

MONTAGEANLEITUNG

GENERISCHER GETRIEBEFAN

ERSTELLT VON:
PATRICK M. LORRIG

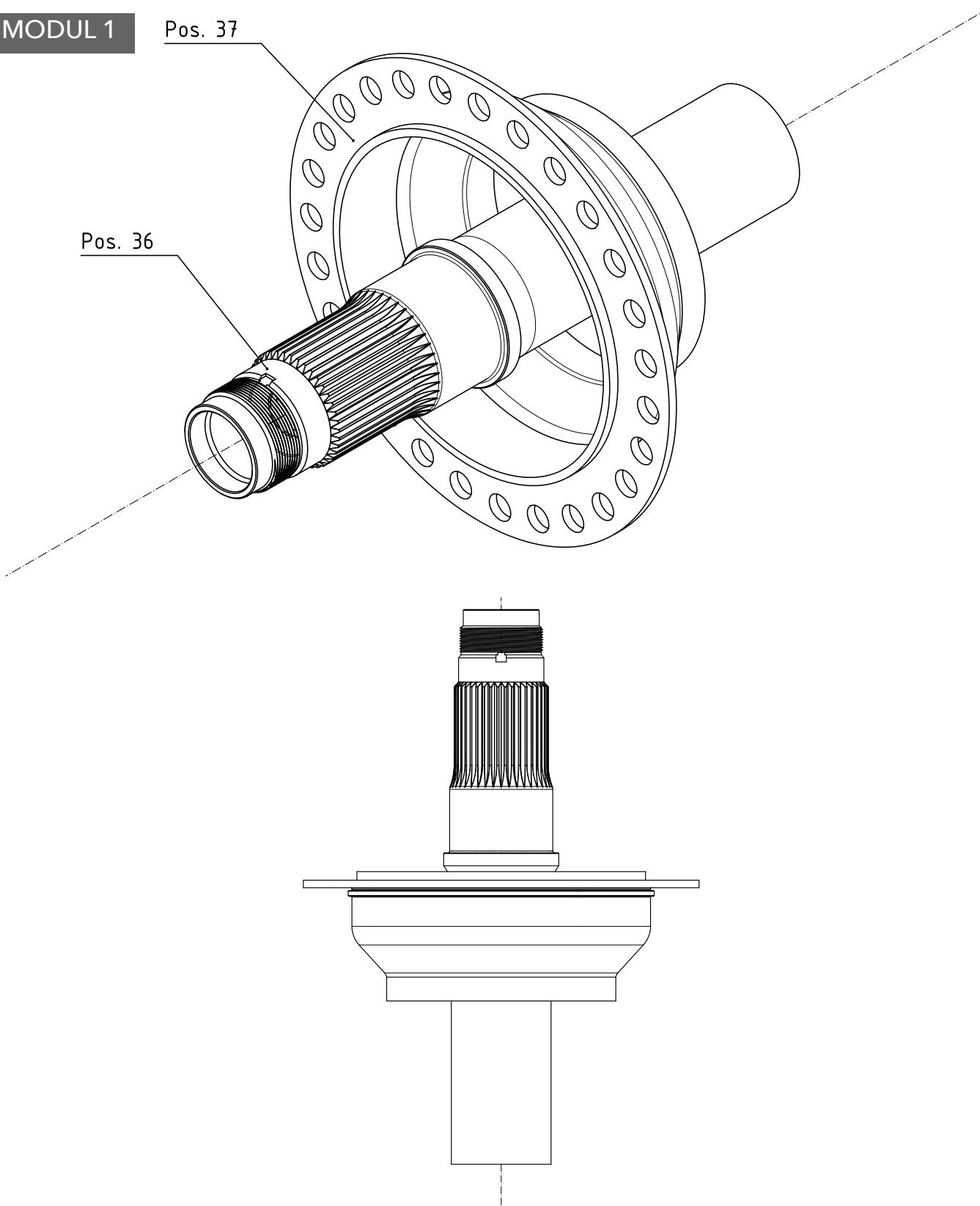
MATRIKELNUMMER:

