung.
   Es sollte eine Temperaturerhöhung um mindestens 50 °C über der Lufttemperatur am Verdichtereintritt möglich sein, ohne daß Pumpen auftritt.

3. Stufenweise Verringerung der Motordrehzahl und Erhöhung des mittleren effektiven Druckes, bis Pumpen auftritt. Die Pumpgrenze kann in einem Diagramm eingetragen werden, in dem der mittlere effektive Druck über der Motordrehzahl aufgetragen ist und das den Pumpabstand für jeden Motorlastpunkt zeigt.

Zweitaktmotoren

1. Betrieb des Motors bei 100 % Last. Plötzliche Lastrücknahme auf 75 %. Falls kein Pumpen auftritt, wiederholen, wobei diesmal die Last von 100 % auf 50 % zurückgenommen wird. Tritt kein Pumpen auf, so ist die Stabilität über 50 % Last gut.

2. Betrieb des Motors bei Teillast bei einem Ladeluftdruck von etwa 0,6 bar (Überdruck). Die Kraftstoffpumpe eines Zylinders plötzlich auf Null ziehen, und diese Maßnahme bei anderen Zylindern wiederholen. Tritt Pumpen in nicht mehr als einem Fall auf, ist die Stabilität ausreichend.

Ist die Pumpstabilität nicht zufriedenstellend, so ist MAN B&W Diesel, Augsburg, zu informieren.

* Mit "Pumpen" wird die instabile Arbeitsweise

One of the following methods can be adopted:

Four-stroke engines

1. Reduce engine speed with constant fuel admission.
   At least 15 % reduction of the speed should be possible without surging*.

2. Increase the scavenging air temperature at constant power.
   A temperature of at least 50 °C above the air temperature at the compressor inlet should be possible without surging.

3. Reduce engine speed stepwise and increase the mean effective pressure until surging occurs. The surge line can be plotted in a b.m.e.p.-rpm-diagram, that shows the surge margin in every possible engine load point.

Two-stroke engines

1. Run the engine at 100 % load. Reduce the load suddenly to 75 %. If no surging occurs repeat the process, this time reducing the load from 100 % to 50 % load. If no surging occurs, the stability above 50 % load is good.

2. Run the engine at part load with a charge air pressure of about 0.6 bar gauge. Pull the fuel pump of one cylinder, suddenly to zero. Repeat this test with other cylinders. If surging occurs in not more than one case the stability is acceptable.

If the surge stability is not satisfactory, MAN B&W Diesel, Augsburg, has to be informed.

* The unstable working of the compressor in

eines Verdichters bezeichnet, bei der der Druckaufbau im Verdichter nicht mehr ausreicht, um Luft gegen den anstehenden Gegendruck zu fördern.
Dieser Zustand tritt ein, wenn der Gegendruck im Verhältnis zum Luftdurchsatz zu hoch ansteigt. In diesem Fall reißt die Strömung ab und Luft aus dem anschließenden Leitungssystem strömt entgegen der Förderrichtung durch den Verdichter.
Wenn der Gegendruck genügend weit abgebaut ist, beginnt die Luft wieder in der normalen Richtung zu strömen, bis sich der Pumpvorgang wiederholt.
Dabei wird das Verdichterrad hoch beansprucht, so daß anhaltendes Pumpen zu Schäden führen kann. Ein Geräuschumschlag ohne daß Luft rückwärts durch den Verdichter strömt, zählt nicht als "Pumpen".

which the pressure rise inside the compressor is not any longer sufficient to deliver air against the impending charge air pressure is designated as "surging".
This circumstance arises if the charge air pressure increase is too high compared to the air throughout. Then the compressor stalls and the air from the adjoining pipe system flows against the normal flow direction through the compressor.
As soon as the charge air pressure is sufficiently reduced, the air starts flowing in the normal direction until the surging procedure is repeated.
In this process the compressor wheel is subjected to a high degree of stress so that a continuous surging may lead to damages.
A change of sound without air flowing backwards through the compressor does not count as "surging".

Turbolader-Wirkungsgrad

Turbocharger-Efficiency

Neben dem Verdichterdruckverhältnis und dem Luftdurchsatz ist der Turboladerwirkungsgrad ein wichtiges Kriterium bei der Beurteilung eines Turboladers.

Die unten angegebene Formel zeigt, wie der Turboladerwirkungsgrad berechnet werden kann. Die spezifischen Wärmewerte c_p und die Isentropenexponenten κ sind temperaturabhängig. Der Isentropenexponent für das Abgas κ_g, wird auch von der Gaszusammensetzung beeinflußt.

Besides compressor pressure ratio and air flow the turbocharger efficiency is an important criterion in the judgement of a turbocharger.

