

Hinweise für das Ausrichten von Motoren mit elastischer Lagerung

©KPM 2006

1 Allgemeines

Ausrichtfehler von nur wenigen Zehntel Millimetern können das Verhalten des Antriebsstrangs eines Schiffes erheblich beeinträchtigen. Vibrationen, die das ganze Schiff erzittern lassen, sowie vorzeitige Schäden an Schwingelementen und Kupplungen können in den meisten Fällen auf Fluchtungsfehler zwischen Motor/Getriebe und der Wellenanlage zurückgeführt werden.

Dazu gehört auch, dass die Schwingelemente der Motorlagerung gleichmäßig belastet sind, das heißt, die Verformung der Gummielemente muss an den jeweils gegenüberliegenden Stützen gleich sein. Vorne links muss also genau so stark belastet sein wie vorne rechts, für hinten gilt das gleiche. Zwischen den vorderen und hinteren Stützen können geringe Unterschiede auftreten, da die Motoren im allgemeinen hinten (schwingscheibenseitig) schwerer sind.



Achtung: Schäden, die durch mangelhafte Ausrichtung oder ungleichmäßige Belastung der Schwingelemente entstehen, fallen nicht unter die Gewährleistung bzw. Garantie. Für Folgeschäden übernehmen wir keine Haftung!

2 Belastung der Schwingelemente

Bevor man mit der Beseitigung der Fluchtungsfehler (siehe Punkt 3) beginnt, muß sichergestellt sein, dass die Schwingelemente, auf denen der Motor gelagert ist, möglichst gleichmäßig belastet sind. Sonst ist es möglich, dass der Motor zwar absolut mit der Wellenanlage fluchtet, durch die unterschiedlichen Eintauchtiefen und damit Schwingungsamplituden der einzelnen Stützen trotzdem starke Taumelschwingungen um eine diagonal durch das Aggregat verlaufende Achse entwickelt (Bild 1).

Das einzige universell verwendbare Maß zur Bestimmung der Belastung der einzelnen Stützen ist die Verformung des elastischen Elements. Die Höhe der motorseitigen Konsolen oder anderer motorgebundene Maße sind, bedingt durch die nicht abschätzbaren Toleranzen bei der Fertigung, nicht als Kontrollmaße zu gebrauchen. Gemessen wird daher direkt an den Schwingelementen, wobei die Meßpunkte von deren Bauweise bestimmt werden. In Bild 2 sind einige Beispiele mit den entsprechenden Meßpunkten dargestellt. In der Praxis geht man in der Regel so vor, dass der Motor

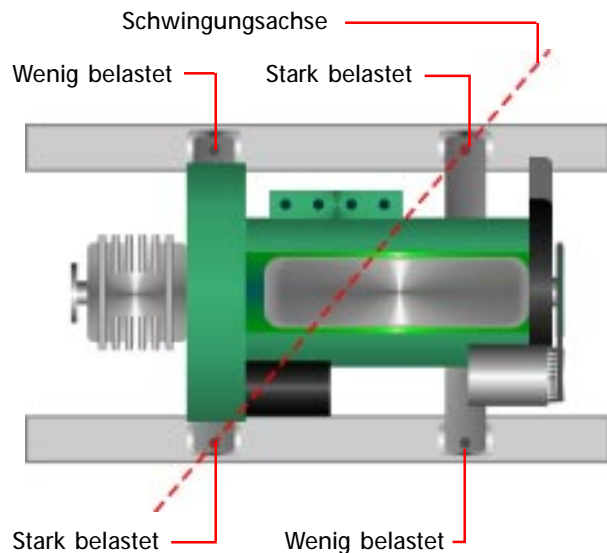


Bild 1: Schwingungsachse bei unterschiedlich belasteten Schwingelementen

zunächst grob auf seinem Fundament ausgerichtet wird. Danach wird zunächst die Einfederung der vorderen Schwingelemente gemessen. Als Anhalt für die Meßstellen können die Angaben in Bild 2 verwendet werden. Die gemessene Differenz der beiden Seiten darf 10 Prozent der Vorspannung nicht überschreiten. Beispiel: Der Typ 800-034 benötigt eine Vorspannung von 4,8 Millimeter. Die Differenz zwischen linker und rechter Motorstütze sollte daher nicht mehr als 0,48, aufgerundet 0,5 Millimeter betragen.

