

We ensure that systems work better.

VULKAN

Marine Solutions

VIBRO-ACOUSTIC ON BOARD **Solutions for more comfort, health and safety**

VIBRO-AKUSTIK AN BORD

Lösungen für mehr **Komfort, Gesundheit und Sicherheit**



CONTENTS INHALT

Introduction	04	Einführung	04
Product overview	14	Produktübersicht	14
Propulsion line arrangements: Class free standing	16	Anordnung von Antriebssträngen: Klasse freistehend	16
1st Case: Engine and gearbox are mounted rigidly on their foundations	16	1. Fall: Schiffsmotor und Getriebe sitzen starr auf ihren Fundamenten	16
2nd Case: Ship engine elastically mounted, gearbox rigidly mounted	18	2. Fall: Schiffsmotor elastisch gelagert, Getriebe starr montiert	18
3rd Case: Engine with elastic suspension and gearbox with semi-elastic mounts	20	3. Fall: Schiffsmotor elastisch, Getriebe semi-elastisch gelagert	20
4th Case: Engine and gearbox elastically mounted in a V-drive arrangement	22	4. Fall: Motor und Getriebe elastisch gelagert als V-Drive Anordnung	22
5th Case: Engine with elastic suspension and elastic gearbox mounting + Propflex T including thrust bearing	24	5. Fall: Motor und Getriebe elastisch gelagert + Propflex T Kupplung mit Drucklager	24
6th Case: Engine double-elastically mounted, gearbox elastically mounted + Propflex T coupling with thrust bearing	26	6. Fall: Motor doppelt elastisch gelagert, Getriebe elastisch gelagert + Propflex T Kupplung mit Drucklager	26
Arrangement of drive-trains: Bellhousing mounted	28	Anordnung von Antriebssträngen: Klasse angeflanscht	28
7th Case: Engine mounted elastically, gearbox semi-elastically mounted	28	7. Fall: Motor elastisch gelagert, Getriebe semi-elastisch gelagert	28
8th Case: Engine and gearbox elastically mounted + Propflex T coupling	30	8. Fall: Motor und Getriebe elastisch gelagert + Propflex T Kupplung	30
Arrangement of drive-trains: With electric motors	32	Anordnung von Antriebssträngen: Mit Elektromotoren	32
9th Case: Electro motor elastically mounted	32	9. Fall: Elektromotor elastisch gelagert	32
10th Case: Engine and gearbox rigidly mounted on intermediate frame, intermediate frame elastically mounted, + Propflex T coupling with thrust bearing	34	10. Fall: Motor und Getriebe starr auf Zwischenrahmen, Zwischenrahmen elastisch gelagert + Propflex T Kupplung mit Drucklager	34
Our Scope and Services	36	Unsere Produkte und Leistungen	36
Relevance and branches	38	Branchenrelevanz	38
Validity Clause	42	Gültigkeitsklausel	42





General

When considering the varied types of watercraft from yachts to heavy cargo vessels, to cruise ships – all these vessel types have a variety of different needs relative to important environmental variables, such as noise and vibrations. As a result, when planning sound insulation concepts for these different applications fully customized strategies are needed to satisfy the requirements where vibrations and noise are concerned – if the goals are not met then, as a rule, then negative consequences are the result.

Thus, health and safety aspects are the focus when tuning the vibrations and acoustics: If vibrations and noise levels are too high, then health as well as safety can be significantly impacted and the high level of comfort that is expected and required will not be achieved.

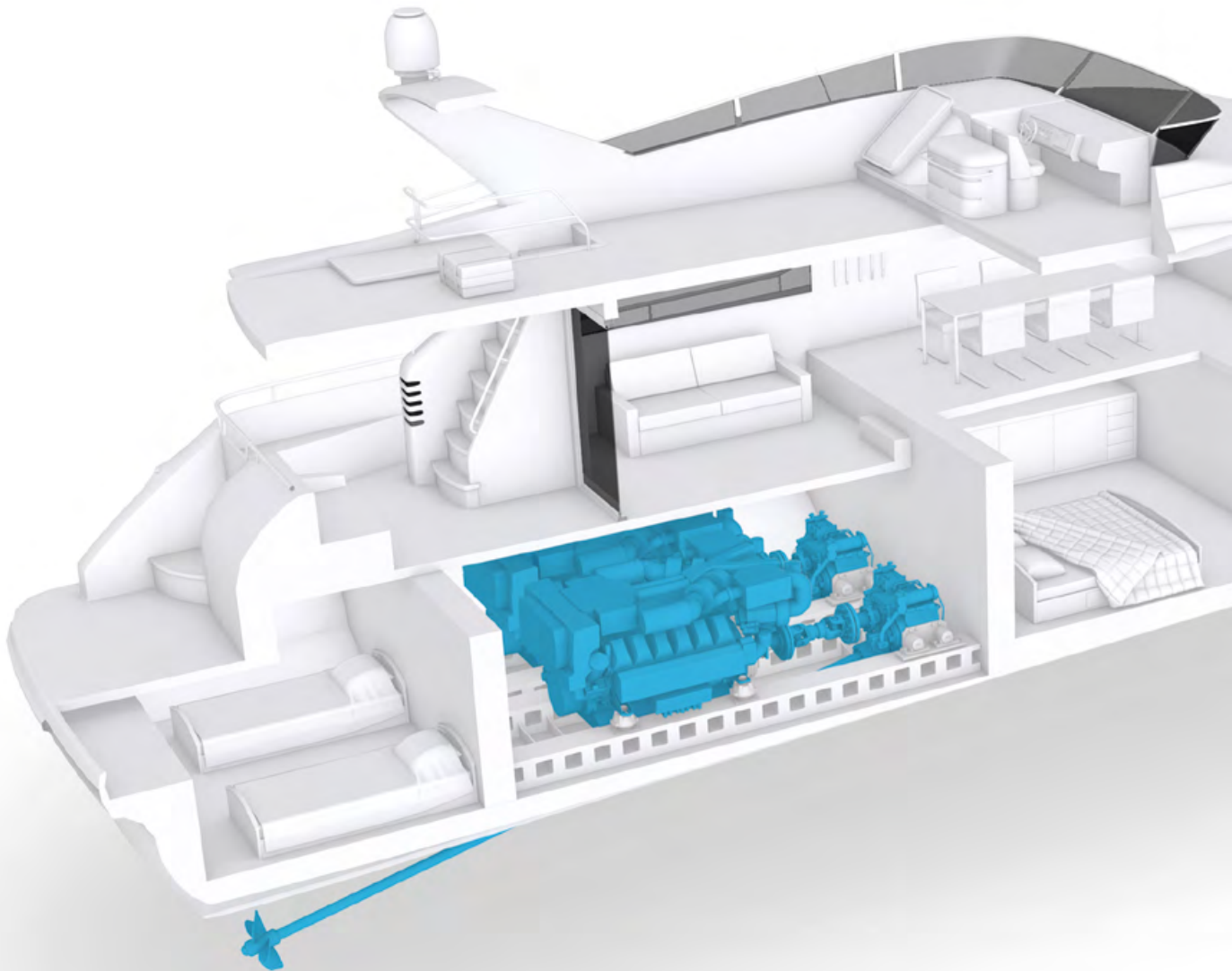
Allgemein

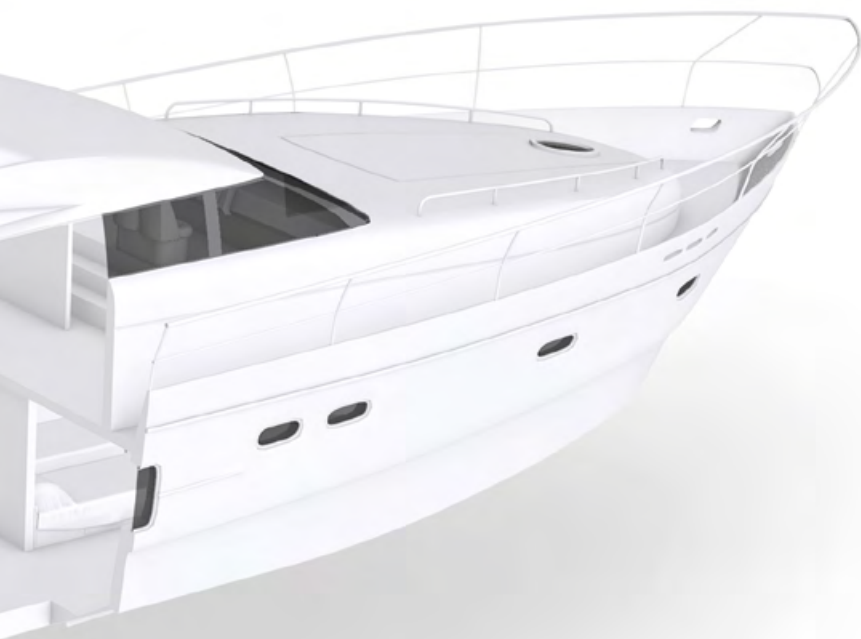
Die vielen unterschiedlichen Wasserfahrzeugtypen – von der Yacht über Schwergutschiffe bis hin zu Kreuzfahrtschiffen – müssen verschiedensten Erfordernissen hinsichtlich wichtiger Variablen wie Schwingungs- und Geräuschaufkommen gerecht werden. Bei der Planung des Schallschutzkonzepts bedarf es daher stets individueller Strategien, um den variierenden Vorgaben bzgl. Vibration und Lärm gerecht werden zu können – werden diese Zielvorgaben nicht erreicht, ergeben sich in aller Regel negative Konsequenzen.

Daher stehen Gesundheits- und Sicherheitsaspekte bei der Abstimmung der „Vibrations and Acoustics“ im Vordergrund: Durch ein zu hohes Schwingungs- und Geräuschaufkommen werden sowohl die Gesundheit als auch die Sicherheit in einem erheblichen Maße beeinflusst, die in der Schifffahrt hohen Komfortstandards können zudem nicht erreicht werden.

VIBRATIONS AND ACOUSTICS

INTRODUCTION EINFÜHRUNG





Main sources of noise and vibrations

The vibro-acoustic situation on board ships is the result of a mechanical vibrations combined with direct and indirect airborne noise. The primary sources of noise and vibrations on ships are the main engines, auxiliary engines, gearboxes and the ship's propellers.

Improvements in the vibro-acoustic properties represent significant potential for the shipbuilding industry, particularly since these properties are factors that significantly determine the serviceability of the overall product.

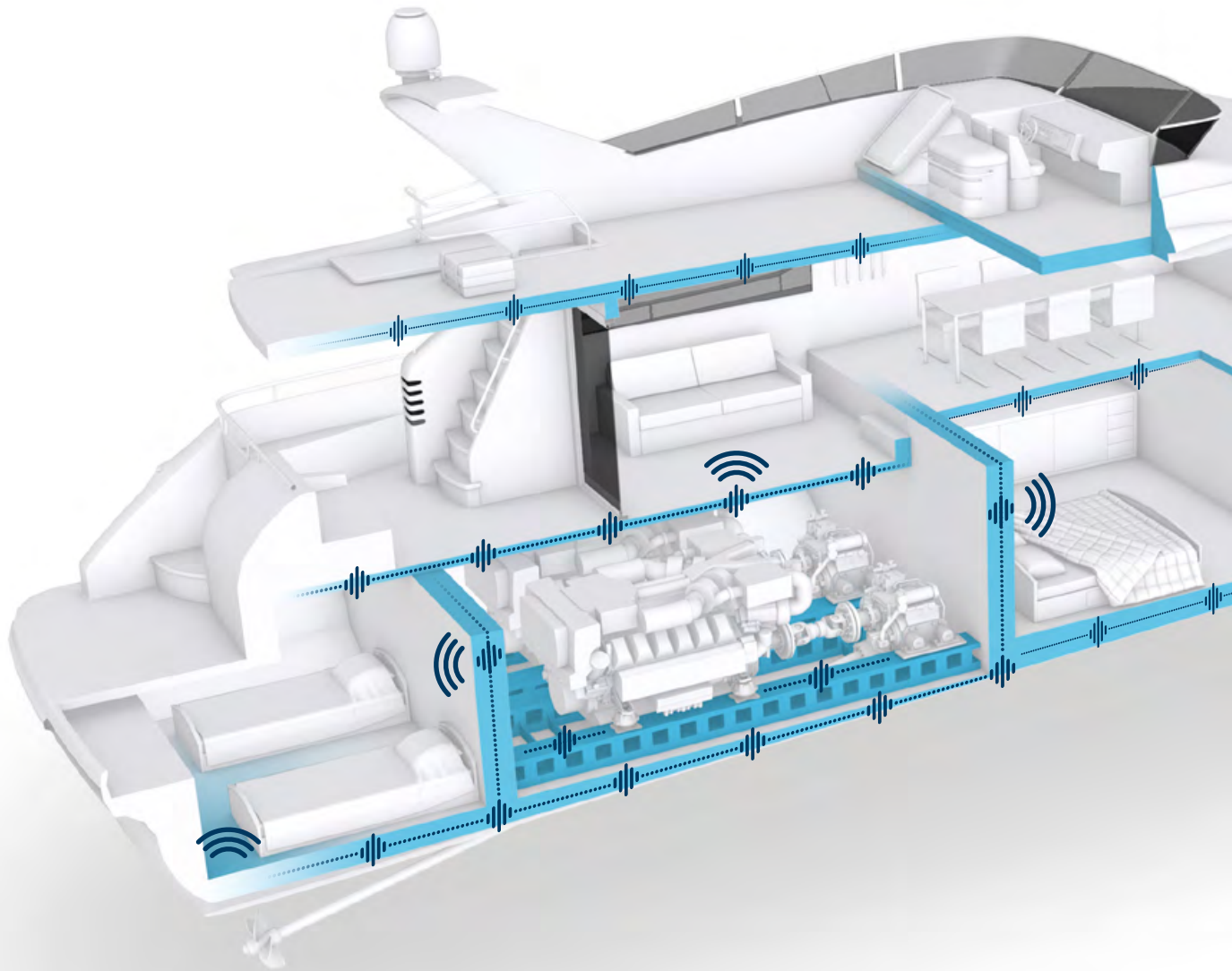
Hauptgeräuschquellen

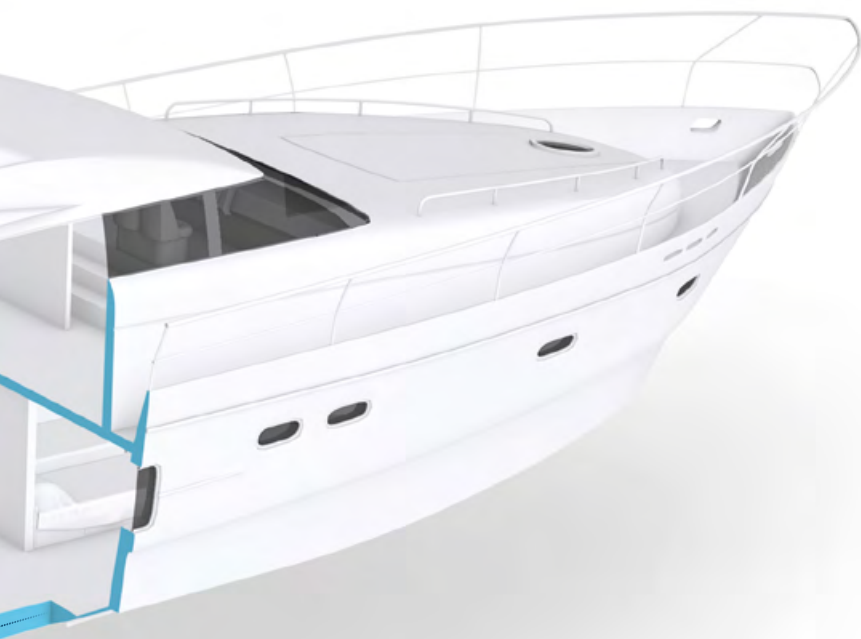
Die vibro-akustische Situation an Bord eines Schiffes ist das Ergebnis einer kombinierten Überlagerung aus Vibrationen, direktem und indirektem Luftschall. Die wesentlichen Geräuschquellen auf Schiffen sind die Hauptmaschinen inklusive der Hilfsaggregate, Getriebe und Schiffsschrauben.