The formula below shows how the turbocharger efficiency can be calculated generally. The specific heat values, c_p, and isentropic exponents, κ, depend on the air and gas temperatures. The isentropic exponent for the exhaust gas, κ_g, is influenced by the gas composition as well.

$$\eta_{TC} = \frac{T_1}{T_3}\,\frac{\dot{m}_L}{\dot{m}_g}\,\frac{c_{pL}}{c_{pg}}\left[\frac{\left(p_2/p_1\right)^{\frac{\kappa_L-1}{\kappa_L}}-1}{1-\left(p_4/p_3\right)^{\frac{\kappa_g-1}{\kappa_g}}}\right]$$

Hierbei bedeutet:

T_1	=	Verdichtereintrittstemperatur, K
T_3	=	Turbineneintrittstemperatur, K
$\dot{m}_L$	=	Luftdurchsatz, kg/Sek.
$\dot{m}_g$	=	Abgasdurchsatz, kg/Sek. (Luft + Kraftstoff)
c_{pL}	=	Spezifische Wärme (Luft), J/kg.K
c_{pg}	=	Spezifische Wärme (Abgas), J/kg.K
p_1	=	Lufteintrittsdruck, bar
p_2	=	Ladeluftdruck, bar
p_3	=	Turbineneintrittsdruck, bar
p_4	=	Turbinenaustrittsdruck, bar
κ_L	=	Isentropenexponent (Luft)
κ_g	=	Isentropenexponent (Abgas)
p_2/p_1	=	Verdichterdruckverhältnis
p_3/p_4	=	Turbinendruckverhältnis

Where:

T_1	=	Compressor inlet temperature, K
T_3	=	Turbine inlet temperature, K
$\dot{m}_L$	=	Air mass, kg/sec
$\dot{m}_g$	=	Gas mass, kg/sec (air + fuel oil)
c_{pL}	=	Specific heat (air), J/kg.K
c_{pg}	=	Specific heat (gas), J/kg.K
p_1	=	Air inlet pressure, bar
p_2	=	Charge air pressure, bar
p_3	=	Turbine inlet pressure, bar
p_4	=	Turbine outlet pressure, bar
κ_L	=	Isentropic exponent (air)
κ_g	=	Isentropic exponent (gas)
p_2/p_1	=	Compressor pressure ratio
p_3/p_4	=	Turbine pressure ratio

Definition des Turbolader-Wirkungsgrades

Definitions of Turbocharger-Efficiencies

MAN B&W Abgasturbolader werden von verschiedenen Motorenherstellern innerhalb und außerhalb der MAN B&W-Gruppe eingesetzt. Traditionell sind verschiedene Definitionen des Turboladerwirkungsgrades gebräuchlich:

1. Total (tot-tot)

   Der Gesamtwirkungsgrad ist die beste Kennzahl für die thermodynamischen Eigenschaften eines Turboladers. Gesamtdrücke unmittelbar vor und nach dem Verdichter und vor Turbine sowie Gesamttemperaturen sind in der Gleichung gemäß 0640.00 einzusetzen. Die Geschwindigkeitsverluste im Turbinenaustrittsgehäuse werden nicht berücksichtigt, da keine weitere Stufe für die Nutzung des dynamischen Druckes vorhanden ist; infolgedessen wird der statische Turbinenaustrittsdruck eingesetzt und nicht der Gesamtdruck.

2. Total-statisch (tot-stat)

   Diese Definition wird normalerweise von Viertaktmotoren-Herstellern bevorzugt. Sofern bekannt, werden die Verluste von Schalldämpfer und Luftfilter berücksichtigt; falls nicht, wird der Umgebungsdruck eingesetzt und die Verluste zwischen Verdichteraustritt und -eintritt in dem Ladeluftkühler erfaßt. Da nur der statische Verdichteraustrittsdruck im Motor genutzt werden kann und nicht der dynamische Anteil, wird statt des Gesamtwertes der statische Ladedruck benutzt. Infolgedessen wird für p_1 der Umgebungsdruck und für p_2 der statische Druck vor Kühler herangezogen.

   Zur Beachtung: Da bei der Definition tot-stat verschiedene Verluste des Aufladesystems berücksichtigt werden, ist der Wirkungsgrad in der Definition tot-stat stets niedriger als der Wirkungsgrad tot-tot trotz gleicher thermodynamischer Leistung des Turboladers.

MAN B&W exhaust-gas turbochargers are used by various engine makers inside and outside the MAN B&W group. Traditionally, several definitions of the turbocharger efficiency are in use today:

1. Total (tot-tot)

   The total efficiency is the best description of the thermodynamic property of a turbocharger. Total pressures immediately before and after compressor and before turbine as well as total temperatures have to be used in the equation given on 0640.00. The velocity losses in the turbine outlet housing are not taken into account since there is no further stage where the dynamic pressure could be utilized; consequently the static turbine outlet pressure is applied.

2. Total-to-static (tot-stat)

   This definition normally is preferred by 4-stroke engine designers. If known, the losses of the silencer and the air filter are taken into account; if not, the ambient pressure is used and the losses between compressor outlet and inlet into charge air cooler as well. Since only the static compressor outlet pressure can be used in the engine and not the dynamic portion, the static air pressure is used instead of the total value. Consequently, the ambient pressure is applied for p_1 and the static air pressure before cooler p_2

   Note: Since several losses of the charging system are taken into consideration in the tot-stat definition, an efficiency tot-stat is always lower than the efficiency tot-tot in spite of the same thermodynamical performance of the turbocharger.