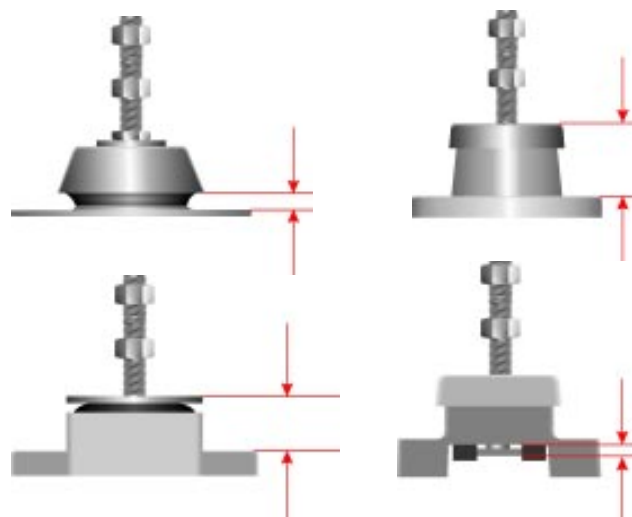


Bild 2: Meßstellen an verschiedenen Schwingelementen

Sollte die Differenz den vorgegebenen Wert überschreiten, muß die weniger belastete Stütze belastet und die stärker belastete entlastet werden. Beispiel: Die linke Stütze ist 3,5, die rechte 6,5 Millimeter eingefedert. Bei einem Gewinde von M16x1,5 müßte die linke Stütze hier eine Umdrehung stärker belastet und die Rechte um eine Umdrehung entlastet werden, damit beide auf 5 Millimeter kommen.

Nachdem die vorderen Elemente eingestellt sind, werden die hinteren kontrolliert. Sollten sich hier Differenzen ergeben, müssen diese entsprechend eingestellt werden. Bei erheblichen Differenzen muss nach Abschluss der Einstellarbeiten vorne nochmals geprüft werden, ob durch die Einstellung der hinteren Elemente erneut unzulässig hohe Differenzen entstanden sind.

Die Einfederungen für die vorderen und hinteren Stützen können aufgrund der Gewichtsverteilung der Motoren differieren; wichtig ist, dass die jeweils linken und rechten Stützen gleiche Werte aufweisen.

3 Fluchtungsfehler

Fluchtungsfehler lassen sich in zwei Arten unterteilen, die sowohl einzeln als auch gemeinsam auftreten können. Sind die Längsachsen der Getriebeabtriebswelle und der Propellerwelle parallel, jedoch versetzt, spricht man von Axialversatz.

Dieser kann, je nachdem, in welche Richtung er zeigt, bei achsversetzten Getrieben durch gleichmäßiges Verstellen der vorderen und hinteren Motorlagerung auf einer, oder bei einem reinen Höhenversatz, auf beiden Seiten beseitigt werden. Bei achsgleichen Getrieben muss bei Versatz mit einer seitlichen Komponente der gesamte Motor seitlich verschoben werden.

Winkelversatz liegt immer dann vor, wenn die Längsachsen von Getriebeabtrieb und Propellerwelle nicht parallel sind; er lässt sich dadurch beheben, dass, je nach Richtung des Versatzes, beide vordere Motorstützen parallel verstellt werden. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass kein Axialversatz vorliegt.

In der Praxis liegen meistens beide Arten des Versatzes vor. Im Prinzip ist es egal, welcher der beiden zuerst beseitigt wird, einfacher ist jedoch in den meisten Fällen, zunächst die axiale Komponente so weit zu korrigieren, bis Getriebe- und Wellenflansch konzentrisch zueinander liegen. Der Winkelversatz kann anschließend behoben werden, indem man den Motor sozusagen um die gemeinsame Mitte der beiden Flansche dreht.

Man sollte nicht versuchen, beide Arten des Versatzes auf einmal anzugehen. Dabei müsste man sechs Dimensionen gleichzeitig beherrschen, was erfahrungsgemäß zu erheblichen Verwirrungen führt.