Die Verbesserungen der vibro-akustischen Eigenschaften stellen für den Schiffbau ein großes Potenzial dar, zumal die diese Eigenschaften den Gebrauchswert des Gesamtproduktes wesentlich mitbestimmen.

VIBRATIONS AND ACOUSTICS

INTRODUCTION EINFÜHRUNG





Airborne noise
Luftschaall



Structure-borne noise
Körperschaall

Influencing the transmission of sound

The structure-borne sound that is produced in the engine room is responsible for a significant portion of the noise development onboard. A reduction of this proportion significantly reduces the air-borne sound in the environment. The product portfolio from VULKAN offers a vast number of options for influencing the transmission of sound in the drive-train, i.e. along the transmission paths.

With these products the most effective and customized approach for minimizing the vibration and noise levels for the particular type of ship is always possible to achieve – with the key being through a reduction of the excitation of the ship structure in the engine room.

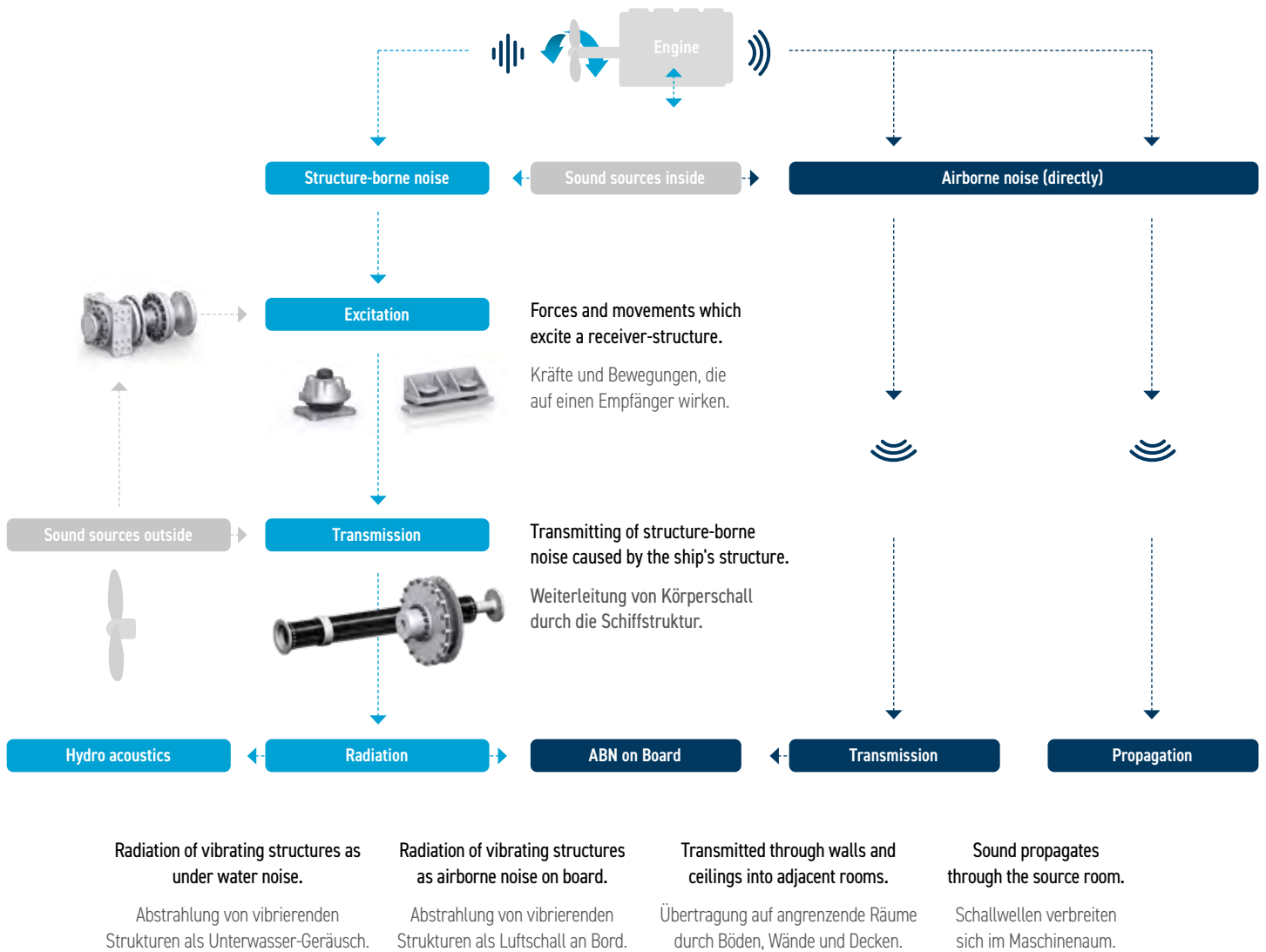
Beeinflussung der Schallübertragung

Der im Maschinenraum entstehende Körperschaall bildet bei der Geräuschentwicklung an Bord einen besonders relevanten Anteil ab. Eine Reduzierung dieses Anteils vermindert den beim Empfänger ankommenden Luftschaall maßgeblich. Das Produktportfolio von VULKAN umfasst zahlreiche Optionen zur Beeinflussung der Schallübertragung im Antriebsstrang bzw. entlang der Übertragungswege.

Mit den Produkten soll stets der für den jeweiligen Schiffstyp effektivste Ansatz zur Minimierung der Vibrations- und Geräuschpegel erreicht werden – durch eine Reduktion der Anregung des Schiffskörpers im Maschinenraum.

VIBRATIONS AND ACOUSTICS

INTRODUCTION EINFÜHRUNG

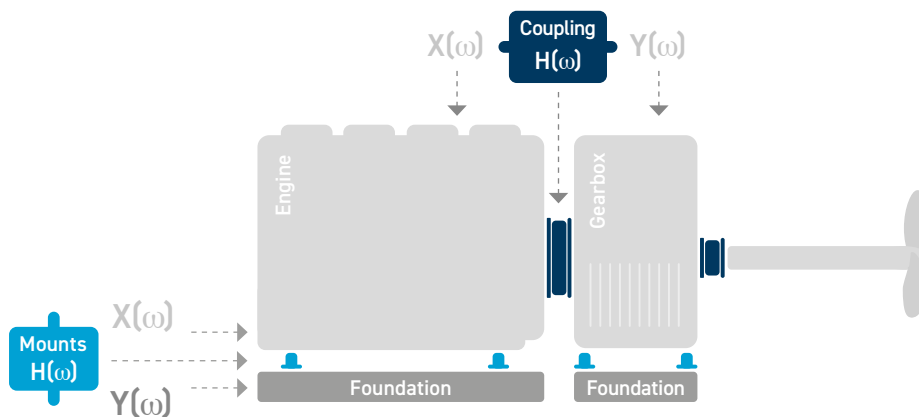


Noise Reaction Chain

The path of structure-borne sound is comprised of excitation, the transmission of the excitation sound and the sound radiation through vibrating structures. Sound radiation can occur as airborne sound or underwater sound. The ship's propellers represent external noise sources and feedback on the drive-trains – they also excite the ship's hull above them. In the airborne sound half of the diagram the radiated sound can be transmitted into the adjacent rooms through walls and ceilings. The better the airborne sound insulation, the less sound will be transmitted. Unlike structure-borne noise, airborne noise usually has a localized effect around the source.

Schallwirkungskette

Der Körperschallpfad setzt sich aus der Anregung, der Übertragung des Erregerschalls und der Schallabstrahlung durch schwingende Oberflächen zusammen. Die Schallabstrahlung kann als Luft- oder Unterwasserschall erfolgen. Die Schiffspropeller stellen eine externe Schallquelle dar und wirken auf die Antriebsstränge zurück – sie können den darüber liegenden Schiffskörper in der Folge anregen. In der Diagrammhälfte für den Luftschall kann der abgestrahlte Schall durch Wände und Decken in die benachbarten Räume übertragen werden. Je besser die Luftschalldämmung, desto weniger Schall wird übertragen. Anders als Körperschall hat Luftschall meist eine lokale Wirkung rund um die Quelle.



Sound transfer functions

The most important characteristic values in this regard are the sound transfer functions. With these characteristic values the interaction of highly flexible couplings and engine mounts, as well as gearbox mounts, is optimally tuned also relative to each of the sound sources. This interaction is necessary in order to comply with the acoustic limits that are induced through vibrations, and to meet the high level of expectations for comfort.

Übertragungsfunktionen

Die wichtigsten auditiven Kenngrößen sind in diesem Zusammenhang die akustischen Übertragungsfunktionen. Anhand derer wird das Zusammenspiel aus hochflexiblen Kupplungen und Motor- sowie Getriebelagerungen bestmöglich aufeinander abgestimmt – auch in Bezug auf die jeweiligen Schaltquellen. Diese Interaktion ist notwendig, um den Maximalanforderungen der durch Vibrationen hervorgerufenen akustischen Grenzwerte gerecht zu werden und die hohen Komforterwartungen erfüllen zu können.

“Best fit” approach „Best-Fit“-Ansatz

As part of a holistic approach all components and systems must work together in harmony. A promising design from the acoustic perspective cannot be realized if other target values cannot also be reached. At this point in time, many drive couplings are selected on the basis of engine power, torque output and rotational speed. In addition, for highly-flexible couplings torsional vibration limits are required to be met which lead to selecting the optimal dynamic torsional stiffness and power loss requirements for the coupling. These days, for demanding applications, many customers also expect a “best-fit” selection of products to determine the maximum performance and the best-possible price-to-performance ratio of a drivetrain.

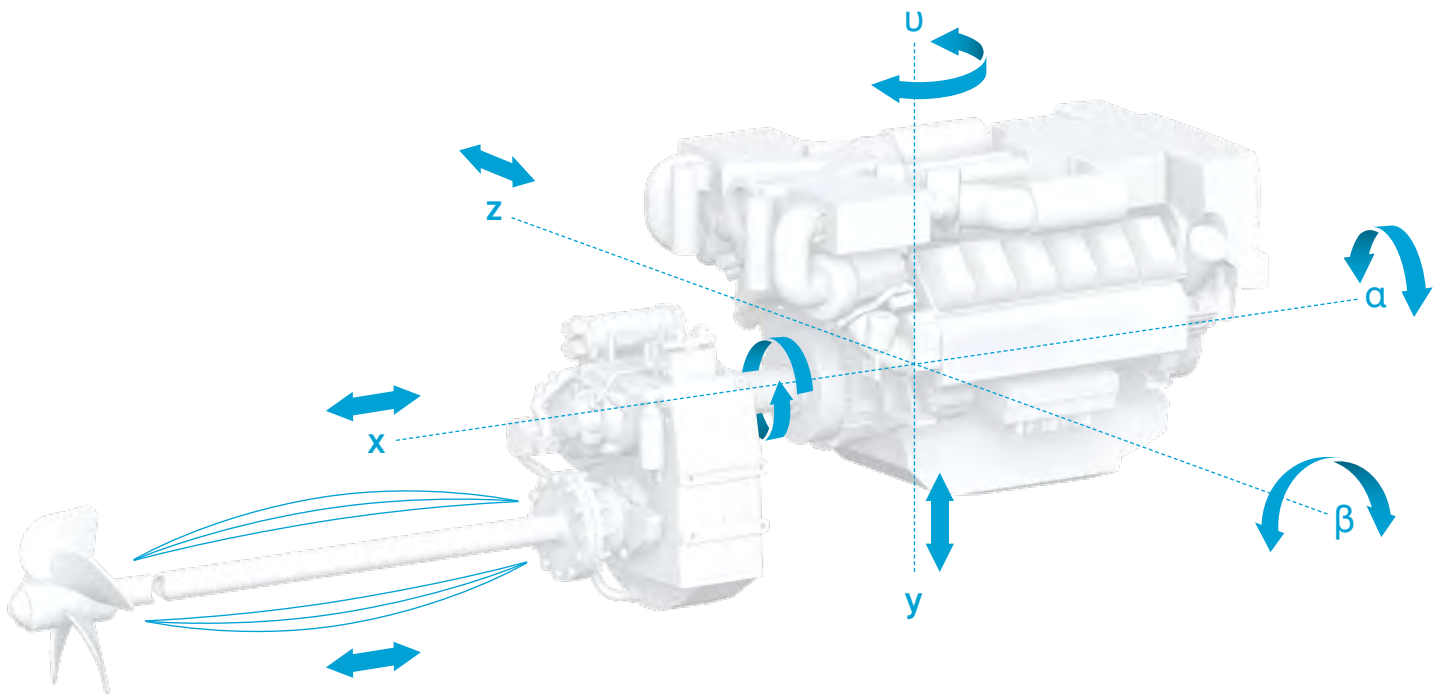
Optimal solutions from torsional vibration point of view sometimes require completely different properties from products than the optimal solution from the force transmission view. This is where the VULKAN “best-fit” approach starts to coordinate the products in order to achieve the best results for vibration, acoustics and power transmission.

Im Rahmen eines ganzheitlichen Ansatzes gilt es, unterschiedliche Auslegungsparameter zusammenzuführen. Ein aus akustischer Sicht vielversprechender Entwurf ist nicht umsetzbar, wenn andere Zielvorgaben nicht erreicht werden können. Gegenwärtig werden viele Antriebskupplungen auf Basis der Motorleistung – Drehmoment und Drehzahl – ausgewählt. Zusätzlich können für hochflexible Kupplungen stationäre Torsionsschwingungsberechnungen erforderlich sein, um die dynamische Torsionssteifigkeit und die Verlustleistung bestimmen zu können. Heutzutage erwarten viele Kunden bei anspruchsvollen Anwendungen zudem eine „Best-Fit“-Auswahl von Produkten, um die maximale Leistungsfähigkeit und das bestmögliche Preis-Leistungs-Verhältnis eines Antriebsstrangs zu ermitteln.

Teilweise erfordern optimale Lösungen aus schwingungstechnischer Sicht gänzlich andere Eigenschaften von den Produkten als die optimale Lösung aus Sicht der Kraftübertragung. Hier setzt nun der „Best-Fit“ Ansatz von VULKAN an. Die Abstimmung der Produkte ist so vorzunehmen, dass für Vibrationen, Akustik und Kraftübertragung die optimalsten Ergebnisse erzielt werden.

VIBRATIONS AND ACOUSTICS

INTRODUCTION EINFÜHRUNG



Movements and displacements in drivetrains

Many forces and alternating torques have their origin in the different components of the drivetrain. Therefore, the important thing is to consider the interaction of all elements in the complete system. Thus we use the holistic approach. The acceptable resonant frequency values of the complete system must be determined through torsional vibration analyses, as well as 6-DoF and 12-DoF calculations.

At VULKAN, every decision regarding the selection of a coupling starts with a comprehensive analysis of the torsional vibration properties of the ship's drivetrain from the ship's engine to the ship's propeller. The experts in the TVC (Torsional Vibration Calculation) Department calculate the steady-state and transient operating conditions, and in this process particularly take into account the special properties relative to stiffness and damping of the elastomers used.