3. Definition für Zweitaktmotoren

Hier handelt es sich im Grunde um eine Definition total-statisch, wie auf Blatt 1, Punkt 2, beschrieben. Es wird jedoch für p_2 der Luftdruck in der Ladeluftleitung zuzüglich dem Kühlerdruckabfall herangezogen, und für p_1 der Umgebungsdruck, reduziert um die Filterverluste. Bei p_3 handelt es sich um den Druck im Abgassammelrohr.

3. Definition for 2-stroke engines

This is basically a total-to-static definition as described in page 1, item 2. However, the air pressure in the air receiver plus the pressure drop across the air cooler is used for p_2, and the ambient pressure reduced by the filter losses for p_1. The pressure in the exhaust manifold is p_3.

Die folgende Tabelle zeigt die Hauptunterschiede bei den drei Methoden zur Berechnung des Gesamtwirkungsgrades eines Turboladers.

The table below illustrates the main differences in the three methods of calculating the overall efficiency of a turbocharger:

	Definitions of turbocharger efficiencies		
	total	**total-stat 4-stroke**	**total-stat 2-stroke**
pressure: **p_1**	at compressor inlet (total)	ambient	ambient minus filter losses
pressure: **p_2**	at compressor outlet (total)	before cooler (static)	in air manifold plus cooler losses (static)
pressure: **p_3**	at turbine inlet (total)	at turbine inlet (total)	in exhaust manifold
pressure: **p_4**	after turbine (static)	after turbine (static)	after turbine (static)

Die Wirkungsgrade werden mit Hilfe gemessener Betriebswerte berechnet. Um einen fairen Vergleich zwischen Turboladern verschiedener Spezifikationen, Größen, Ausführungen und Fabrikate sicherzustellen, sollte stets angegeben werden, nach welcher Definition der Wirkungsgrad berechnet wurde.

Sind Druck und Temperatur vor Turbine nicht bekannt, kann der Turboladerwirkungsgrad nicht ermittelt werden.

The efficiencies are calculated using standard performance measurements. In order to ensure a fair comparison between turbochargers of different specifications, sizes, designs and makes, the definition of the efficiency calculated should be always cited.

If pressure and temperature before the turbine are not known, the turbocharger efficiency cannot be calculated.

	Abschnitt		Chapter
Qualitätssystem DNV-Zertifikat	0710.00	DNV-certificated quality system	0710.00
Qualitätssicherungsverfahren	0720.02	Quality assurance procedure	0720.02

In Anerkennung der Leistungsfähigkeit des Qualitätssicherungssystems in unserem Turboladerbereich hat die internationale Klassifikationsgesellschaft Det Norske Veritas (DNV) dem Turboladerbau von MAN B&W das Zertifkat nach ISO 9001 erteilt.

In recognition of the effectiveness of our Turbocharger Division's quality system, the international classification society Det Norske Veritas (DNV) has granted MAN B&W Turbocharger Division the ISO 9001 certification.

Unsere Kunden wissen daher, daß die an sie gelieferten Turbolader ihren Erfordernissen entsprechen und die Leistungen erbringen, für die sie vorgesehen sind.

Our customers therefore know that the turbochargers delivered to them will meet their needs and will provide the service they are designed for.

DNV

DET NORSKE VERITAS

QUALITY SYSTEM CERTIFICATE

Certificate No. Q-1246

This is to certify that

THE QUALITY SYSTEM

of

MAN - B&W Diesel AG Augsburg

Turbocharger Division

at

Augsburg, Germany

has been found to conform to the Quality System Standard

DIN/ISO 9001 - EN29001 - ed. May 1990

This Certificate is valid for the following product or service ranges

MANUFACTURING OF TURBOCHARGERS

Place and date:
SHL, 27th October 1993

for Det Norske Veritas Classification AS

Management Representative

This certificate with appendix is valid until:
31st May 1996

Lead Auditor

Lack of fulfilment of conditions as set out in the Appendix render this certificate invalid.

The validity, application and interpretation of this Certificate is governed by the rules of Det Norske Veritas Classification AS. The use of this Certificate is subject to our general terms and conditions. Det Norske Veritas Classification AS assumes no liability to any party other than to the client and only to the extent expressly provided for herein. This Certificate does not relieve the client of its liability for the fulfilment of all obligations and duties for which the client is responsible according to agreement, statutes, rules, regulations or otherwise. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this Certificate is unlawful and will be prosecuted to the fullest extent of the law.

DET NORSKE VERITAS CLASSIFICATION AS VERITASVEIEN 1, N-1322 HØVIK, NORWAY TEL.: (+47) 67 57 99 00 FAX: (+47) 67 57 99 11

Form No.: 20.90a Issue: October 92

1. Verdichterrad (vereinfachte Beschreibung)

- Jeder geschmiedete Verdichterradrohling wird vor dem Fräsen riß- und ultraschallgeprüft.
- Jeder Verdichterradrohling trägt einen Probering, an dem die Festigkeitswerte überprüft werden.
- Nach dem Fräsen und Vorbearbeiten wird jedes Verdichterrad gewuchtet und geschleudert (125% der max. Drehzahl, 7 Minuten lang).
- Messen der Bohrungs- und Radaußendurchmesser, um festzustellen, ob die Maße noch innerhalb der Toleranz sind.
- Rißprüfung nach dem Penetrierverfahren.
- Fertigbearbeitung des Verdichterrades entsprechend der Spezifikation.
- Prüfen / Messen aller bearbeiteten Flächen und Durchmesser.
- Neuwuchtung des fertigbearbeiteten Verdichterrades.