4 Messen der Abweichung

Bevor mit dem eigentlichen Ausrichtvorgang begonnen wird, muss festgestellt werden, wie weit und in welcher Richtung der Motor von der Propellerwellenflucht abweicht. Der dazu erforderliche Messvorgang richtet sich nach der Art der Kupplung zwischen Getriebe und Welle. Verhältnismäßig einfach gestaltet sich dieser bei Kunststoff-Flanschcupplungen (links), bei denen der Kopf einer der Befestigungsschrauben geplant ist und als Bezugspunkt verwendet werden kann. Hier wird der Abstand zwischen diesem Schraubenkopf und dem Getriebeblansch an vier um 90 Grad versetzten Stellen gemessen, die durch Drehen der Propellerwelle um jeweils einen Viertelkreis erreicht werden. Weichen die Messergebnisse um mehr als 0,1 Millimeter von einander ab, muss ausgerichtet werden. Aufwändiger ist die Messung bei Gehäusecupplungen (rechts). Hier muss die Kupplung in der Regel vom Getriebeblansch getrennt werden, bevor mit den Messungen begonnen werden kann. Je nach Ausführung müssen die Gehäusehälften zusätzlich vor den Messungen wieder zusammengefügt werden, um eine halbwegs feste Messebene zu erhalten.

Auch hier muss die Welle in Viertelkreisen gedreht werden. Um ein aussagefähiges Ergebnis zu erhalten, muss jedoch nach jeder 90-Grad-Drehung an vier Stellen am

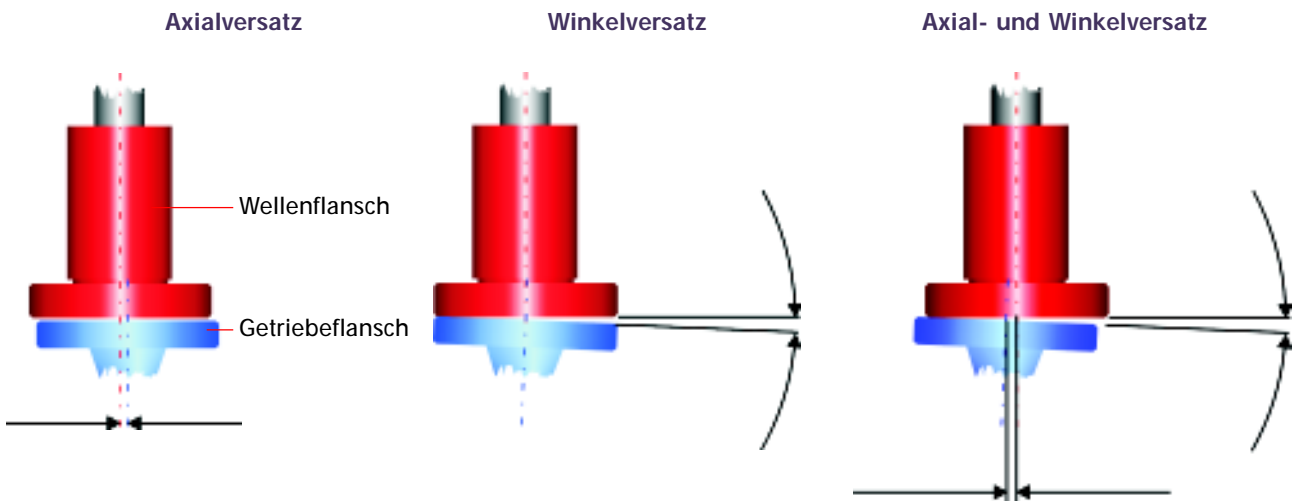
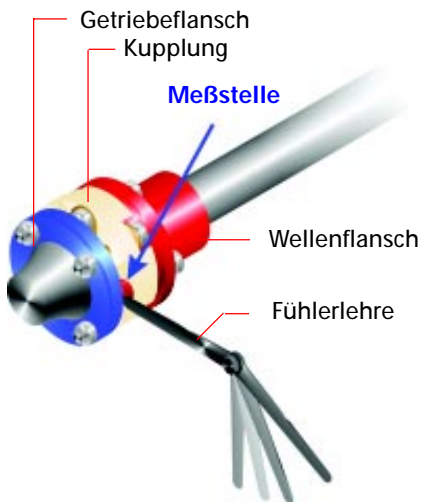