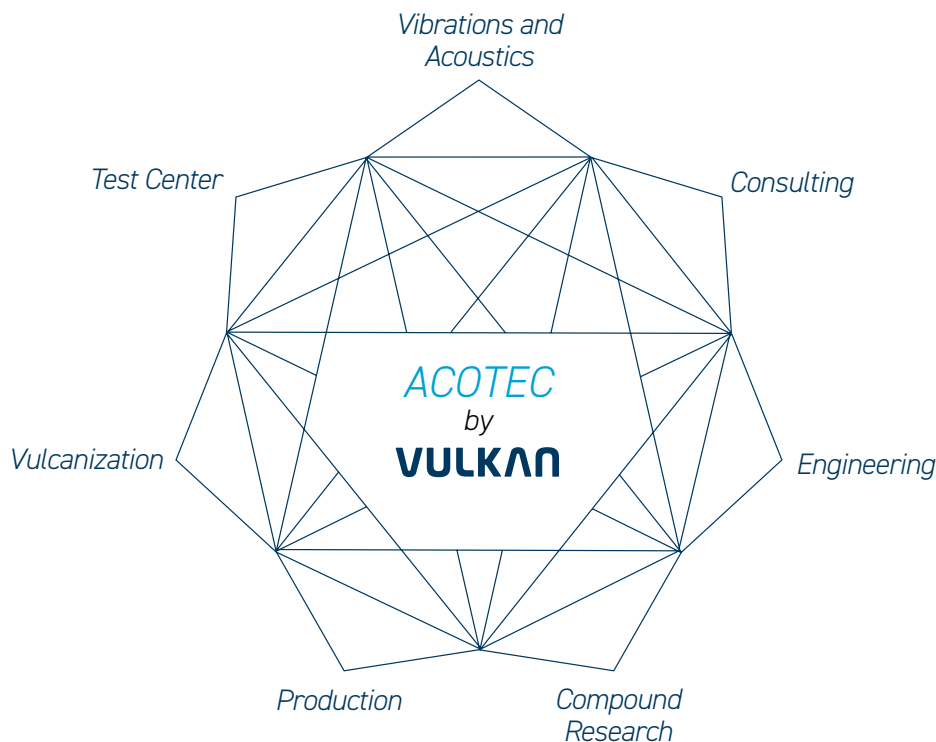
A rigid body has six degrees of freedom in space; it can move in three different directions and rotate in three different planes. These six degrees of freedom can be presented as translations along the x, y, and z-axis or as rotations around these axes (pitch, roll, yaw). Each degree of freedom has its own natural frequency which can be influenced through the hardness of the elastomers used.

Bewegungen und Verlagerungen in Antriebssträngen

Zahlreiche Kräfte und Wechseldrehmomente haben in den verschiedenen Komponenten des Antriebsstrangs ihren Ursprung. Daher gilt es, das Zusammenspiel aller Elemente in seiner Gesamtheit zu betrachten. Die geeigneten Positionen für die Eigenfrequenzen des vollständigen Systems müssen durch Drehschwingungsanalysen sowie 6-DoF- und 12-DoF-Berechnungen sichergestellt werden.

Bei VULKAN geht jede Entscheidung bezüglich der Auswahl einer Kupplung von einer umfassenden Analyse der Drehschwingungseigenschaften des Schiffsantriebsstrangs vom Schiffsmotor bis hin zum Propeller aus. Die Fachleute in der TVC-Abteilung (Torsional Vibration Calculation) berechnen die stationären und instationären Betriebsbedingungen und berücksichtigen dabei insbesondere die besonderen Eigenschaften hinsichtlich Steifigkeit und Dämpfung der verwendeten Elastomere.

Ein starrer Körper verfügt über sechs Freiheitsgrade im Raum; er kann sich in drei verschiedene Richtungen bewegen und in drei verschiedenen Ebenen rotieren. Diese sechs Freiheitsgrade lassen sich als Translationen entlang der x-, y- und z-Achse bzw. als Rotationen um diese Achsen darstellen (pitch, roll, yaw). Jeder Freiheitsgrad hat seine eigene Frequenz, die durch die Härte der Elastomere beeinflusst werden kann.



ACOTEC technology

With the innovative product series ACOTEC from VULKAN, all relevant aspects are brought together for the best possible tuning of the vibrations and acoustics. The analytical tools used for the selections include torsional vibration analyses, 6-DoF and 12-DoF calculations, shock calculations, as well as consideration of the structure-borne sound insulation.

The objective of this new technology is the long-term increase in the customer benefit. In order to permanently achieve these requirements, all relevant factors are carefully considered and analyzed.

- ⊕ System type
- ⊕ Torsional vibration behavior
- ⊕ Requirements of the classification societies
- ⊕ Development of the elastomers
- ⊕ Bonding technology
- ⊕ Vulcanization process
- ⊕ Metal machining process
- ⊕ Simulation and test methods

Due to this unique combination of theoretical and practical competence combined with our modern production, test and measuring equipment we have the capability of significantly increasing the performance limits of highly elastic couplings and substantially increasing the service life of the product.

ACOTEC Technologie

Mit der innovativen Produktserie ACOTEC von VULKAN werden alle relevanten Aspekte zur bestmöglichen Abstimmung der „Vibrations and Acoustics“ gebündelt. Zu den Leistungsinhalten gehören Drehschwingungsanalysen, 6-DoF- und 12-DoF-Berechnungen, Schockberechnungen sowie die separate Betrachtung der Körperschallisolierung.

Ziel der neuartigen Technologie ist die langfristige Steigerung des Kundennutzens. Um dieses Vorhaben dauerhaft erreichen zu können, werden sämtliche Einflussgrößen berücksichtigt und analysiert:

- ⊕ Anlagentypologie
- ⊕ Drehschwingungsverhalten
- ⊕ Anforderungen der Klassifikationsgesellschaften
- ⊕ Entwicklung der Elastomere
- ⊕ Bonding-Technologie
- ⊕ Vulkanisationsprozess
- ⊕ Metallbearbeitungsprozess
- ⊕ Simulations- und Prüfverfahren

Aufgrund dieser einzigartigen Kombination aus theoretischer und praktischer Kompetenz sowie unserer technischen Ausstattung sind wir in der Lage, die Leistungsgrenzen hochelastischer Kupplungen signifikant zu steigern und die Produktlebensdauer nachhaltig zu erhöhen.

VIBRATIONS AND ACOUSTICS

PRODUCT OVERVIEW PRODUKTÜBERSICHT

TVC



Selection of the optimal torsional dynamic stiffness on the basis of available calculation tools for the steady-state torsional vibration or a simulation in the time domain. Local support during product selection through our global torsional vibration teams.

Auswahl der optimalen dynamischen Drehfedersteifigkeit auf Basis der zur Verfügung stehenden Berechnungstools für den eingeschwungenen Zustand oder einer Simulation im Zeitbereich. Lokale Unterstützung bei der Produktauswahl durch unsere weltweiten Drehschwingungsteams.

6-DoF, 12-DoF and shock



Optimal selection and configuration of elastic mounts for engine and gearbox via 6-DoF-, 12-DoF- and shock calculations to achieve damping or insulation of the system.

Optimale Auswahl und Auslegung elastischer Lager für Motor und Getriebe mittels 6-DoF-, 12-DoF- und Schockberechnungen um Dämpfung oder Isolation des Systems zu erreichen.

Vibro-Acoustics



The competent consulting for product selection and the ongoing further development are the main objectives in the area of acoustics, to ensure that we will continue to minimize transmission of noise and vibrations in the best manner possible.

Die kompetente Beratung bei der Produktauswahl und die permanente Produktweiterentwicklung sind Hauptziele im Bereich der Akustik, um die Schall- und Schwingungsübertragung weiterhin bestmöglich minimieren zu können.

PROPFLEX T



The PROPFLX is a propeller shaft coupling for highest comfort requirements. The PROPFLX T with integrated thrust bearing completes the VULKAN system competence for an acoustically optimized propulsion.

Die PROPFLX ist eine Propellerwellenkupplung für höchste Komfortansprüche. In der Ausführung PROPFLX T mit integriertem Schublager ergänzt sie die VULKAN Systemkompetenz um eine akustisch optimierte Lösung.

Nominal Torque
Nenn Drehmoment 2.80 kNm – 53.20 kNm

Valid Thrust
Zulässige Schubkraft 140.00 kN – 280.00 kN

CV 2000 SERIES



The CV 2000 SERIES is used for light/medium heavy machines and equipment, electric motors, combustion engines, pipelines, equipment cabinets and automotive applications and gearbox suspensions.

Die CV 2000 SERIE wird benutzt für leichte/mittelschwere Maschinen samt Equipment, Elektromotoren, Verbrennungsmotoren, Pipelines, Schaltschränke, Kfz-Anwendungen und Getriebelagerungen.

Load Range
Lastbereich 7.00 kN – 27.00 kN

AVR SERIES



Thrust-absorbing resilient mount able to isolate high frequencies of the gearbox, designed in different configurations to suit close-coupled and remote applications, with custom connecting plates to match every gearbox's housing.

Schubabsorbierende elastische Lager sind in der Lage, hohe Frequenzen des Getriebes zu isolieren, konstruiert in verschiedenen Konfigurationen für angeflanschte und freistehende Anwendungen, mit kundenspezifischen Anschlussplatten für jedes Getriebegehäuse.

Load Range
Lastbereich 19.00 kN – 70.00 kN

RATO S



The highly flexible RATO S coupling is a torsionally flexible rubber coupling that compensates high radial, axial and angular shaft displacements of the connected machinery.

Die hochelastische Kupplung RATO S ist eine drehelastische Gummikupplung, die hohe radiale, axiale und winklige Verlagerungen der angeschlossenen Maschinen ausgleicht.

Nominal Torque 12.50 kNm – 800.00 kNm
Nenn Drehmoment

VULKARDAN F



The VULKARDAN F is the successor of the VULKARDAN E for freestanding applications. The VULKARDAN F is a compact design coupling especially for flexible mounted engines.

Die VULKARDAN F ist der Nachfolger der VULKARDAN E für freistehende Anwendungen. Die VULKARDAN F ist eine Kupplung in kompakter Bauweise, welche speziell für flexibel gelagerte Motoren geeignet ist.

Nominal Torque 8.20 kNm – 16.25 kNm
Nenn Drehmoment

ISS with VULASTIK L



In addition to the cardan shaft series coupling programme VULKAN has developed a bellhousing with an integral bearing. The integrated highly flexible VULASTIK L optimizes the torsional vibration characteristics of the system.

Zusätzlich zu den Kupplungen aus der Gelenkwellenreihe hat VULKAN ein Flanschgehäuse mit integrierter Lagerung entwickelt. Die innen sitzende hochelastische VULASTIK L stimmt das Drehschwingungsverhalten der Anlage optimal ab.

Nominal Torque 3.25 kNm – 26.00 kNm
Nenn Drehmoment

T SERIES

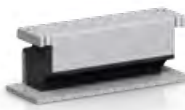


Conical resilient mount for optimal structural borne noise isolation and stability of the suspended machinery. Particularly indicated for main propulsion engines and auxiliary equipment.

Konische elastische Lagerungen für Körperschallisolierung und Stabilität der abgefederten Maschinen. Besonders geeignet für Hauptantriebe und Hilfsgeräte.

Load Range 4.00 kN – 131.00 kN
Lastbereich

CM SERIES



CM series developed for propulsion installation with high power density demanding high noise and vibration isolation. Various position combinations allow both stabile as well as soft suspensions to suit the applications.

Die CM Serie wurde konzipiert für Antriebsanlagen mit hoher Leistungsdichte, die hohe Schall- und Schwingungsisolierung erfordern. Verschiedene Positionskombinationen ermöglichen die Anpassung von sowohl stabilen als auch weichen Lagerungen, passend zur Anwendung.

Load Range 8.00 kN – 15.00 kN
Lastbereich

1ST CASE

PROPULSION LINE ARRANGEMENTS: CLASS FREE-STANDING ANORDNUNG VON ANTRIEBSSTRÄNGEN: KLASSE FREISTEHEND

Engine and gearbox are mounted rigidly on their foundations

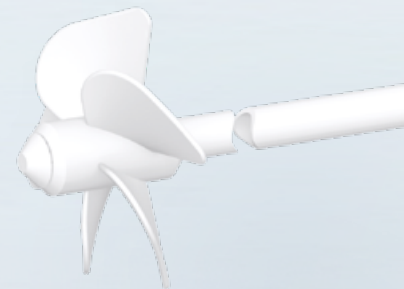
In this installation, the acoustic insulation of the highly flexible coupling is reduced because of the direct noise transmission path from the engine to the ship structure through the engine foundation. This propulsion setup as shown results in high vibration and noise levels.

Note that the highly flexible coupling has a significant influence on the torsional vibration behavior and is therefore the starting point for any acoustic optimization of the propulsion system.

Schiffsmotor und Getriebe sitzen starr auf ihren Fundamenten

In dieser Konstellation ist die Schalldämmung der hochflexiblen Kupplung reduziert, weil durch das Fundament ein direkter Übertragungspfad für den Schall von der Maschine zum Schiffskörper existiert. Wie die nachfolgende Abbildung zeigt, bringt eine solche Antriebskonstellation hohe Schwingungs- und Geräuschpegel mit sich.

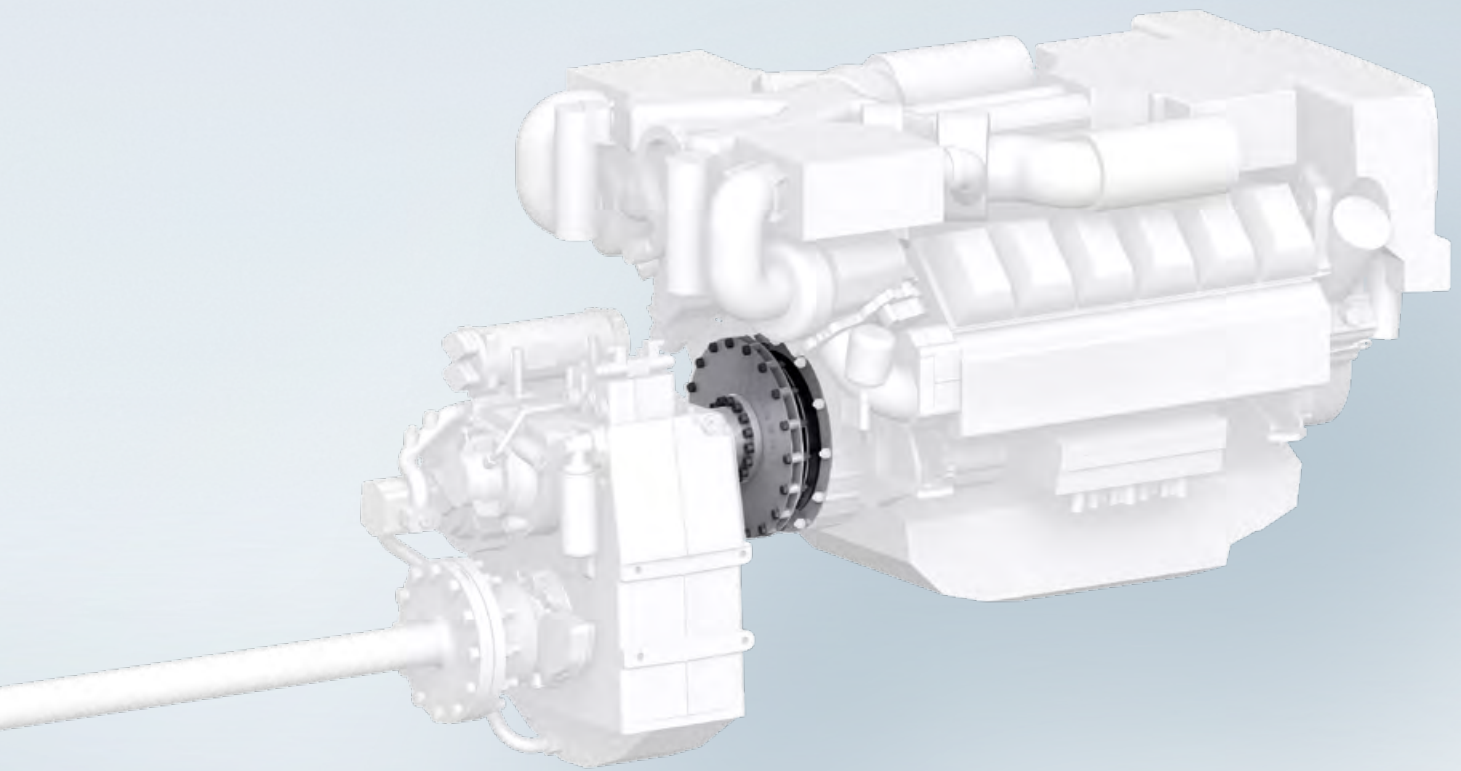
Wichtig ist an dieser Stelle, dass die hochflexible Kupplung erheblichen Einfluss auf das Drehschwingungsverhalten hat und daher der Ausgangspunkt für jede akustische Optimierung des Antriebssystems ist.