1. Compressor Wheel (simplified description)

- Every die-forged blank will be crack- and ultrasonic tested before milling.
- Every blank carries a test ring on which the strength values will be checked.
- After milling and pre-machining every compressor wheel will be balanced and spin-tested (125% of the max. speed for 7 minutes).
- Measuring diameters of bore and of outside of disc to check if still within tolerance.
- Crack testing by penetration method.
- Final machining of the compressor wheel according to specification.
- Checking / measuring of all machined surfaces / diameters.
- Re-balancing of complete machined compressor wheel.

2. Turbine (vereinfachte Beschreibung)

- Stichproben der Schaufeldickenverteilung sowohl in axialer als auch in radialer Richtung (20fache Vergrößerung).
- Rißprüfung jeder Schaufel vor der Bearbeitung.
- Stichproben des Tannenbaumprofils (20fach vergrößert).
- Beschaufelung der Turbinenscheibe nach speziellem Beschaufelungsplan.
- Wuchten des Läufers - Schleudern (120 % der maximalen Drehzahl, Dauer 7 Minuten).
- Messen des Scheiben- und Schaufelkopfdurchmessers um zu prüfen, ob die Maße noch innerhalb des Toleranzbereiches liegen.
- Entschaufeln und Rißprüfung aller Turbinenschaufeln und der Welle.

2. Turbine (simplified description)

- Sample checks of the blade's thickness distribution in both axial and radial direction (magnification 20 X).
- Crack testing of every blade prior to machining.
- Sample profile checks of the blade's fir-tree root (magnification 20 X).
- Blading of the turbine disk with the blades acc. to a special blading plan.
- Balancing of the rotor. Spin-testing (120 % of the max. speed; 7 minutes).
- Measuring disk and tip diameters to check if within tolerance.
- De-blading of the rotor and crack-testing of all turbine blades and the shaft.

- Neubeschaufelung und endgültiges Wuchten des kompletten Läufers einschließlich Verdichterrad.

- Re-blading and final balancing of complete rotor incl. compressor wheel.

3. Wassergekühltes Lagergehäuse der NA/T-Turbolader

- Druckprüfung (unter Einbeziehung von Schmieröl- und Kühlwasserräumen) mit Wasser, 6 bar, mindestens 4 Stunden lang.

Jeder 7. Mitarbeiter/Techniker in der MAN B&W-Turboladerfertigung ist aktiv mit der Produktqualitätssicherung unserer Turbolader befaßt.

3. Water-cooled bearing casing of NA/T-Turbocharger

- Pressure test (involving L.O. and cooling water spaces) with water, 6 bar, for at least 4 hours.

Every 7th worker/technician in the turbocharger workshop is fully engaged in ensuring the product quality of our turbochargers.

	Abschnitt		Chapter
Service-Erfahrungen	0810.02	Service experience	0810.02
Wartungsaufwand	0820.02	Maintenance effort	0820.02
Inspektionszeiten	0830.02	Inspection times	0830.02
Weltweiter Turbolader-Service	0840.00	Turbocharger service worldwide	0840.00
Ausbildungskurse	0850.00	Training courses	0850.00
Technische Dokumentation	0860.02	Technical documentation	0860.02
Bestellung von Ersatzteilen	0870.00	Ordering of spare parts	0870.00

Zu erwartende Lebensdauer in Betriebsstunden		Expected lifetime in operating hours	
Lager	25 000 - 40 000	Bearings	25,000 - 40,000
Düsenring	60 000	Nozzle ring	60,000
Rotorschaufeln	70 000 - 100 000	Rotor blades	70,000 - 100,000
Deckring	15 000 - 30 000	Shroud ring	15,000 - 30,000
Verdichterrad	80 000*	Compressor wheel	80,000*
Gehäuse	unbegrenzt	Casings	indefinitely

Diese Zeiten wurden mit NA-Turboladern erreicht, die an Motoren im Schweröl betrieb arbeiten. Bei Betrieb mit Dieselöl (Marine Diesel Oil - MDO) können deutlich längere Zeiten erreicht werden.

These times have been reached with NA turbochargers operating on engines burning HFO. In MDO operation lifetimes can be much higher.

* abhängig von der Höhe der Ansaugluftemperatur, des Ladedruckes und dem Lastprofil des Motors kann die Lebensdauer des Verdichterrades beträchtlich reduziert werden.

* depending on level of air intake temperature, charge air pressure and load profile of the engine the lifetime of the compressure wheel will be considerable reduced.

Wartungsaufwand

Maintenance Effort

Der geringe Wartungsaufwand von Turboladern der NA-Baureihe wird durch folgende Inspektionsintervalle veranschaulicht:

Alle 250 Stunden
Reinigung des Luftfilters (bei angebautem Schalldämpfer)

Alle 3000 Stunden
Überprüfung der Schrauben- und Rohrverbindungen.