Bild 3. Fluchtungsfehler

Flanschkupplungen



Gehäusekupplungen

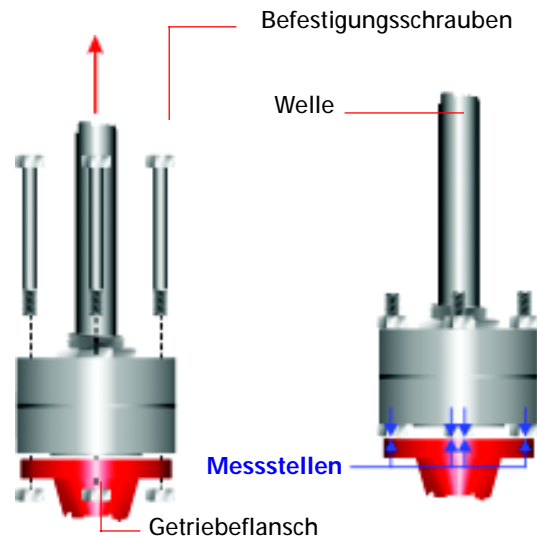
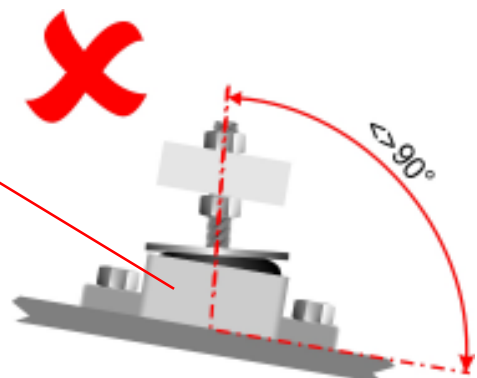
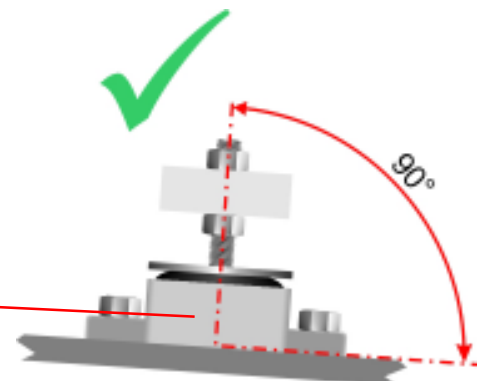
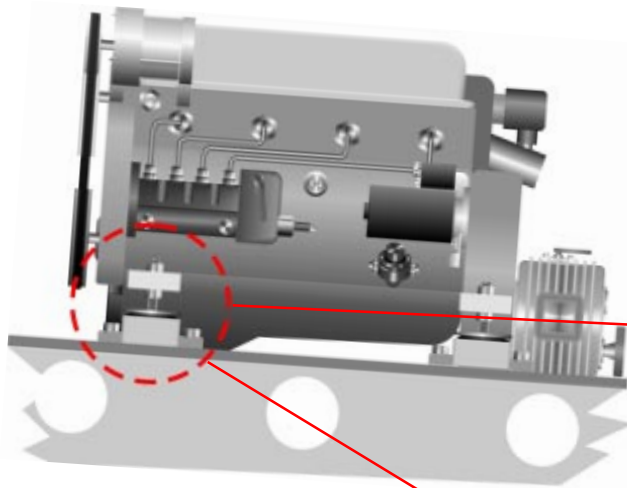


Bild 4 Messen der Abweichung

Flansch gemessen werden, da die Welle bei jeder Bewegung auch meist in axialer Richtung verschoben wird, wenn sie nicht in Längsrichtung fixiert werden kann. Einfacher gestaltet sich die Messung, wenn eine Messuhr mit Halterung zur Verfügung steht, die auf der Welle direkt