VULKARDAN F

NOMINAL TORQUE
8.20 kNm – 16.25 kNm





Isolation

Excellent
Ausgezeichnet

Good
Gut

Improved
Verbessert

Low
Gering



2ND CASE

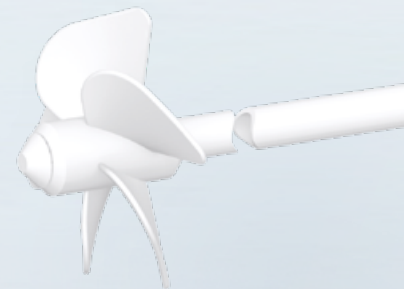
PROPULSION LINE ARRANGEMENTS: CLASS FREE-STANDING ANORDNUNG VON ANTRIEBSSTRÄNGEN: KLASSE FREISTEHEND

Ship engine elastically mounted, gearbox rigidly mounted

The diesel engine is isolated from the structure through use of the elastic mounts and the highly-flexible coupling. This configuration is particularly suited for acoustic insulation of low engine orders and extremely high turbocharger frequencies. Depending on the vibration intensity of the engine surface, input mobility and foundation stiffness, the structure-borne sound can be reduced 25 to 35 dB.

Schiffsmotor elastisch gelagert, Getriebe starr montiert

Der Dieselmotor ist durch die elastische Lagerung und die hochflexible Kupplung vom Schiffskörper isoliert. Diese Konfiguration eignet sich besonders für die akustische Dämmung niedriger Motorordnungen und sehr hoher Turbolader-Frequenzen. Je nach Vibrationsstärke der Motoroberfläche, Eingangsmobilität und Fundamentsteifigkeit kann der Körperschall am Motorfundament um bis zu 25 bis 35 dB reduziert werden.



T SERIES

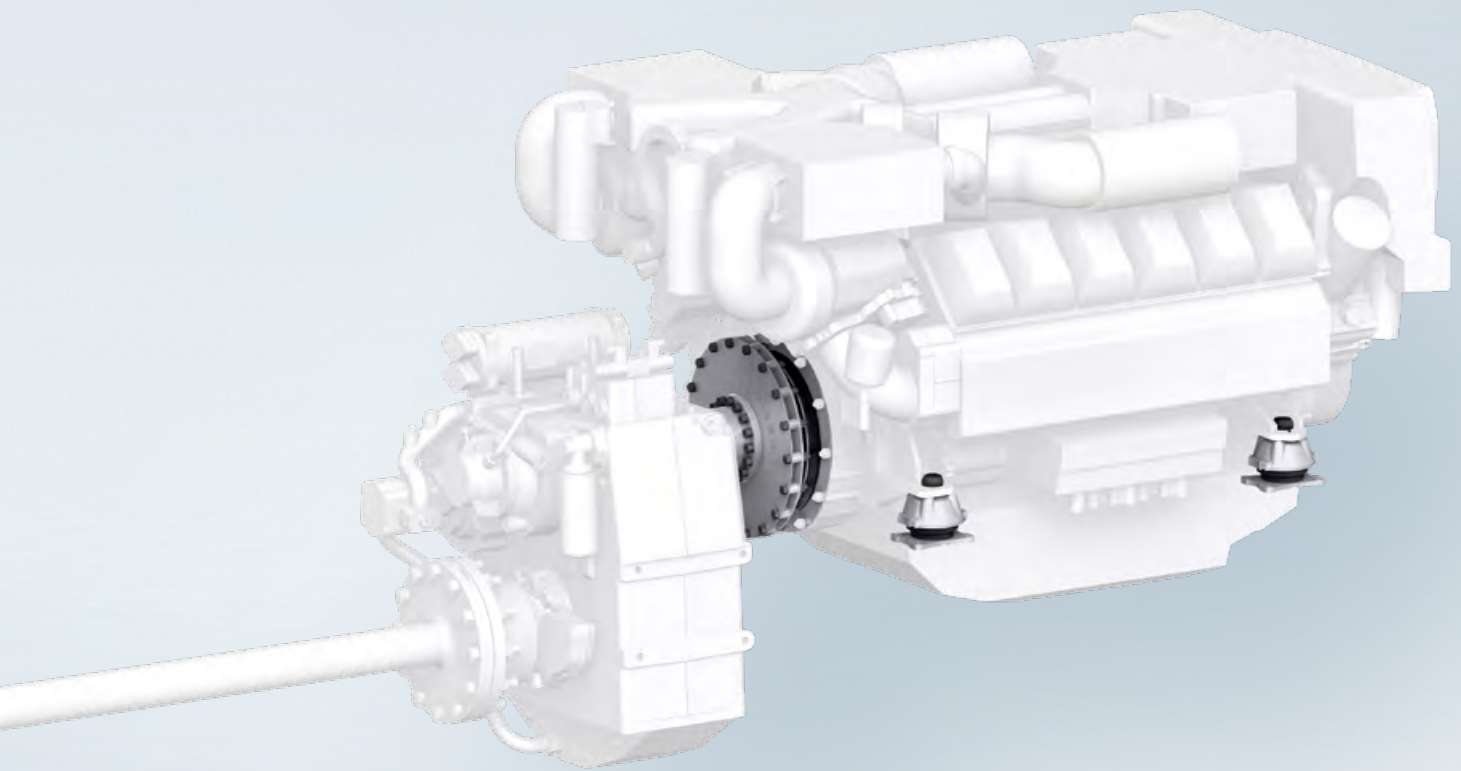
LOAD RANGE
4.00 kN – 131.00 kN



VULKARDAN F

NOMINAL TORQUE
8.20 kNm – 16.25 kNm





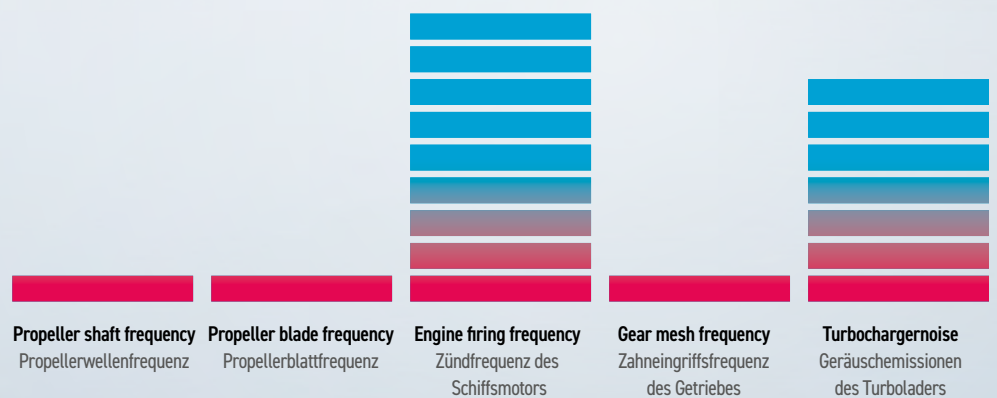
Isolation

Excellent
Ausgezeichnet

Good
Gut

Improved
Verbessert

Low
Gering



3RD CASE

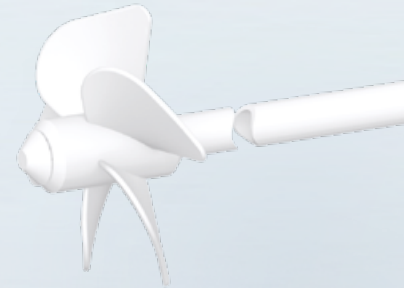
PROPULSION LINE ARRANGEMENTS: CLASS FREE-STANDING ANORDNUNG VON ANTRIEBSSTRÄNGEN: KLASSE FREISTEHEND

Engine with elastic suspension and gearbox with semi-elastic mounts

By adding semi-elastic gearbox mounts, structure-borne noise insulation of up to 15 – 20 dB can be achieved on the gearbox foundation for the high-mid frequency range. The gear mesh frequency is located in this range under normal operating conditions.

Schiffsmotor elastisch, Getriebe Semi-elastisch gelagert

Durch die semi-elastische Lagerung des Getriebes kann eine Dämmung des Körperschalls im Mittel- bzw. Hochfrequenzbereich am Getriebefundament um bis zu 15 bis 20 dB erreicht werden. Unter normalen Betriebsbedingungen liegt die Zahneingriffsfrequenz des Getriebes in diesem Frequenzbereich.



AVR SERIES

LOAD RANGE
19.00 kN – 70.00 kN



T SERIES

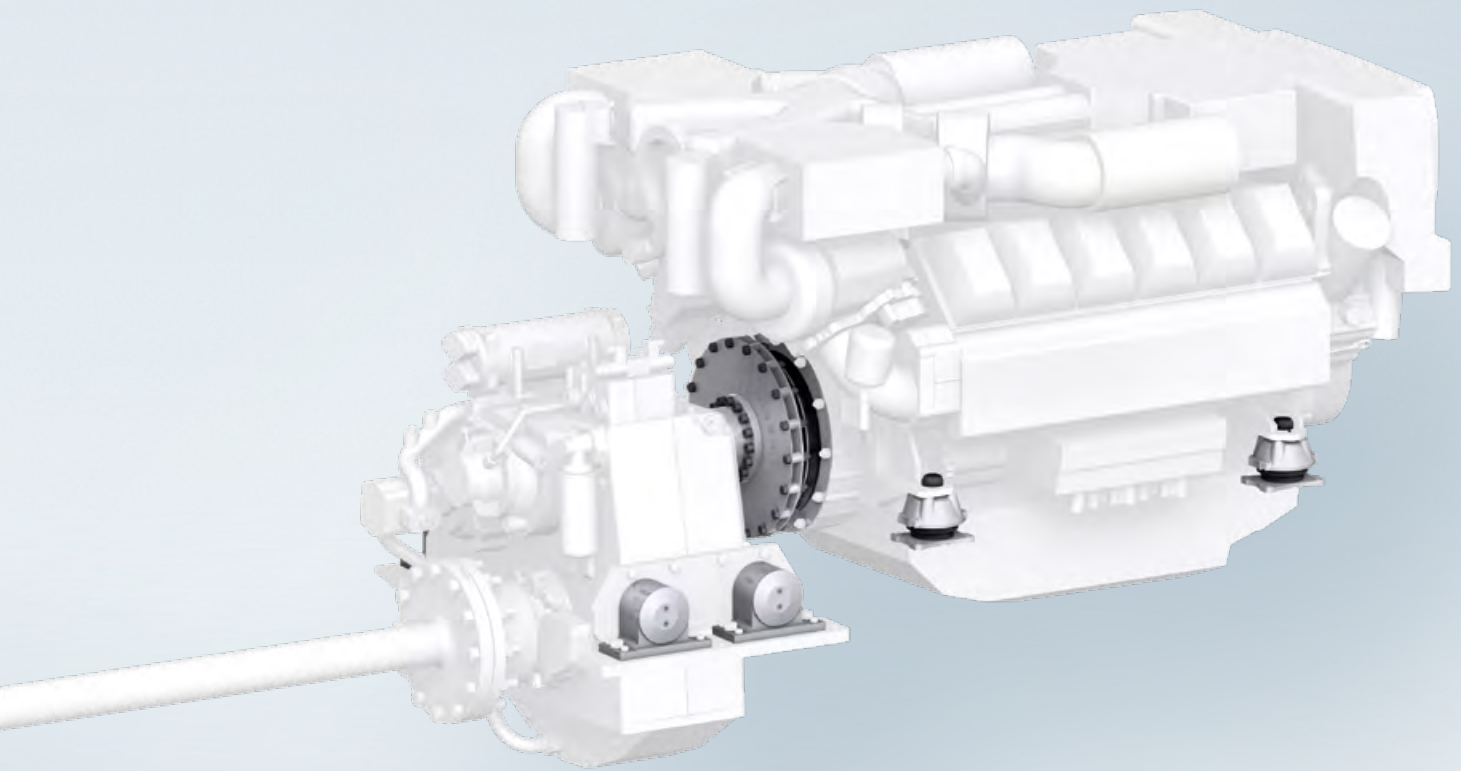
LOAD RANGE
4.00 kN – 131.00 kN



VULKARDAN F

NOMINAL TORQUE
8.20 kNm – 16.25 kNm





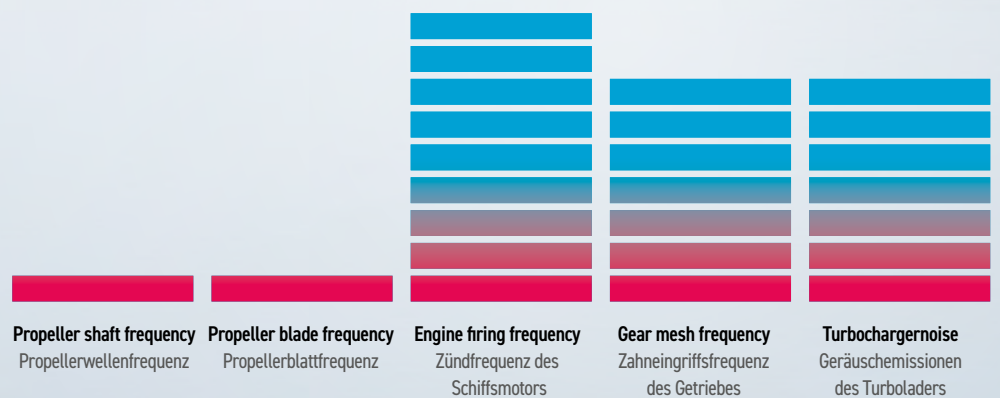
Isolation

Excellent
Ausgezeichnet

Good
Gut

Improved
Verbessert

Low
Gering



4TH CASE

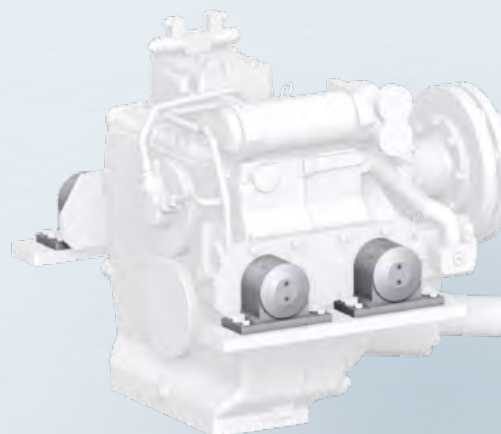
PROPULSION LINE ARRANGEMENTS: CLASS FREE-STANDING ANORDNUNG VON ANTRIEBSSTRÄNGEN: KLASSE FREISTEHEND

Engine and gearbox elastically mounted in a V-drive arrangement

With the V-drive arrangement cardan shafts are used to compensate for the angular displacement that occurs between engine and gear. The VULASTIK-L coupling with the integral shaft support is ideal for protecting the engine. This combination is used wherever a space-saving arrangement is required. Supported through the T-series engine mounts and the AVR gearbox mounts, this arrangement differs from case 3 due to the acoustic properties of the couplings, and, on the other hand, through a greater influence of the gearbox on the noise situation.

Motor und Getriebe elastisch gelagert als V-Drive Anordnung

Bei der V-Drive-Anordnung von Antriebseinheiten kompensieren Kardanwellen die auftretende winkelige Verlagerung. Zum Schutz des Motors eignet sich die Produktserie vom Typ VULASTIK L mit integriertem Anflanschlagelager. Diese Kombination wird speziell dort eingesetzt, wo eine platzsparende Anordnung erforderlich ist. Unterstützt durch die T-Mounts-Motorlagerung und die AVR-Getriebe Lagerung unterscheidet sich diese Anordnung gegenüber dem 3. Fall zum einen durch die akustischen Eigenschaften der Kupplungen, zum anderen durch den größeren Einfluss des Getriebes auf die Geräuschsituation.