Alle 6000 Stunden
Inspektion/Reinigung von Verdichter und Nachleitapparat; bei Einsatz an Viertaktmotoren wird eine einmalige Kontrolle des verdichterseitigen Lagers empfohlen (nur einmal nach 6000 Stunden).

Alle 12 000 - 15 000 Stunden
Reinigung der Schalldämpfer-Filzbeläge; Kontrolle des verdichterseitigen Lagers

Alle 24 000 - 30 000 Stunden
Generelle Inspektion und Reinigung des Turboladers bei Zweitaktmotoren einschließlich Kontrolle des Zustandes beider Lager*)

*) Turbolader im Viertaktmotorenbetrieb: Generelle Inspektion in Zeitabständen von etwa 12 000 - 15 000 Stunden.

Bei vorschriftsmäßiger Wartung von Turbolader und Schmierölkreislauf können die Lager eine Lebensdauer bis zu 50 000 Betriebsstunden erreichen.

The low maintenance effort of NA-type turbochargers is illustrated by the following inspection intervals:

every 250 hours
cleaning of the airfilter (if a silencer is fitted)

every 3000 hours
checking of bolts and pipe connections

every 6000 hours
inspection/cleaning of the compressor and diffuser; in 4-stroke application a once-a-time inspection of the compressor-side bearing is recommended (only a single time after 6000 hours)

every 12,000 to 15,000 hours
cleaning of the silencer's felt lining; inspection of the compressor side bearing

every 24,000 to 30,000 hours
general inspection and cleaning of the turbocharger on a 2-stroke engine incl. inspection of the conditions of both bearings.

*) turbochargers operating on 4-stroke engines: general inspection interval approx. every 12,000 to 15,000 hours

If the treatment of the turbocharger and the lube oil circuit is according to specification, the bearing life time can be up to 50,000 operating hours.

Inspektionszeiten
Inspection Times

Inspektionszeit in Std.
NA57-Turbolader (zwei Mann in Einsatz)

	Demontage	Montage
Schalldämpfer	0,5	0,5
Verdichterrad	0,5	0,5
Verdichterseitiges Lager	0,35	0,45
Lagergehäuse	0,5	0,75
Läufer	0,25	0,25
Stunden insgesamt	2,10	2,45
Mannstunden	9,1	

Inspection time in hours
NA57-Turbocharger (two men on the job)

	Disassembly	Assembly
Silencer	0.5	0.5
Compressor wheel	0.5	0.5
Compressor side bearing	0.35	0.45
Bearing casing	0.5	0.75
Rotor	0.25	0.25
Total hours	2.10	2.45
Man-hours	9.1	

- Hauptniederlassung Augsburg
- Service-Zentren

  MAN B&W-Einrichtungen in Ergänzung der Hauptniederlassung.

- Autorisierte Reparaturwerkstätten (ARS)

  Qualifizierte Reparaturbetriebe mit Service-Ingenieuren mit MAN B&W-Ausbildung

- Vertretungen

  Unabhängige Unternehmen mit engem Kontakt zu MAN B&W

- Head office in Augsburg
- Service Centers

  MAN B&W facilities supplementing the head office.

- Authorised Repair Shops (ARS)

  Qualified repairers with MAN B&W trained service engineers

- Agents

  Independent companies with close contact to MAN B&W

Service Weltweit

- 158 Kundendienststützpunkte weltweit
- Rasche Lieferung von hochwertigen Original-Ersatzteilen
- 24-Stunden-Service rund um die Uhr
- Rasche, zuverlässige und kompetente Unterstützung durch erfahrene, hochqualifizierte Service-Ingenieure und Monteure
- Zentrales, voll rechnergeführtes Ersatzteillager in Augsburg
- Austauschbarkeit von Teilen zwischen Lizenzgeber und Lizenznehmer garantiert.

Service worldwide

- 158 service bases worldwide
- Swift supply of high grade OEM spare parts
- 24 hours around-the-clock service
- Fast, reliable and competent assistance from experienced, highly-skilled service engineers and erectors
- Centralized, fully computerised spare parts stock in Augsburg
- Interchangeability of parts guaranteed between licensor and licensees

Weltweites Kundendienst-Netz

Kundendienst-Einrichtungen (Service-Zentren, autorisierte Reparaturwerkstätten, Ersatzteillager)