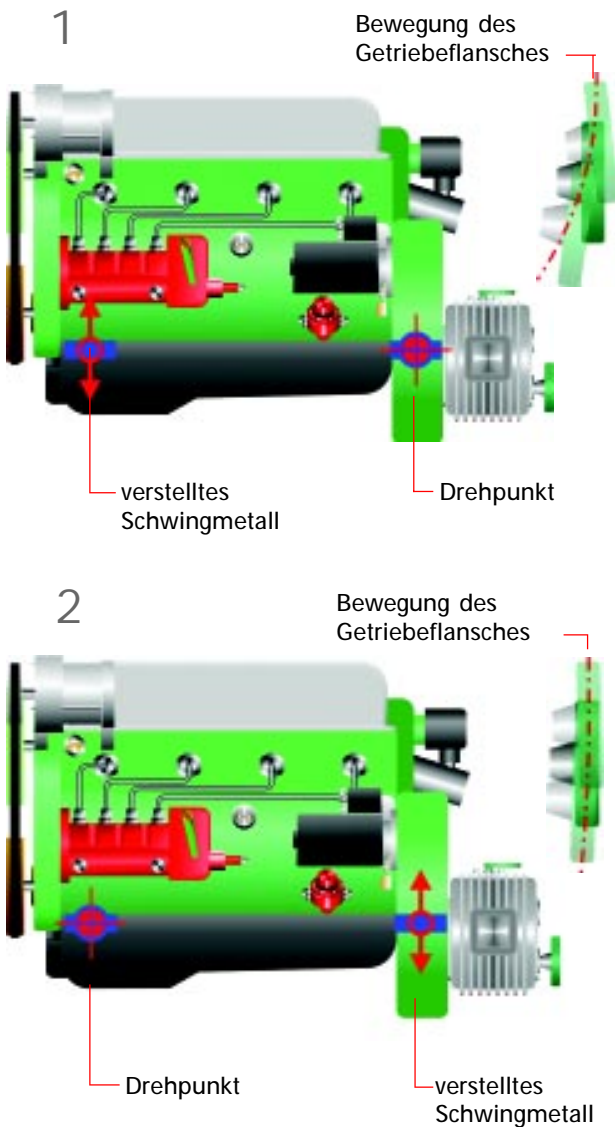
angebracht wird. Auch hier muss die Welle in Längsrichtung fixiert werden, dafür erhält man jedoch schon nach einer Umdrehung ein verwertbares Ergebnis.

■ Versatz der Schwingelemente



Die Schwingelemente müssen so auf dem Motorfundament befestigt sein, dass die Gewindebolzen zur Aufnahme der Motorstützen rechtwinklig zur Fundamentebene stehen; sie dürfen weder in Längs- noch in Querrichtung von der Senkrechten abweichen. Dies bedingt, dass die Befestigungsbohrungen für die Schwingmetalle auf der Fundamenttopplatte genau in Längsrichtung unter den entsprechenden Aufnahmebohrungen in den Motorstützen liegen und in Querrichtung symmetrisch dazu angeordnet sein müssen. Ist dies nicht der Fall und weichen die Bolzen von der Senkrechten ab, kann dies zu erheblichen Vibrationen und zur Zerstörung der Gummielemente führen.

5 Ausrichtpraxis



Hat man festgestellt, in welche Richtung und um welchen Betrag der Motor versetzt ist, kann man mit dem Ausrichten beginnen. Vor Beginn der Arbeiten sollte man sich genau darüber im Klaren sein, wie sich die einzelnen Verstellungen der Schwingmetalle auf die Lage des Getriebeflansches auswirken.