AVR SERIES

LOAD RANGE
19.00 kN – 70.00 kN



T SERIES

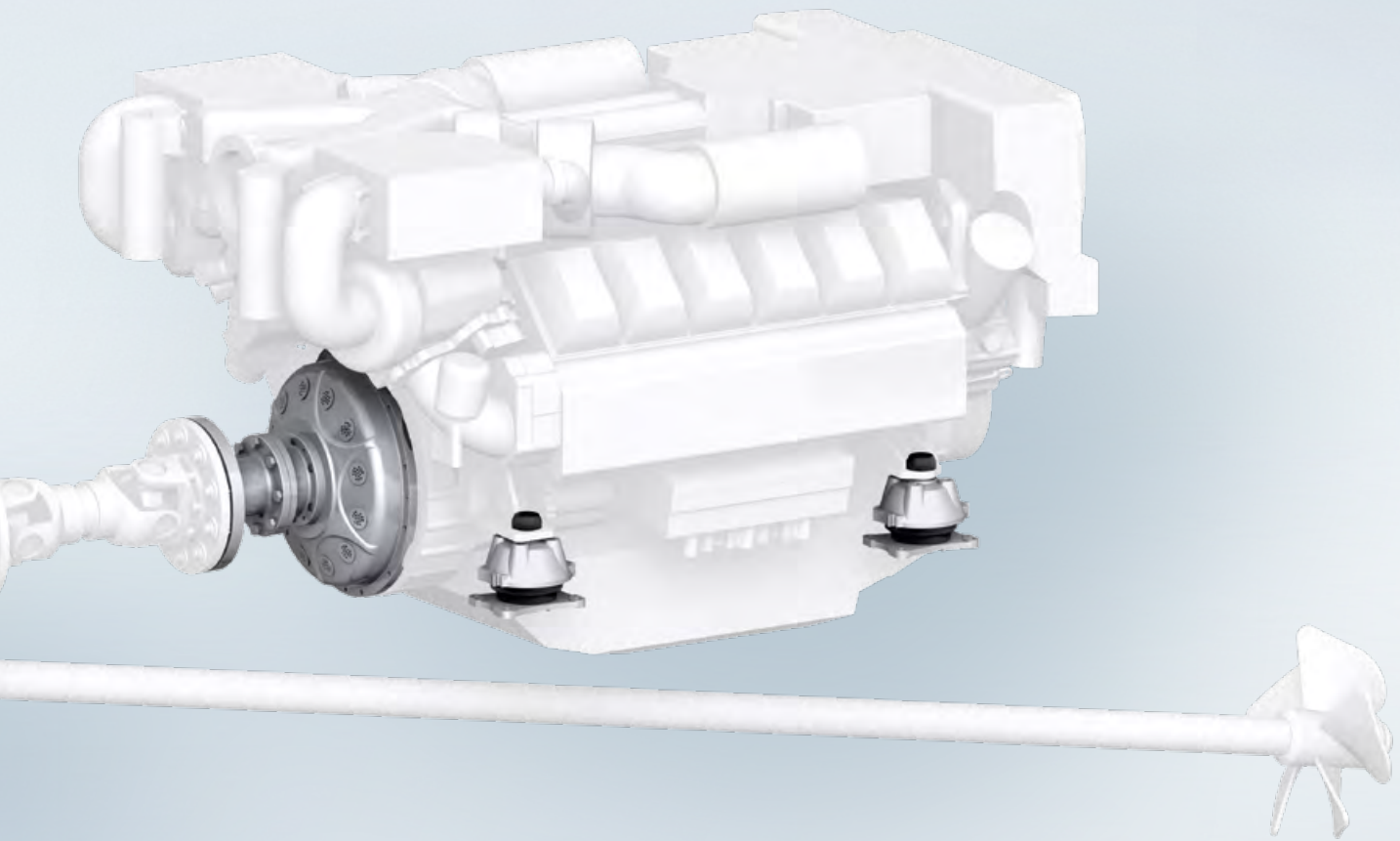
LOAD RANGE
4.00 kN – 131.00 kN



ISS with VULASTIK L

NOMINAL TORQUE
3.25 kNm – 26.00 kNm





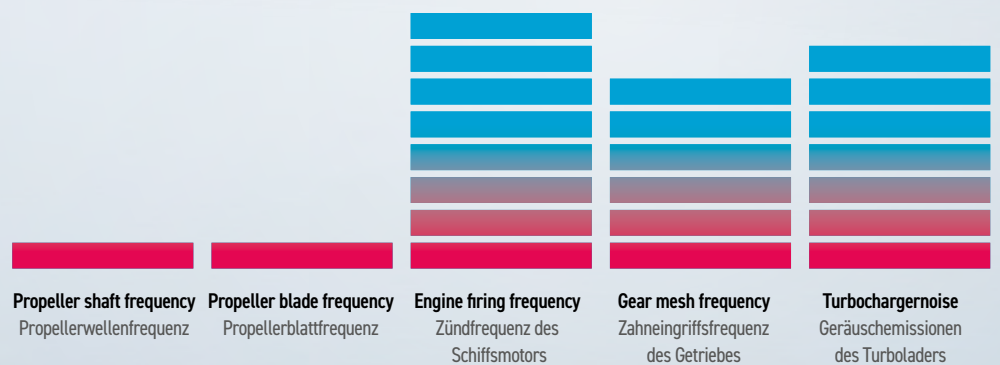
Isolation

Excellent
Ausgezeichnet

Good
Gut

Improved
Verbessert

Low
Gering



5TH CASE

PROPULSION LINE ARRANGEMENTS: CLASS FREE-STANDING ANORDNUNG VON ANTRIEBSSTRÄNGEN: KLASSE FREISTEHEND

Engine with elastic suspension and elastic gearbox mounting + Propflex T including thrust bearing

Excellent structure-borne noise insulation is achieved through elastic suspension for engine and elastic gearbox mounting. The complete propulsion set is additionally isolated from the propeller shaft line by the PROPFLEX T coupling / thrust bearing installation. This allows the use of very soft CV 2000 mounts.

With the mounts of the type CV 2000 the residual vibratory torque, that is transmitted to the brackets via the highly-flexible coupling and the transmission input, is isolated. The reduction of structure-borne noise at the gearbox foundation depends on source and receiver properties. Overall 25 dB, at gear teeth frequencies up to 50 dB structure-borne noise insulation was measured at the gearbox foundation during sea-trials.

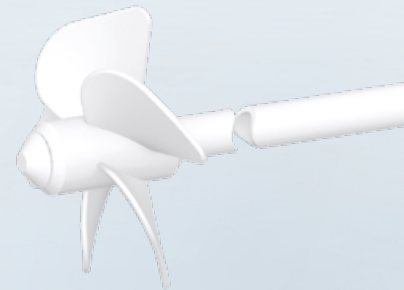
Through the VULKARDAN F, which is available in four different qualities of rubber, the torsional vibration behavior of the system can be optimally tuned. In addition, a modular tuning mass is also available which can be attached after the installation of the coupling to achieve the highest comfort requirements.

Motor und Getriebe elastisch gelagert + Propflex T Kupplung mit Drucklager

Die elastische Lagerung von Motor und Getriebe ermöglicht eine hervorragende Körperschalldämmung. Darüber hinaus wird der komplette Antriebsstrang durch die Installation aus der Kupplung PROPFLEX T und dem entsprechenden Drucklager von der Propellerwelle isoliert. Dies ermöglicht den Einsatz sehr weicher Lager.

Mit den Lagern vom Typ CV 2000 lassen sich die restlichen Wechseldrehmomente, die über die hochflexible Kupplung und den Getriebeeingang an die Lagerkonsole weitergeleitet werden, isolieren. Die Dämmung des Körperschalls am Getriebefundament hängt von den Eigenschaften der Quelle und des Empfängers ab. Bei Versuchen auf See wurde eine durchschnittliche Körperschalldämmung von 25 dB gemessen, bei den Zahnengriffsfrequenzen Höchstwerte von bis zu 50 dB.

Durch die VULKARDAN F, die in vier verschiedenen Gummiteifigkeiten erhältlich ist, lässt sich das Drehschwingungsverhalten der Anlage optimal abstimmen. Optional ist eine Schwungmasse verfügbar, welche noch im eingebauten Zustand für höchste Komfortansprüche ergänzt werden kann.



PROPFLEX T

NOMINAL TORQUE
2.80 kNm – 53.20 kNm



CV2000 SERIES

LOAD CAPACITY
7.00 kN – 25.00 kN



T SERIES

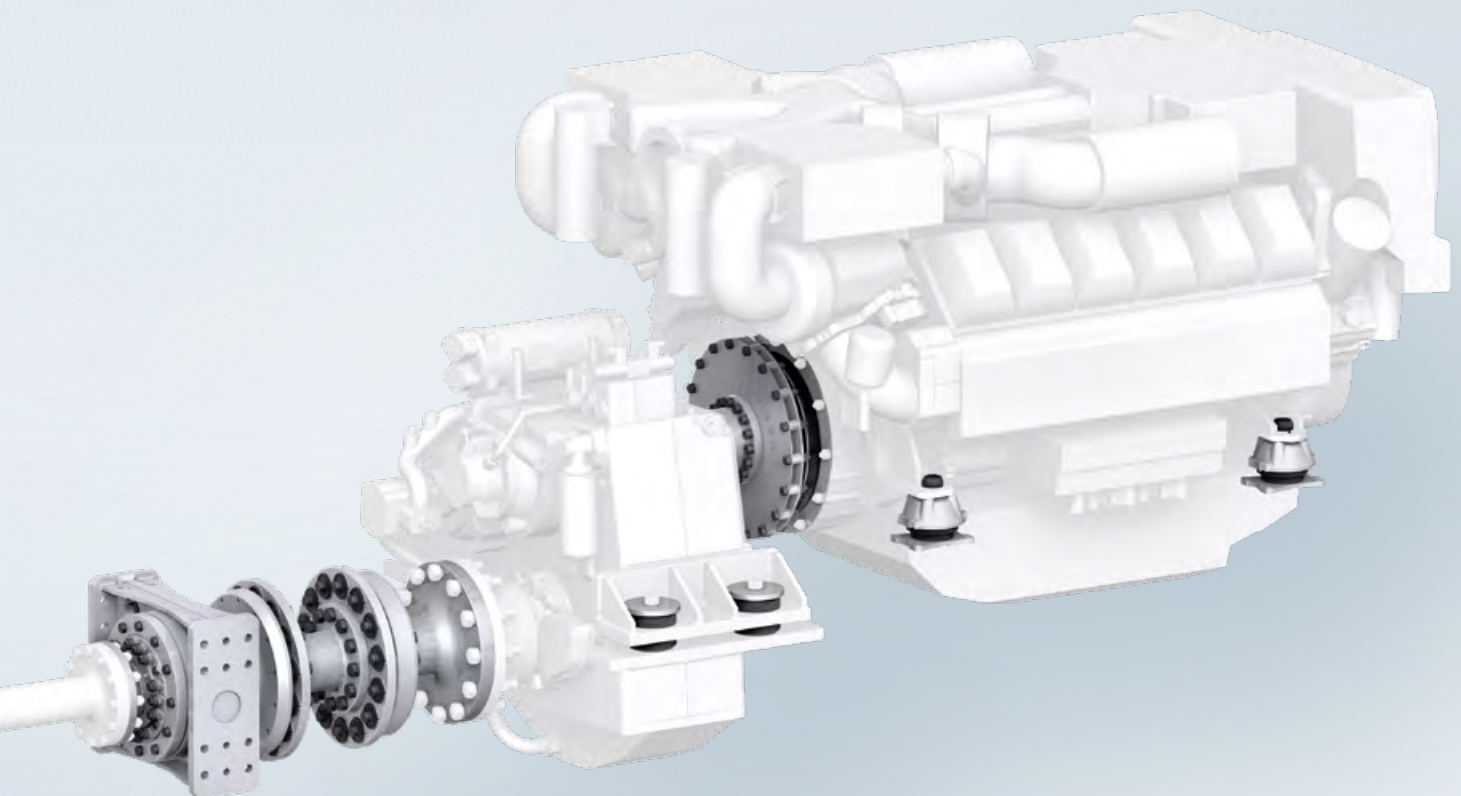
LOAD RANGE
4.00 kN – 131.00 kN



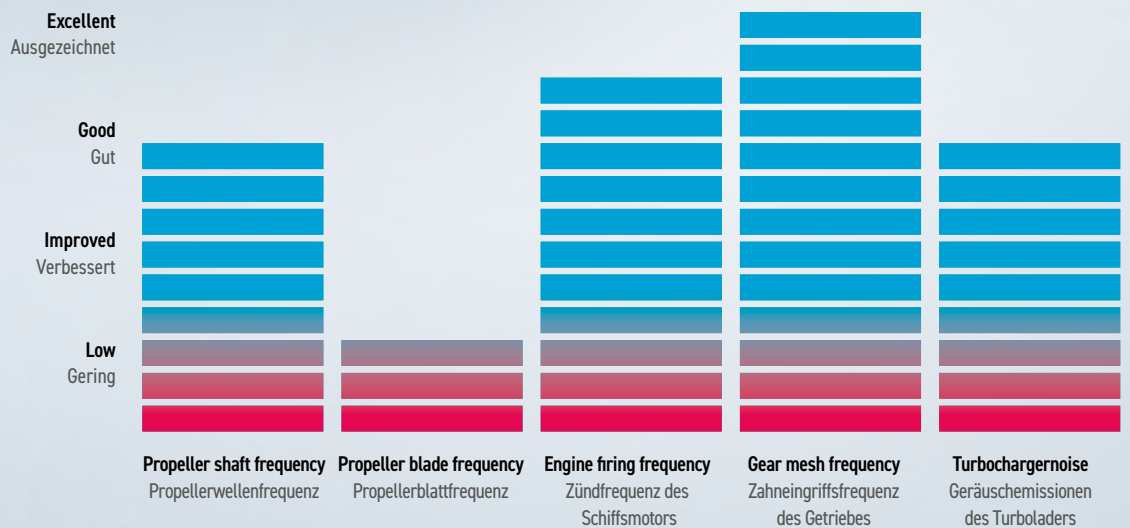
VULKARDAN F

NOMINAL TORQUE
8.20 kNm – 16.25 kNm





Isolation



6TH CASE

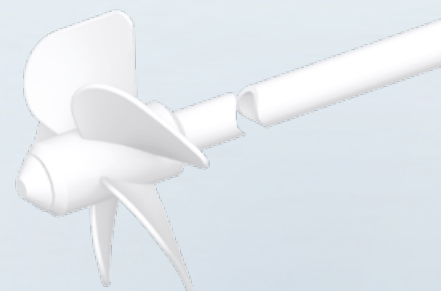
PROPULSION LINE ARRANGEMENTS: CLASS FREE-STANDING ANORDNUNG VON ANTRIEBSSTRÄNGEN: KLASSE FREISTEHEND

Engine double-elastically mounted, gearbox elastically mounted + Propflex T coupling with thrust bearing

Thanks to the double-elastic mount, the structure-borne sound insulation on the engine foundation increases once again: Values up to 45 dB transmission loss are realistic. The effectiveness depends on the stiffness of the foundation and the mass of the intermediate frame. This solution is oriented to the most demanding requirements, relative to vibration level and acoustic quality on board. For diesel-mechanical drive-trains the best results are achieved with this configuration. The double-elastic mount also requires a higher displacement capability of the highly-elastic coupling.

Motor doppelt elastisch gelagert, Getriebe elastisch gelagert + Propflex T Kupplung mit Drucklager

Durch die doppelt elastische Lagerung erhöht sich die Körperschalldämmung am Motorfundament noch einmal: Werte bis 45 dB Durchgangsdämmung sind realistisch. Die Wirksamkeit ist nicht unabhängig von der Fundamentsteifigkeit und der Masse des Zwischenrahmens. Diese Lösung orientiert sich an den allerhöchsten Ansprüchen bzgl. Schwingungsniveau und akustischer Qualität an Bord. Für diesel-mechanische Antriebsstränge lassen sich mit dieser Konfiguration die besten Ergebnisse erzielen. Die doppelt elastische Lagerung erfordert auch eine höhere Verlagerungsfähigkeit der hochelastischen Kupplung.