Delegierte Ingenieure

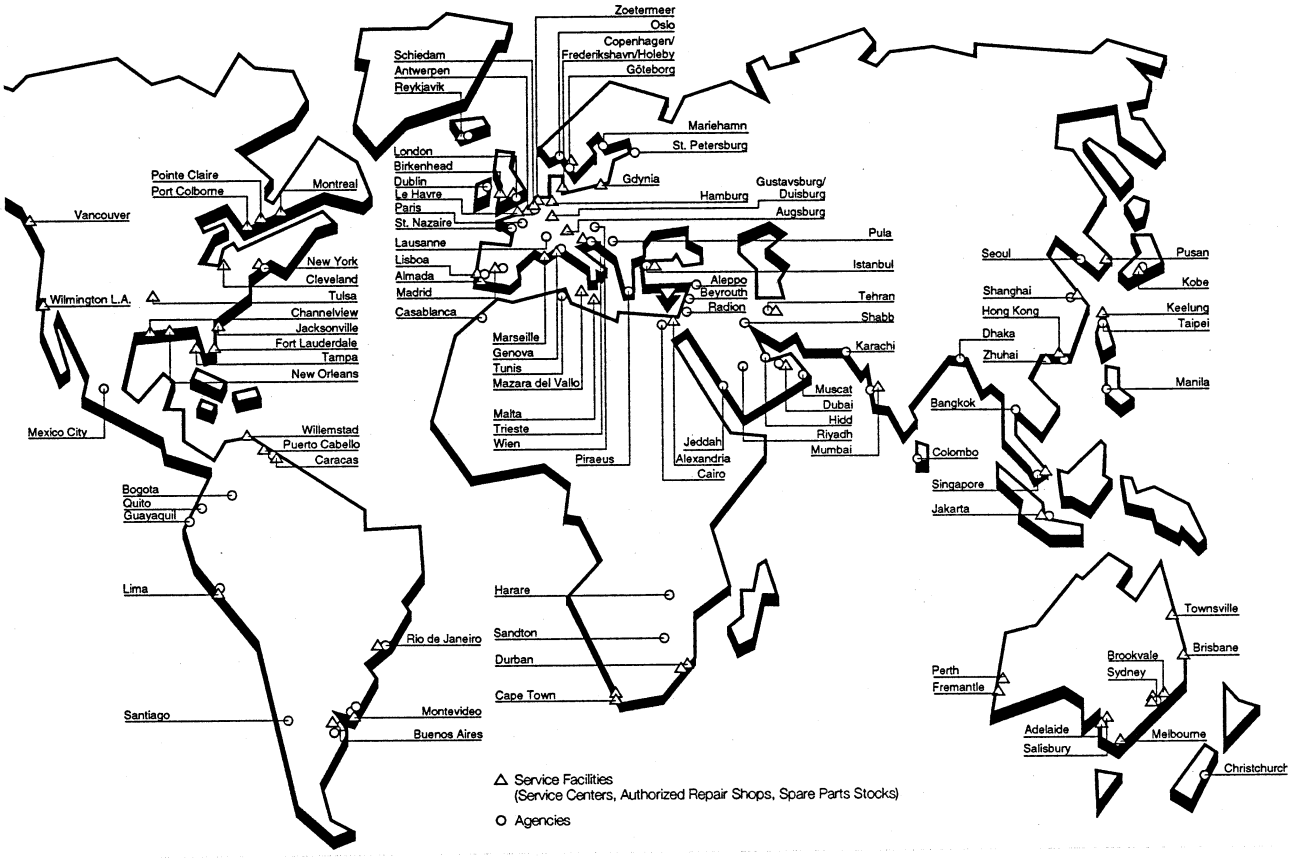
Vertretung

Worldwide service network

Service facilities (Service centers, Authorized Repair Shops, Spare Parts Stocks)

Resident Engineers (Delegates)