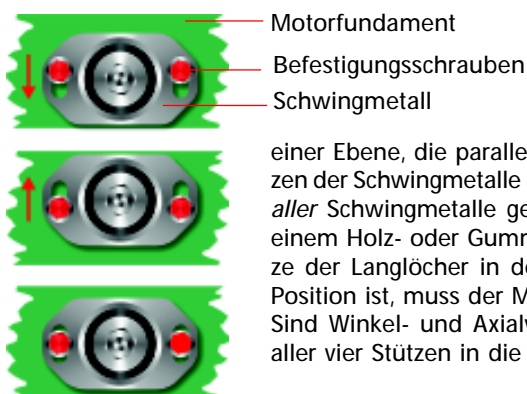
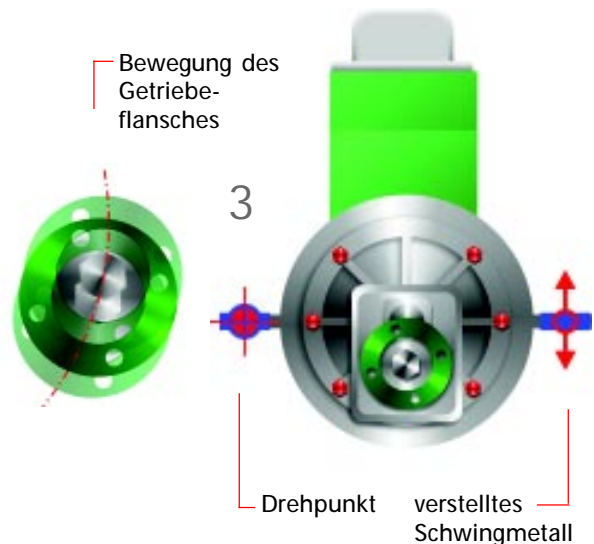
Damit die Festpunkte der Motorstützen in einer Ebene bleiben (wichtig für eine gleichmäßige Belastung der Schwingmetalle), sollten die Einstellschrauben der Schwingelemente nur paarweise verstellt werden, also zum Beispiel beide vorderen um den gleichen Betrag nach oben, beide links um den gleichen Betrag nach unten und so weiter.

Die folgenden Beispiele beziehen sich auf Getriebe mit abgewinkelttem Abgang. Beispiele 1 und 2 können jedoch auch auf Getriebe mit achsgleichem Abgang angewendet werden. Wichtig bei der ganzen Geschichte ist, dass man weiß, wo der jeweilige Drehpunkt der Motor/Getriebekombination liegt, wenn die Schwingelemente verstellt werden.

Werden die **vorderen Elemente** verstellt (1), liegt der Drehpunkt in der Achse durch die Auflagen der hinteren Stützen. Der Getriebeflansch beschreibt eine Bewegung auf einem Kreisbogen, dessen Mittelpunkt folglich durch die hinteren Stützen bestimmt wird. Eine Verstellung der vorderen Stützen ist daher sinnvoll, wenn große Winkelabweichungen in der Vertikalen ausgeglichen werden müssen.

Werden die **hinteren Stützen** verstellt (2), ergibt sich ein ähnliches Bild, nur dass der Radius des Kreisbogens wesentlich größer ist. Der Winkel des Flansches zur Vertikalen verändert sich hier zwar auch, ist aber gleichzeitig mit einer größeren Höhenänderung in der Position des Flansches verbunden.

Werden die **seitlichen Stützen** paarweise verstellt (3), beschreibt der Getriebeflansch einen Kreisbogen, dessen Radius quer zur Motorlängsachse liegt und dessen Mittelpunkt sich auf der Längsachse durch die gegenüberliegenden Stützen befindet. Damit lassen sich leichte axiale Fluchtungsfehler ausgleichen, ohne den Winkel zwischen Getriebe- und Wellenflansch zu verändern. **Größere axiale Abweichungen oder Winkelversatz** in



einer Ebene, die parallel zur Fundamentebene liegt, lassen sich in der Regel nur durch Versetzen der Schwingmetalle auf dem Fundament beseitigen. Dazu werden die Befestigungsschrauben *aller* Schwingmetalle gelöst und anschließend die Schwingmetalle durch leichte Schläge mit einem Holz- oder Gummihammer in die entsprechende Position gebracht. Wird hier die Grenze der Langlöcher in den Schwingmetallkonsolen erreicht, bevor der Motor in der richtigen Position ist, muss der Motor neu gelagert werden.

Sind Winkel- und Axialversatz ausgeglichen, kann der Motor durch gleichmäßiges Verstellen aller vier Stützen in die gewünschte Höhe gebracht werden.