PROPFLEX T

NOMINAL TORQUE
2.80 kNm – 53.20 kNm



T SERIES

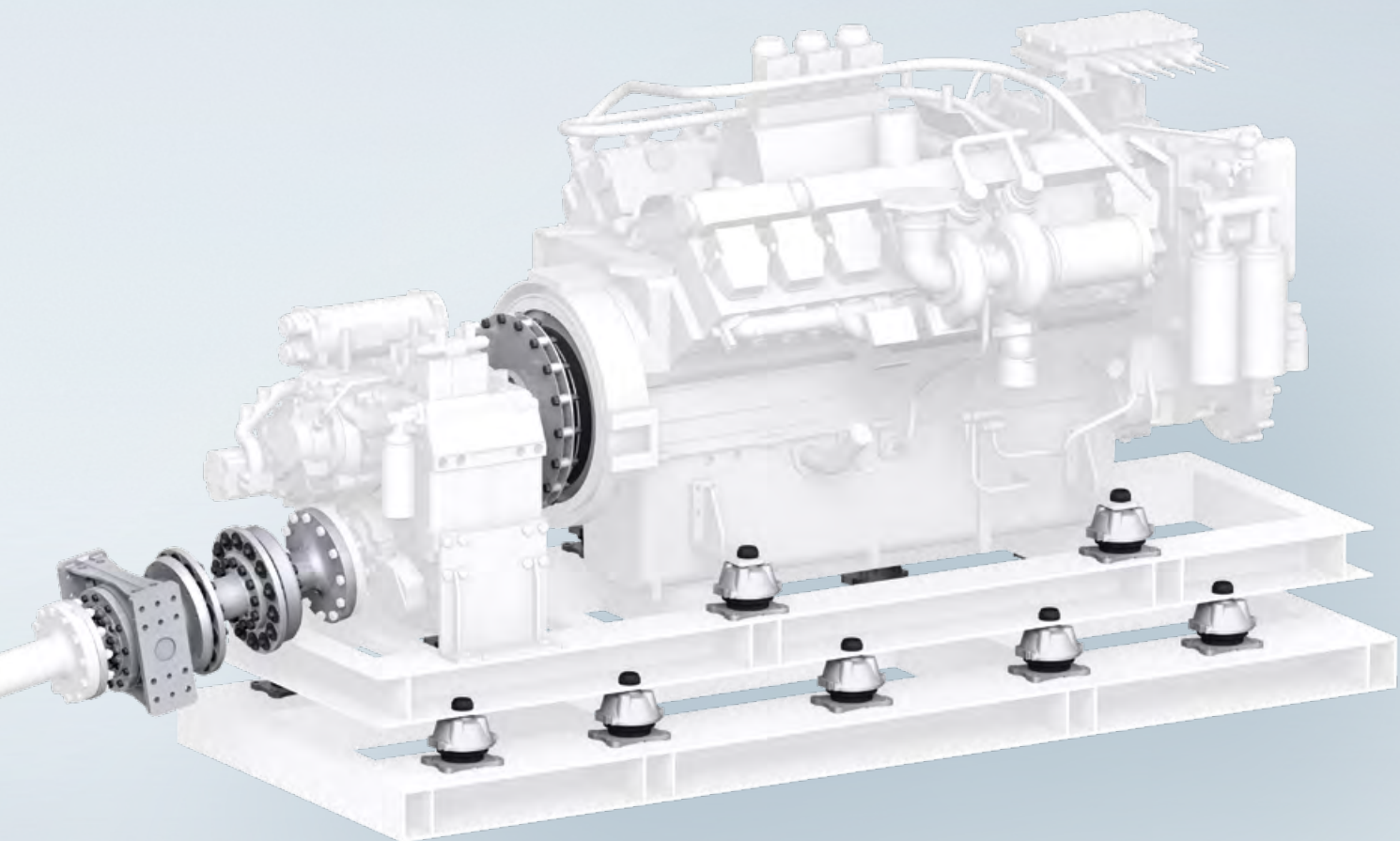
LOAD RANGE
4.00 kN – 131.00 kN



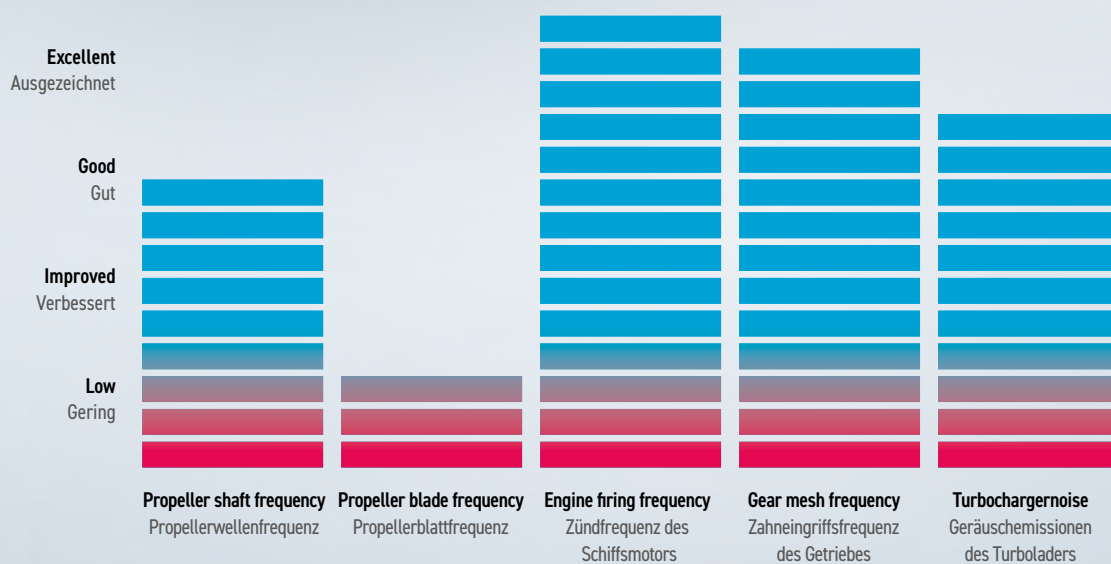
VULKARDAN F

NOMINAL TORQUE
8.20 kNm – 16.25 kNm





Isolation



7TH CASE

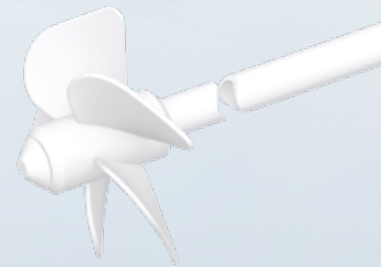
ARRANGEMENT OF DRIVE-TRAINS: BELLHOUSING MOUNTED ANORDNUNG VON ANTRIEBSSTRÄNGEN: KLASSE ANGEFLANSCHT

Engine mounted elastically, gearbox semi-elastically mounted

With bell housing mounted drive trains, the sound-insulating effect of the coupling is reduced. From the acoustic perspective a free-standing arrangement would be preferred.

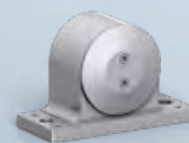
Motor elastisch gelagert, Getriebe semi-elastisch gelagert

Bei angeflanschten Anordnungen von Antriebssträngen wird die schalldämmende Wirkung der Kupplung durch die verwendete Glocke reduziert. Eine freistehende Anordnung wäre aus akustischer Sicht vorzuziehen.



AVR SERIES

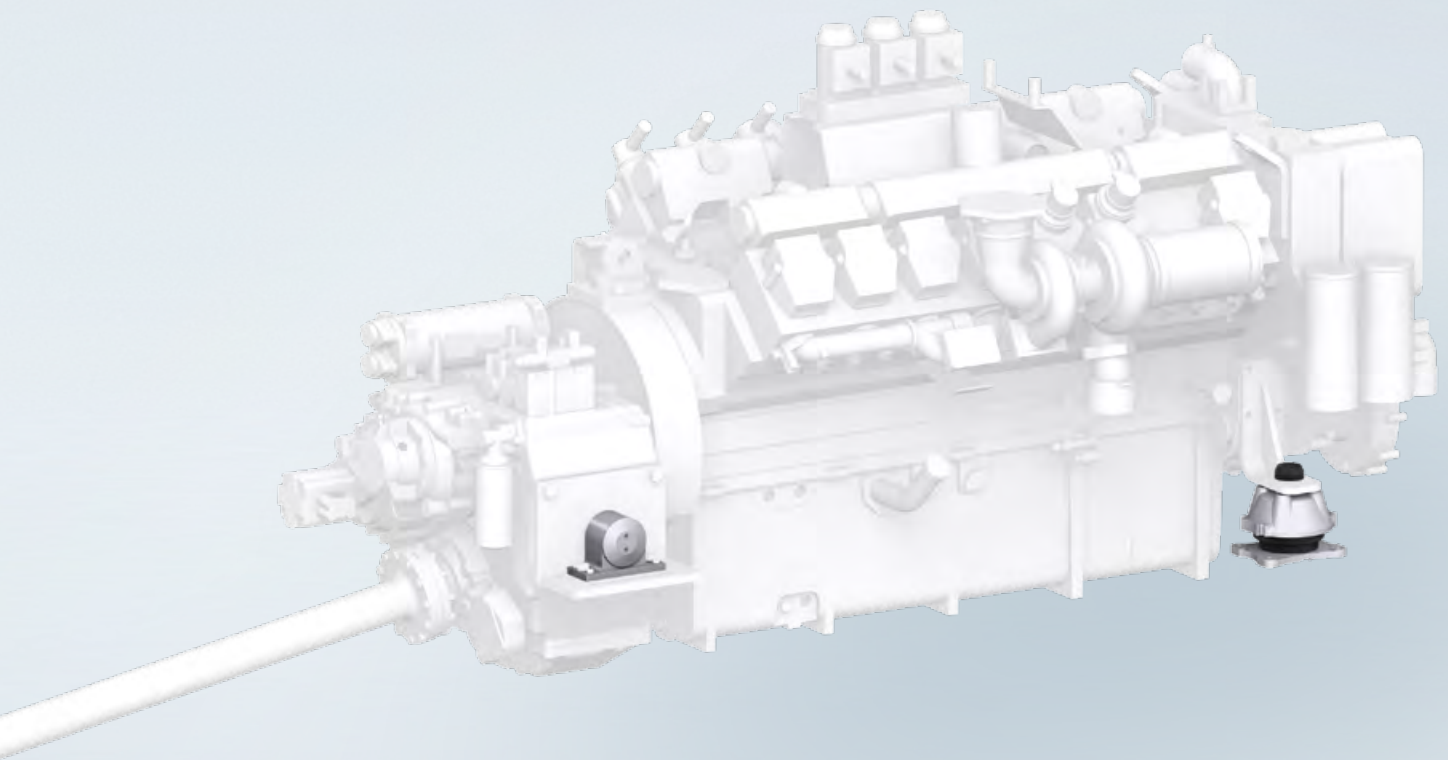
LOAD RANGE
19.00 kN – 70.00 kN



T SERIES

LOAD RANGE
4.00 kN – 131.00 kN





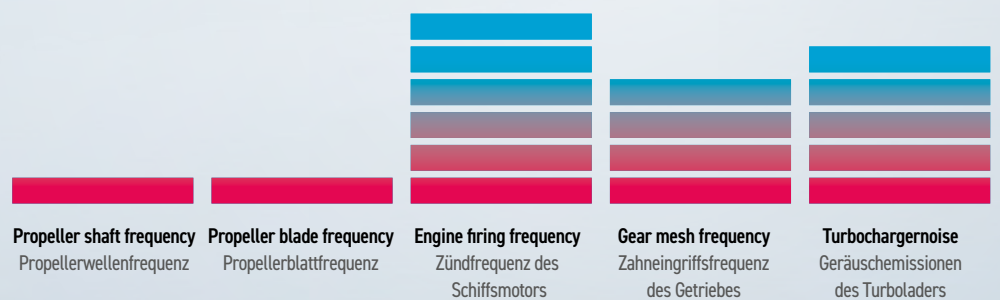
Isolation

Excellent
Ausgezeichnet

Good
Gut

Improved
Verbessert

Low
Gering



8TH CASE

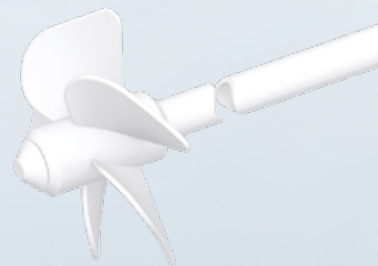
ARRANGEMENT OF DRIVE-TRAINS: BELLHOUSING MOUNTED ANORDNUNG VON ANTRIEBSSTRÄNGEN: KLASSE ANGEFLANSCHT

Engine and gearbox elastically mounted + Propflex T coupling

Through use of the PROPFLEX T, including thrust bearing, the semi-elastic AVR mounts can be replaced by the T-Mounts series. In this configuration the decoupling of the transmission of the foundation is improved because the T-Series Mounts already have excellent sound-insulating properties in the lower frequency range.

Motor und Getriebe elastisch gelagert + Propflex T Kupplung

Durch die Verwendung der PROPFLEX T inklusive Drucklager lassen sich die semi-elastischen AVR-Lagerungen durch die T-Mounts-Serie ersetzen. Hierdurch wird das Getriebe besser vom Fundament entkoppelt, da die T-Mounts-Serie bereits im unteren Frequenzbereich über sehr gute schallisolierende Eigenschaften verfügt.