Agency



Ausbildungskurse

Training Courses

■ Für Ingenieure

- über Turbolader-Anpassung
- über die Behebung von Mängeln

■ For engineers

- how to match turbochargers
- how to rectify deficiencies

■ Für Monteure

- praktische Ausbildung in unserem Trainings Center

■ For fitters

- training on the job in our training centre

Gruppenkurse auf Anfrage

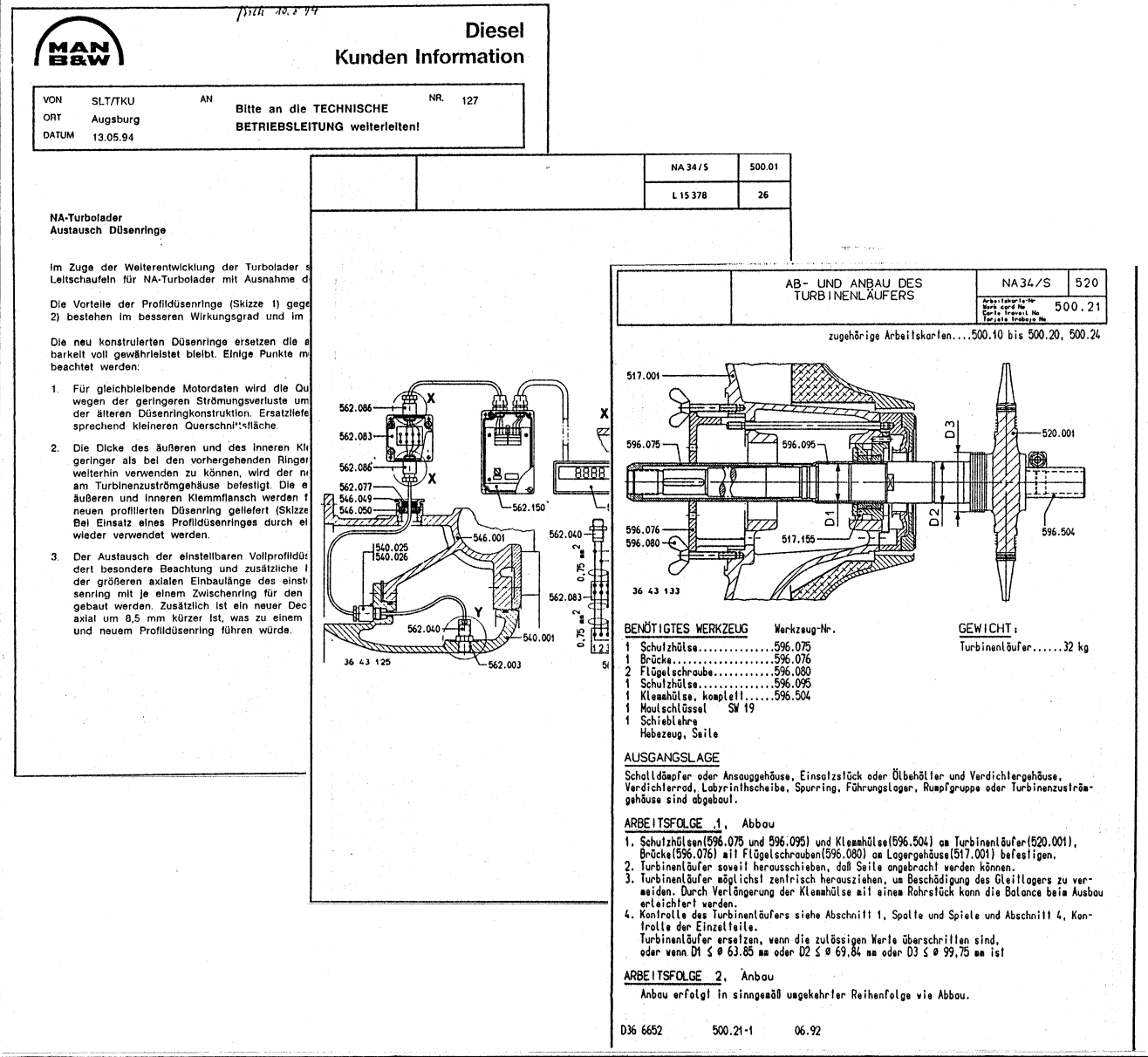
Courses for groups are available on request.

Mit der Lieferung eines Turboladers erhalten unsere Kunden eine umfangreiche technische Dokumentation, die sich wie folgt zusammensetzt:

- Betriebsanweisung
- Arbeitsanweisungen(Arbeitskarten)
- Ersatzteilkatalog
- Reserveteile- und Werkzeugliste
- Zertifikate
- Protokolle
- Kunden Informationen

In addition to the delivery of a turbocharger, our customers recieve a comprehensive technical documentation, which is composed as follows:

- Operating Manual
- Working instructions (Work cards)
- Spare parts catalogue
- Spare parts lists and tools lists
- Certifications
- Records
- Customer informations



MAN B&W

Diesel
Kunden Information

VON	SLT/TKU	AN	Bitte an die TECHNISCHE BETRIEBSLEITUNG weiterleiten!
ORT	Augsburg		
DATUM	13.05.94		

NR. 127

NA-Turbolader
Austausch Düsenringe

Im Zuge der Weiterentwicklung der Turbolader s
Leitschaufeln für NA-Turbolader mit Ausnahme d

Die Vorteile der Profildüsenringe (Skizze 1) gege
2) bestehen im besseren Wirkungsgrad und im

Die neu konstruierten Düsenringe ersetzen die a
barkeit voll gewährleistet bleibt. Einige Punkte m
beachtet werden:

1. Für gleichbleibende Motordaten wird die Qu
wegen der geringeren Strömungsverluste um
der älteren Düsenringkonstruktion. Ersatzliefe
sprechend kleineren Querschnittsfläche.
2. Die Dicke des äußeren und des inneren Kl
geringer als bei den vorhergehenden Ringer
weiterhin verwenden zu können, wird der n
am Turbinenzuströmgehäuse befestigt. Die e
äußeren und inneren Klemmflansch werden f
neuen profilierten Düsenring geliefert (Skizze
Bei Einsatz eines Profildüsenringes durch ei
wieder verwendet werden.
3. Der Austausch der einstellbaren Vollprofildü
dert besondere Beachtung und zusätzliche I
der größeren axialen Einbaulänge des einst
senring mit je einem Zwischenring für den
gebaut werden. Zusätzlich ist ein neuer Dec
axial um 8,5 mm kürzer ist, was zu einem
und neuem Profildüsenring führen würde.

		NA 34/S	500.01
		L 15 378	26

562.086 562.083 562.086 562.077 546.049 546.050 562.150 546.001 540.025 540.026 562.040 562.083 562.040 540.001 562.003 36 43 125

	AB- UND ANBAU DES TURBINENLÄUFERS	NA34/S	520
		Arbeitskarte-Nr. Work card No. Carte travail No. Tarjeta trabajo No.	500.21

zugehörige Arbeitskarten....500.10 bis 500.20, 500.24

517.001 596.075 596.095 D3 520.001 D1 D2 596.076 596.080 517.155 596.504 36 43 133

BENÖTIGTES WERKZEUG Werkzeug-Nr.

1 Schutzhülse.....596.075
1 Brücke.....596.076
2 Flügelschraube.....596.080
1 Schutzhülse.....596.095
1 Klemmhülse, komplett.....596.504
1 Maulschlüssel SW 19
1 Schieblehre
Hebezeug, Seile

GEWICHT:
Turbinenläufer.....32 kg

AUSGANGSLAGE

Schalldämpfer oder Ansauggehäuse, Einsatzstück oder Ölbehälter und Verdichtergehäuse, Verdichterrad, Labyrinthscheibe, Spurring, Führungslager, Rumpfgruppe oder Turbinenzuströmgehäuse sind abgebaut.

ARBEITSFOLGE 1, Abbau

1. Schutzhülsen(596.075 und 596.095) und Klemmhülse(596.504) am Turbinenläufer(520.001), Brücke(596.076) mit Flügelschrauben(596.080) am Lagergehäuse(517.001) befestigen.
2. Turbinenläufer soweit herausschieben, daß Seile angebracht werden können.
3. Turbinenläufer möglichst zentrisch herausziehen, um Beschädigung des Gleitlagers zu vermeiden. Durch Verlängerung der Klemmhülse mit einem Rohrstück kann die Balance beim Ausbau erleichtert werden.
4. Kontrolle des Turbinenläufers siehe Abschnitt 1, Spalte und Spiele und Abschnitt 4, Kontrolle der Einzelteile.
Turbinenläufer ersetzen, wenn die zulässigen Werte überschritten sind, oder wenn D1 ≤ Ø 63.85 mm oder D2 ≤ Ø 69,84 mm oder D3 ≤ Ø 99,75 mm ist

ARBEITSFOLGE 2, Anbau

Anbau erfolgt in sinngemäß umgekehrter Reihenfolge wie Abbau.

D36 6652 500.21-1 06.92

Bestellung von Ersatzteilen

Ordering of Spare Parts

Wartungs- und Reparaturarbeiten können nur dann ordnungsgemäß ausgeführt werden, wenn die erforderlichen Ersatzteile zur Verfügung stehen.

Bestellung von:

- **Ersatzteilen**
  Für die Bestellung von Ersatzteilen ist der Ersatzteilkatalog (Bestandteil der Betriebsanweisung) mit den zugehörigen Bildern zu verwenden. Um Rückfragen und Unklarheiten zu vermeiden, sind bei Bestellung folgende Angaben erforderlich:

1.	Anschrift	MAN B&W Diesel AG Stadtbachstr.1 D-86153 Augsburg
	Telefon	(0821)322-0
	Telex	53796-0 man d
	Telegrammanschrift	manbw
	Telefax	(0821)322-3382
	Teletex	821 861
2.	Typ des Turboladers	xxx
3.	Werk-Nr. des Turboladers	x xxx xxx
4.	(Typ des Motors)	xxxxx
5.	(Werk-Nr. des Motors)	x xxx xxx
6.	Bestell-Nr.	xxx.xxx
7.	Benennung	xxx
8.	Stückzahl	xx
9.	Versandadresse	xxxx

- **Reserveteilen**
  Auf gesonderte Bestellung wird ein Satz von Standard-Reserveteilen geliefert.

- **Werkzeugen**
  Die dem Turbolader mitgegebenen Werkzeuge sind in einer Kiste verpackt und in einer Liste am Deckel der Werkzeugkiste aufgeführt. Für die Nachbestellung von Werkzeugen gelten die gleichen Hinweise wie für die Ersatzteile.

Maintenance and repair work can only be carried out properly if the necessary spare parts are available.

Ordering of

- **Spare parts**
  Reference should be made to the spare parts list (included in the Operating Manual) and the relevant drawings in preparing orders for spare parts. In order to avoid confusion and queries please include the following information in your order:

1.	Address	MAN B&W Diesel AG Stadtbachstr. 1 D-86153 Augsburg
	Telephone	(0821) 322-0
	Telex	53796-0 man d
	Cables	manbw
	Telefax	(0821) 322-3382
	Teletex	821 861
2.	Type of turbochargers	xxx
3.	Work-No. of turbocharger	x xxx xxx
4.	(Typ of engine)	xxxxx
5.	(Work-No. of engine)	x xxx xxx
6.	Ordering No.	xxx.xxx
7.	Designation	xxx
8.	Quantity	xx
9.	Shipping address	xxxx

- **Standard Spare Parts**
  If ordered separately a set of standard spare parts will be delivered.

- **Tools**
  The tools supplied with the turbocharger are packed in a case and tabulated in a list attached to the lid of the tool box. When reordering tools, the same instructions as given for spare parts should be followed.

Copyright © MAN Diesel & Turbo · Subject to modification in the interest of technical progress.
D2366353EN-N1 Printed in Germany GMC-AUG-04100.25

MAN Diesel & Turbo
86224 Augsburg, Germany
Phone +49 821 322-0
Fax +49 821 322-3382
turbochargers@mandieselturbo.com
www.mandieselturbo.com