PROPFLEX T

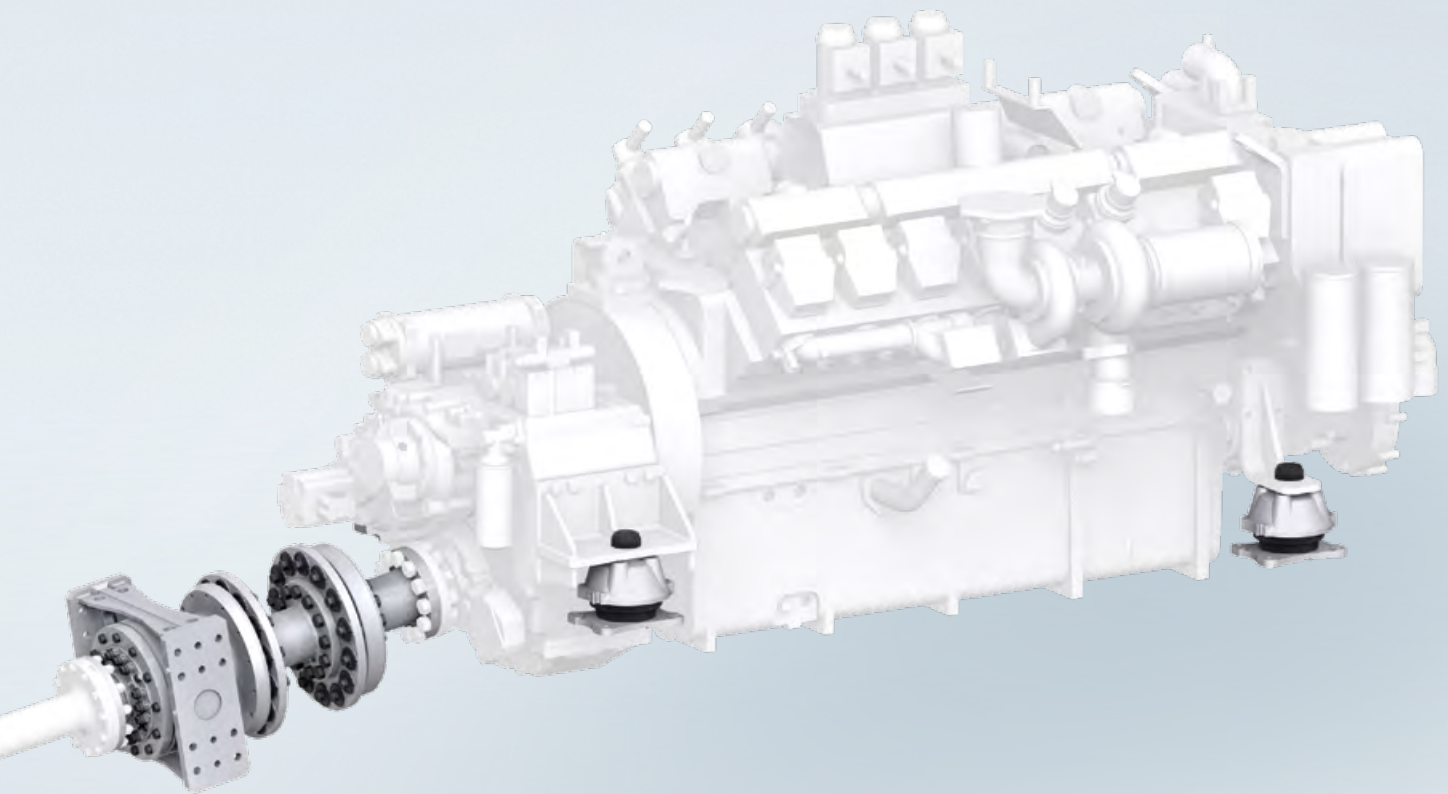
NOMINAL TORQUE
2.80 kNm – 53.20 kNm



T SERIES

LOAD RANGE
4.00 kN – 131.00 kN





Isolation

Excellent
Ausgezeichnet

Good
Gut

Improved
Verbessert

Low
Gering



Propeller shaft frequency
Propellerwellenfrequenz

Propeller blade frequency
Propellerblattfrequenz

Engine firing frequency
Zündfrequenz des
Schiffsmotors

Gear mesh frequency
Zahneingriffsfrequenz
des Getriebes

Turbochargernoise
Geräuschemissionen
des Turboladers

9TH CASE

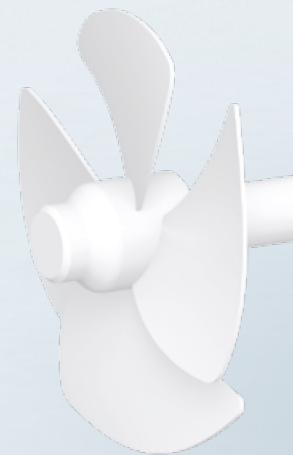
ARRANGEMENT OF DRIVE-TRAINS: WITH ELECTRIC MOTORS ANORDNUNG VON ANTRIEBSSTRÄNGEN: MIT ELEKTROMOTOREN

Electric motor elastically mounted

Utilizing electric motor drives significantly changes noise and vibration levels. Eliminating a transmission results in a much less complex drivetrain. The use of CM or High-Deflection mounts (shock mount) is recommended for this type of configuration.

Elektromotor elastisch gelagert

Durch die Verwendung elektrischer Antriebe ergibt sich ein stark verändertes Geräusch- und Schwingungsniveau. Der Verzicht auf Getriebe führt zu einer erheblichen Reduktion der Komplexität des Antriebsstranges. Bei derartiger Konfiguration empfiehlt sich die Anwendung von CM- oder High Deflection Mounts (Schocklagerung).



CM SERIES

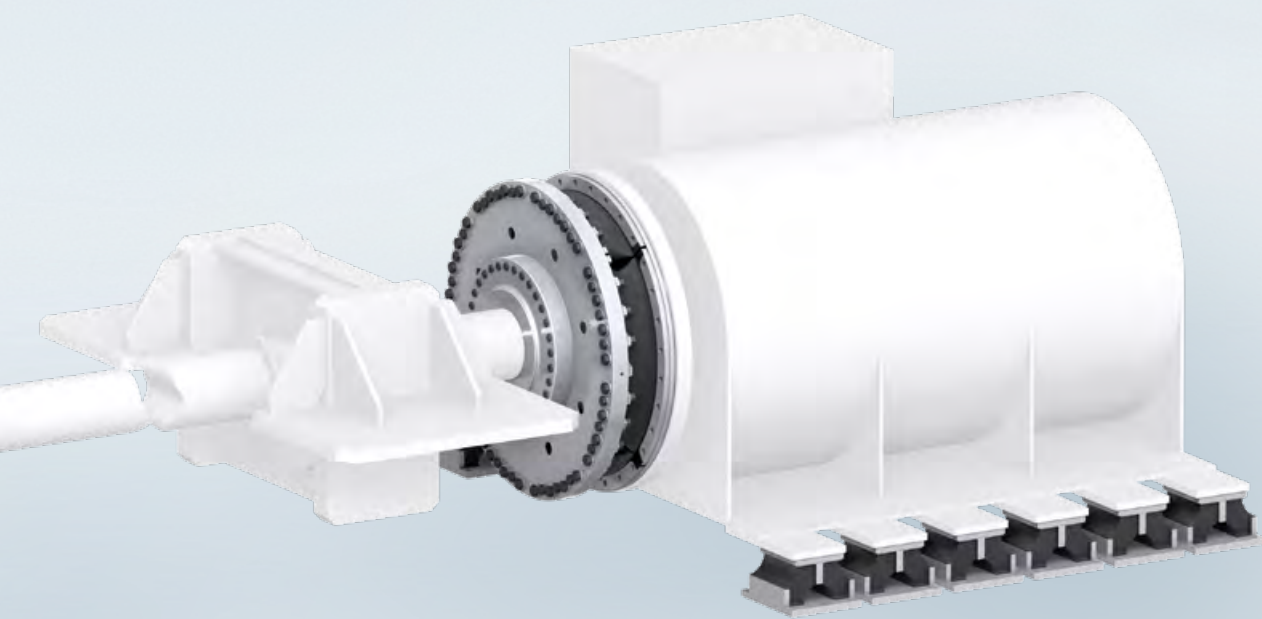
LOAD RANGE
8.00 kN – 15.00 kN



RATO S

NOMINAL TORQUE
12.50 kNm – 800.00 kNm





Isolation

Excellent
Ausgezeichnet

Good
Gut

Improved
Verbessert

Low
Gering



10TH CASE

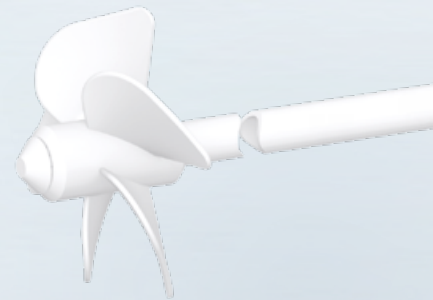
ARRANGEMENT OF DRIVE-TRAINS: WITH ELECTRIC MOTORS ANORDNUNG VON ANTRIEBSSTRÄNGEN: MIT ELEKTROMOTOREN

Engine and gearbox rigidly mounted on intermediate frame, intermediate frame elastically mounted, + Propflex T coupling with thrust bearing

With this arrangement the transmitted structure-borne sound levels can be reduced to a minimum. Excellent results with regards to the acoustic quality can be achieved.

Motor und Getriebe starr auf Zwischenrahmen, Zwischenrahmen elastisch gelagert + Propflex T Kupplung mit Drucklager

Diese Anordnung reduziert den entstehenden und weitergeleiteten Körperschallpegel auf ein Minimum. Hiermit lassen sich exzellente Ergebnisse erzielen, die hinsichtlich des Schwingungsniveaus und der akustischen Qualität Referenzwerte liefern können.



PROPFLEX T

NOMINAL TORQUE
2.80 kNm – 53.20 kNm



T SERIES

LOAD RANGE
4.00 kN – 131.00 kN



VULKARDAN F

NOMINAL TORQUE
8.20 kNm – 16.25 kNm



VIBRATIONS AND ACOUSTICS

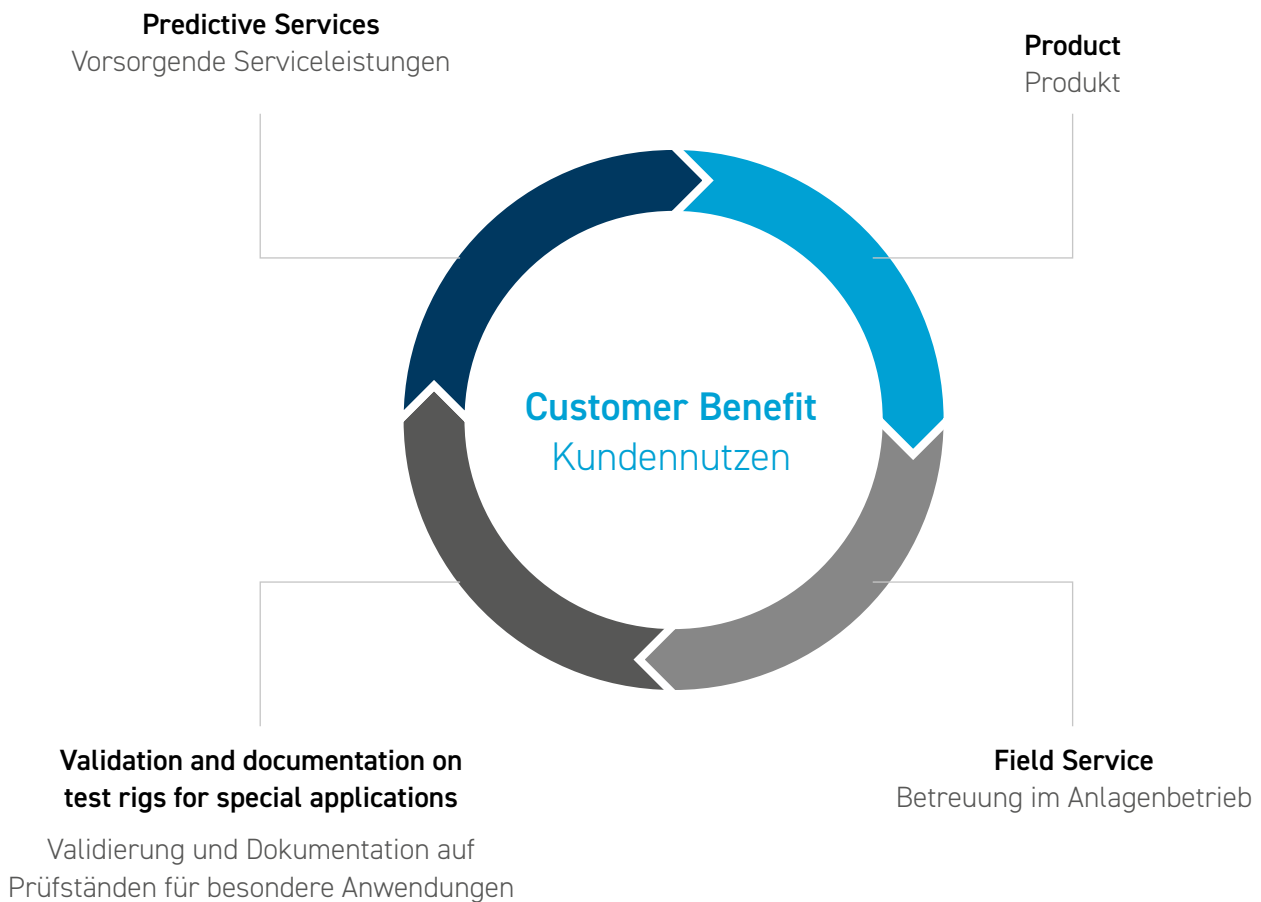
OUR SCOPE AND SERVICES UNSERE PRODUKTE & LEISTUNGEN

Today multiple requirements, rules, and regulations are imposed on acoustic and vibration behavior. OEMs, yards, ship owners, and suppliers must deal with different approaches:

- Navy standards: signature & detection
- Upcoming regulations: acoustic pollution of the ocean
- Health & safety rules for the crew
- Comfort criteria by classification companies or the customer
- Environmental noise on the basis of harbor standards
- Measurement standards (e.g. DIN ISO 2923, ISO 10846)

Heutzutage unterliegen die akustischen und Schwingungseigenschaften von Produkten zahlreichen Anforderungen, Bestimmungen und Regeln. Hersteller, Werften, Reeder und Lieferanten sehen sich dabei mit einer Anzahl unterschiedlich gelagerter Herangehensweisen konfrontiert:

- Marinestandards: Signatur & Detektion
- Zukünftige Regelwerke: Schädliche Lärmemissionen in den Ozeanen
- Arbeitsschutzbestimmungen für die Crew
- Komfortkriterien der Klassifizierungsgesellschaften und Kunden
- Umgebungslärm gem. der jeweiligen Hafenstandards
- Messnormen (z. B. DIN ISO 2923, ISO 10846)



Predictive Service

- ⊕ 6-DoF or 12-DoF calculations
- ⊕ Class approval and coordination work
- ⊕ Torsional vibration analysis
- ⊕ Acoustic consulting
- ⊕ Custom design for special application

Product

- ⊕ Supplying the complete range of products
- ⊕ Worldwide service on request

Field Service

- ⊕ Onsite measurements (linear & torsional vibration, structure-borne noise, airborne noise, strain gauge, distance, temperature)
- ⊕ Inspection, maintenance and after sales support – worldwide

Vorsorgende Serviceleistungen

- ⊕ 6-DoF- und 12-DoF-Berechnungen
- ⊕ Genehmigung durch Klassen und Koordination
- ⊕ Drehschwingungsberechnung
- ⊕ Akustische Beratung
- ⊕ Maßgefertigtes Design für besondere Anwendungen

Produkt

- ⊕ Lieferung der gesamten Produktpalette
- ⊕ Weltweiter Service auf Anfrage

Betreuung im Anlagenbetrieb

- ⊕ Vor-Ort-Messungen (lineare und Drehschwingungen, Körperschall, Luftschall, DMS, Entfernung, Temperatur)
- ⊕ Inspektion, Wartung und After Sales Support – weltweit

Validation and documentation on test rigs for special applications

- ⊕ Root cause analysis – support in the event of incorrect operational behavior

Customer benefits

In line with our approach in System Competence, VULKAN is working together with naval architects, designers, engine & gearbox manufacturers to find the best technical and commercial solution for these applications.

- ⊕ **Lower investment costs or project costs**
saving our own resources for system analysis
- ⊕ **Faster and more efficient project steering**
OEM and naval architects can work more efficiently, knowing the acoustic characteristics. Validation processes with fewer iteration loops and therefore lower project costs.

Validierung und Dokumentation auf Prüfständen für besondere Anwendungen

- ⊕ Ursachenanalyse – Unterstützung im Falle eines fehlerhaften Betriebsverhaltens

Kundenvorteile

Getreu unserer System-Kompetenz-Methode arbeitet die Firma VULKAN auf der Suche nach den besten technischen und wirtschaftlichen Lösungen eng mit Schiffsbauingenieuren, Konstrukteuren, Motoren- und Getriebeherstellern zusammen.

- ⊕ **Niedrigere Investitions- bzw. Projektkosten**
Aufsparen der eigenen Ressourcen für die Systemanalyse

- ⊕ **Lower commissioning costs**

Avoidance of secondary measures: acceptance protocols, financial penalties caused by delays, costly retrofits

- ⊕ **Maximum solution flexibility**

market access for special applications

- ⊕ **Early positioning in the design process**

- ⊕ **Schnellere & effizientere Projektsteuerung**

Hersteller und Schiffbauingenieure können dank Kenntnis der akustischen Daten effizienter arbeiten. Weniger Iterationsschleifen im Validierungsprozess, d.h. geringere Projektkosten.

- ⊕ **Geringere Inbetriebnahmekosten**

Vermeidung von nachgeordneten Maßnahmen: Abnahmeprotokolle, Verzugspönalen, teure Nacharbeiten

- ⊕ **Maximale Flexibilität bei den Lösungen**

Marktzugang für Spezialanwendungen

- ⊕ **Frühe Positionierung im Konstruktionsprozess**

VIBRATIONS AND ACOUSTICS

RELEVANCE AND BRANCHES BRANCHENRELEVANZ

Cargo ships and workboats

Noise exposure in cargo ships is quantified by maximum permissible A-weighted energy-equivalent, continuous sound pressure levels. These levels are established by law and thus are binding for shipyards, shipping companies and ship owners. Compliance with these limits supports technical protection to ensure accident-free operation of a ship by:

- ➔ Safeguarding the health and safety conditions
- ➔ Preventing attention loss and human performance degradation due to high noise exposure
- ➔ Awareness of speech intelligibility in safety-relevant areas
- ➔ Ensuring regeneration facilities e.g. in accommodation spaces for workers and crews



Passenger ships

In addition to health and safety aspects, vibration and acoustics are increasingly considered as a comfort criteria and thus they are quality characteristics in shipbuilding. This is the case especially for luxury liners and RoPax-Ferries. Classification societies deal with this issue through the introduction variation of comfort classes, in which they define staggered thresholds for different areas of operation.



Frachtschiffe und Arbeitsboote

Die Lärmbelastung auf Frachtschiffen wird anhand des maximal zulässigen, A-bewerteten, energie-äquivalenten Dauerschallpegels quantifiziert. Die Grenzwerte sind gesetzlich festgeschrieben und für Werften, Reeder etc. verbindlich. Ihre Einhaltung bildet die technische Absicherung für den unfallfreien Betrieb an Bord durch:

- ➔ Gewährleistung des Arbeitsschutzes
- ➔ Vermeidung von Aufmerksamkeitsverlust und Leistungsabfall aufgrund hoher Lärmbelastung
- ➔ Aufrechterhaltung der mündlichen Kommunikation in sicherheitsrelevanten Bereichen
- ➔ Gewährleistung der Regeneration in Aufenthaltsräumen etc. für Arbeiter und Seeleute

Passagierschiffe

Neben ihren Arbeitsschutzaspekten werden Vibrationen und Akustik immer häufiger auch als ein Komfortkriterium und damit als ein Qualitätsfaktor im Schiffbau betrachtet. Dies gilt natürlich ganz besonders für Luxusliner und RoPax-Fähren. Die Klassifizierungsgesellschaften verwenden dabei Komfortklassen mit abgestuften Grenzwerten für verschiedene Betriebsbereiche.

Yachts and Mega-Yachts

In addition to the points cited above and in addition to all directly measurable values: Noise is perceived as disturbing and annoying if it does not meet personal expectations in terms of context and conditions. For pleasure boats and premium applications, inappropriate levels of vibration and noise are not tolerated.



Jachten und Megajachten

Neben allen vorgenannten Aspekten und zusätzlich zu den direkt messbaren Werten wird Lärm von Menschen als Störfaktor wahrgenommen, wenn er persönlichen Erwartungen an den Kontext nicht entspricht. Im Falle von hochklassigen Freizeitbooten und Premiumschiffen ist ein unangemessenes Vibrations- oder Lärmniveau unter keinen Umständen tolerierbar.

Special ships

The ability to operate with minimal interruptions from natural elements can result in special vibration and noise limits for research vessels, depending on their purpose and research tasks. For marine applications, signature, shock resistance and detectability are important aspects, which are given weight to achieve extremely low levels of vibration and acoustic emissions.



Spezialschiffe

Bei Forschungsschiffen kann die Notwendigkeit, externe Störungen möglichst zu minimieren, zu besonderen Vibrations- & Schallpegelgrenzwerten führen, je nach konkretem Zweck und Forschungsauftrag. Bei Marineanwendungen spielen die Signatur, Schockresistenz und Erkennungsschwelle eine wichtige Rolle, sodass möglichst niedrige Vibrations- und Lärmemissionswerte gefordert sind.

Environmental aspects

In ports or coastal areas stricter environmental guidelines apply for the protection of local residents. Noise pollution of the oceans and noise-protected underwater areas to reduce impact on marine life, are topics of high priority and are in keeping with a widespread zeitgeist.

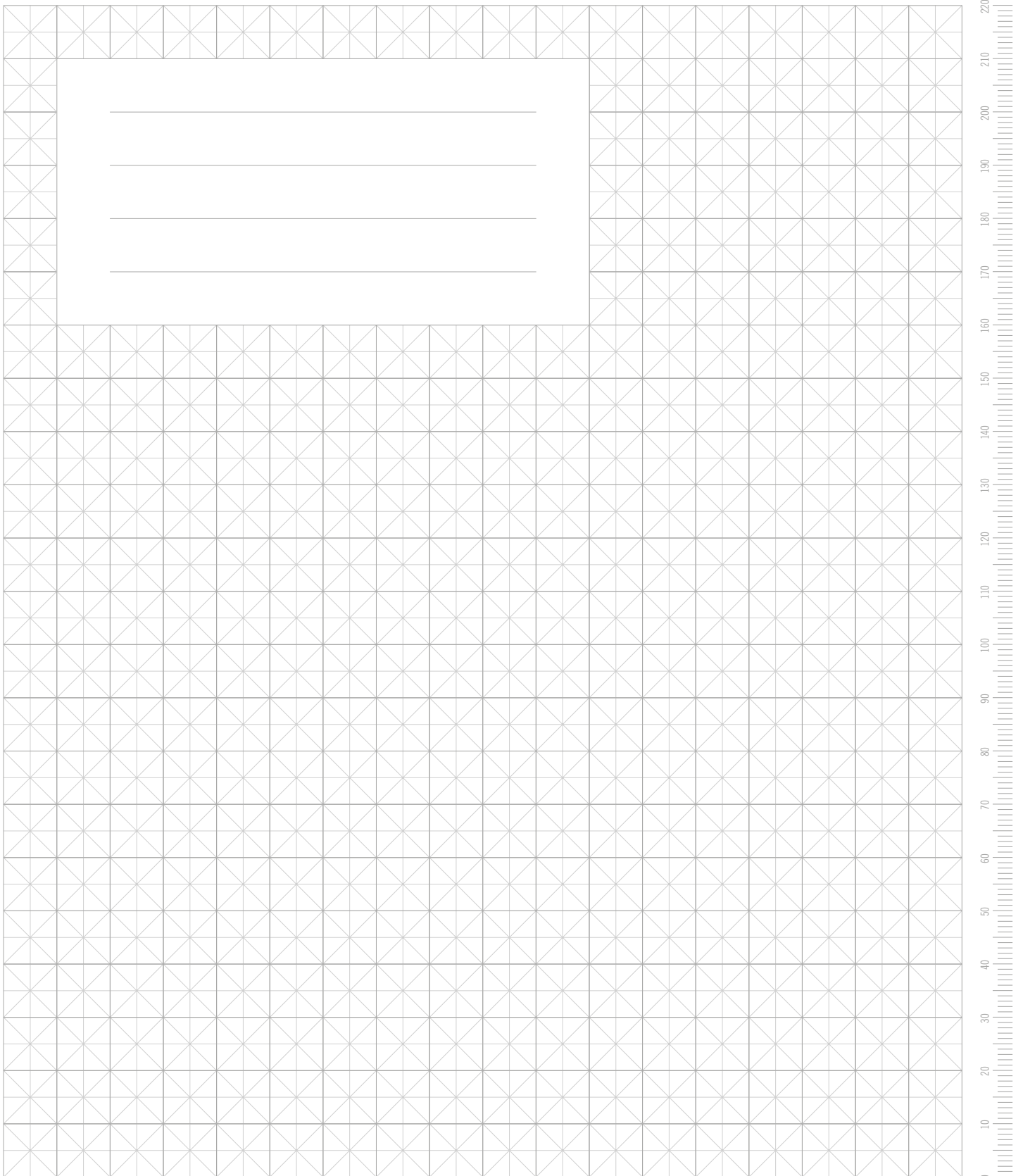


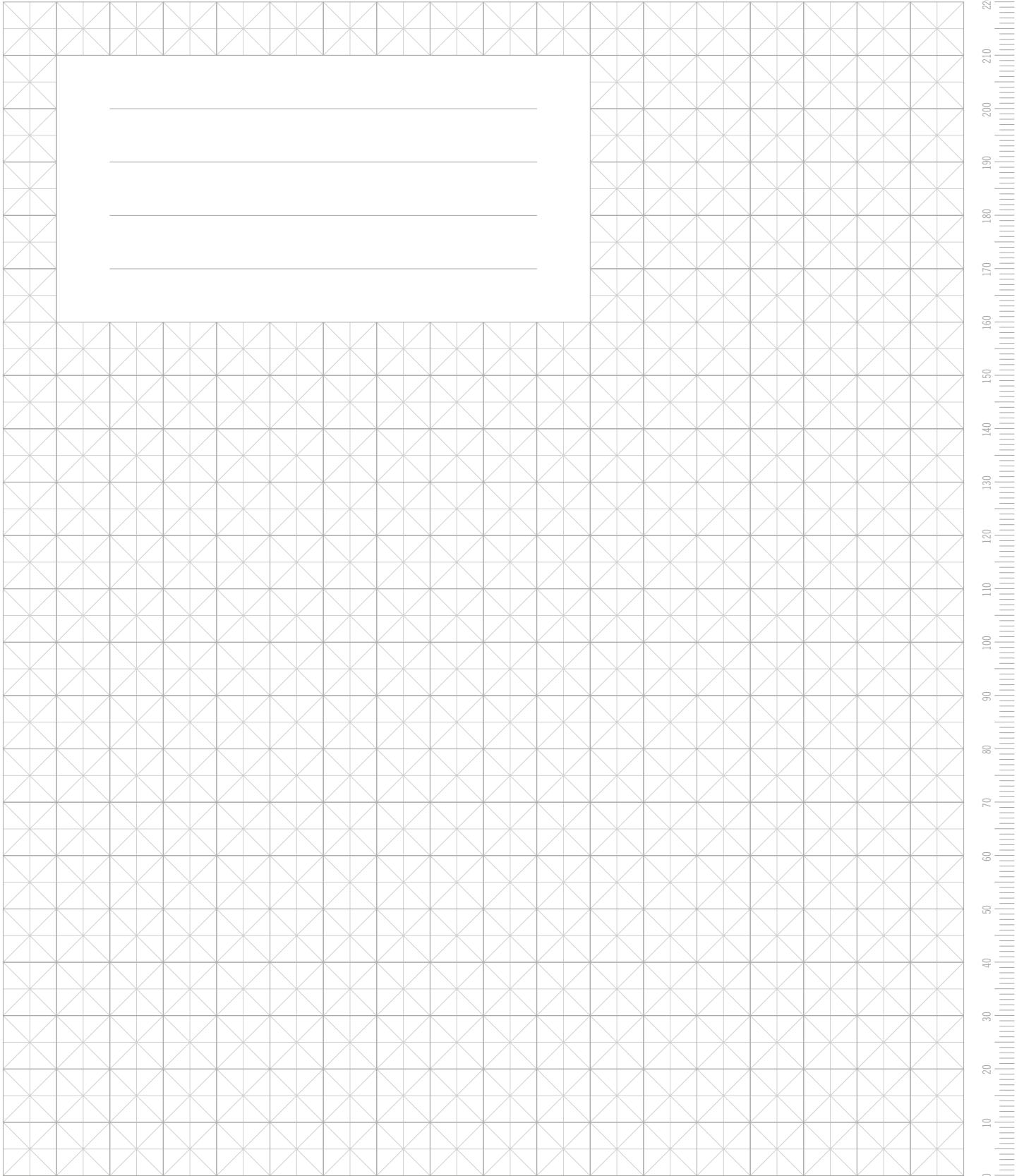
Umweltaspekte

In Häfen, Buchten und Küstengebieten greifen strengere Umweltrichtlinien für den Schutz der Anwohner. Die steigende Lärmbelastung der Ozeane und Lärmschutzgebiete für den Schutz der Unterwasserwelt sind Zeitgeistthemen und haben heutzutage hohe Priorität.

VIBRATIONS AND ACOUSTICS

NOTES NOTIZEN





Validity Clause

The containing technical data is valid only for defined areas of applications. This includes:

- Main propulsion and auxiliary drives on ships
- Generatorsets on ships
- Drives for stationary energy production with diesel or gas engines

For other than the named applications please contact your local VULKAN supplier for further consideration.

The present catalogue shall replace all previous editions, any previous printings shall no longer be valid. Based on new developments, VULKAN reserves the right to amend and change any details contained in this catalogue respectively. The new data shall only apply with respect to couplings that were ordered after said amendment or change. It shall be the responsibility of the user to ensure that only the latest catalogue issue will be used. The respective latest issue can be seen on the website of VULKAN on www.vulkan.com.

The data contained in this catalogue refer to the technical standard as presently used by VULKAN with defined conditions according to the explanations. It shall be the sole responsibility and decision of the system administrator for the drive line to draw conclusions about the system behaviour.

VULKAN torsional vibration analysis usually only consider the pure mechanical mass-elastic system. Being a component manufacturer exclusively, VULKAN assumes no system responsibility with the analysis of the torsional vibration system (stationary, transiently)! The accuracy of the analysis depends on the exactness of the used data and the data VULKAN is provided with, respectively.

Any changes due to the technological progress are reserved. For questions or queries please contact VULKAN.

Status: 11/2023

All duplication, reprinting and translation rights are reserved. We reserve the right to modify dimensions and constructions without prior notice.

Gültigkeitsklausel

Die enthaltenen technischen Daten sind nur gültig bei Einsatz in definierten Anwendungsgebieten. Dies umfasst:

- Haupt- und Nebenantriebe auf Schiffen
- Generatorsätze auf Schiffen
- Antriebe für stationäre Energieerzeugung mit Diesel- oder Gasmotoren

Abweichende Anwendungen bedürfen einer individuellen Betrachtung. Bitte kontaktieren Sie hierzu ihren lokalen VULKAN Vertreter.

Die vorliegende Broschüre ersetzt alle vorherigen Ausgaben, ältere Drucke verlieren ihre Gültigkeit. VULKAN ist berechtigt, aufgrund neuerer Entwicklungen die in dieser Broschüre enthaltenen Daten entsprechend anzupassen und zu verändern. Die neuen Daten gelten nur für nach der Änderung bestellte Kupplungen. Es liegt im Verantwortungsbereich des Anwenders dafür zu sorgen, dass ausschließlich die aktuelle Katalogversion verwendet wird. Der jeweils aktuelle Stand ist auf der Webseite von VULKAN unter www.vulkan.com jederzeit abrufbar.

Die Angaben in dieser Broschüre beziehen sich auf den technischen Standard gültig im Hause VULKAN und stehen unter den in den Erläuterungen definierten Bedingungen. Es liegt allein im Entscheidungs- und Verantwortungsrahmen des Systemverantwortlichen für die Antriebslinie, entsprechende Rückschlüsse auf das Systemverhalten zu ziehen.

VULKAN Drehschwingungsanalysen berücksichtigen in der Regel nur das rein mechanische Schwingungersatzsystem. Als reiner Komponentenhersteller übernimmt VULKAN mit der Analyse des Drehschwingungssystems (stationär, transient) nicht die Systemverantwortung! Die Genauigkeit der Analyse hängt von der Genauigkeit der verwendeten bzw. der VULKAN zur Verfügung gestellten Daten ab.

Änderungen aufgrund des technischen Fortschritts sind vorbehalten. Bei Unklarheiten bzw. Rückfragen kontaktieren Sie bitte VULKAN.

Stand: 11/2023

Das Recht auf Vervielfältigung, Nachdruck und Übersetzungen behalten wir uns vor. Maß- und Konstruktionsänderungen vorbehalten.

PUBLISHER:

VULKAN Group

CONCEPT AND DESIGN:

Hackforth Holding GmbH & Co. KG
VULKAN Marketing
Heerstraße 66, 44653 Herne / Germany
E-mail: marketing@vulkan.com

STATUS: 11/2023

All duplication, reprinting and translation rights are reserved. Any changes due to the technological progress are reserved. For questions or queries please contact VULKAN.