11.02.2015

ILAKON WS 2014/2015

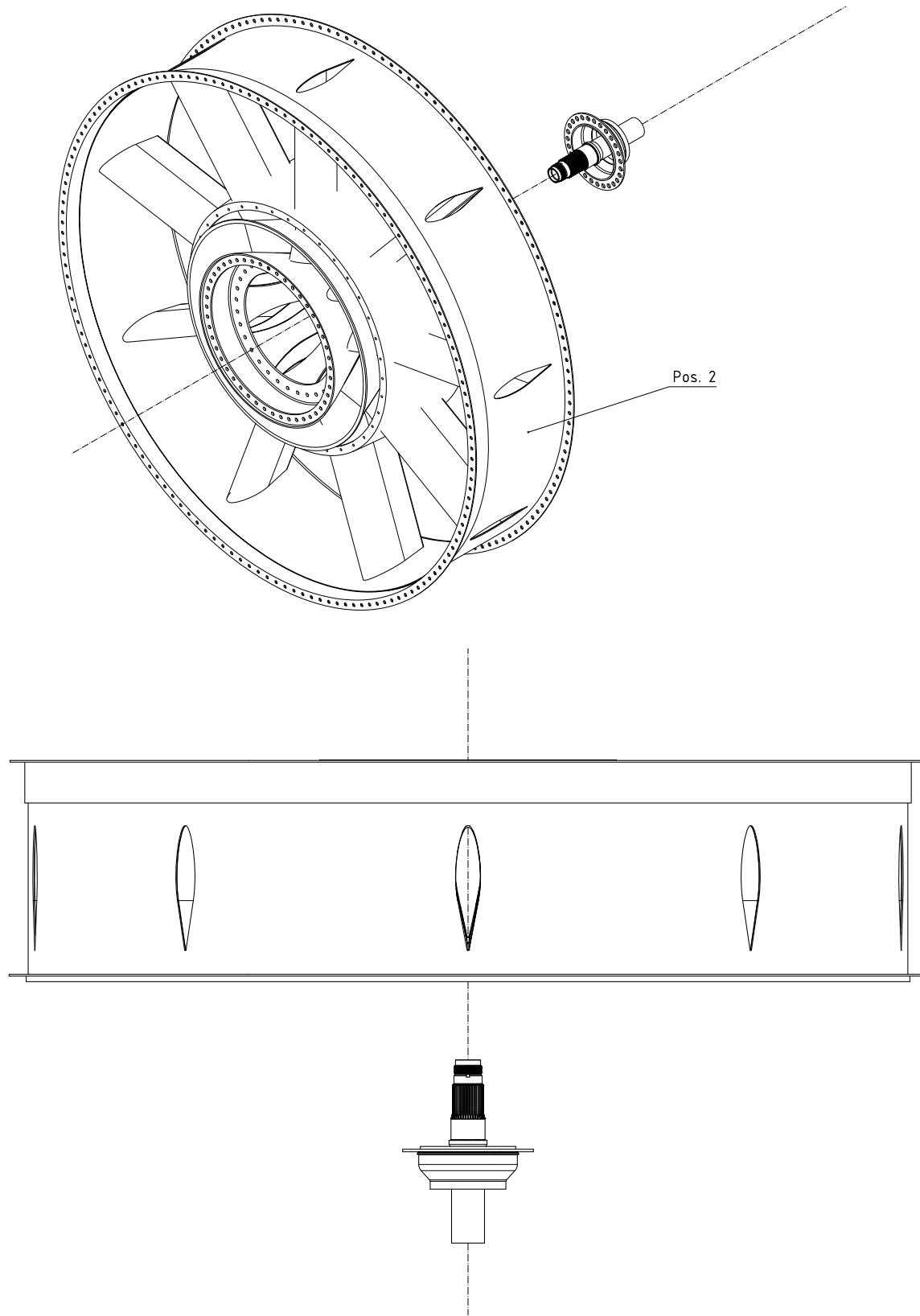
UNIVERSITÄT STUTTGART

MODUL 1



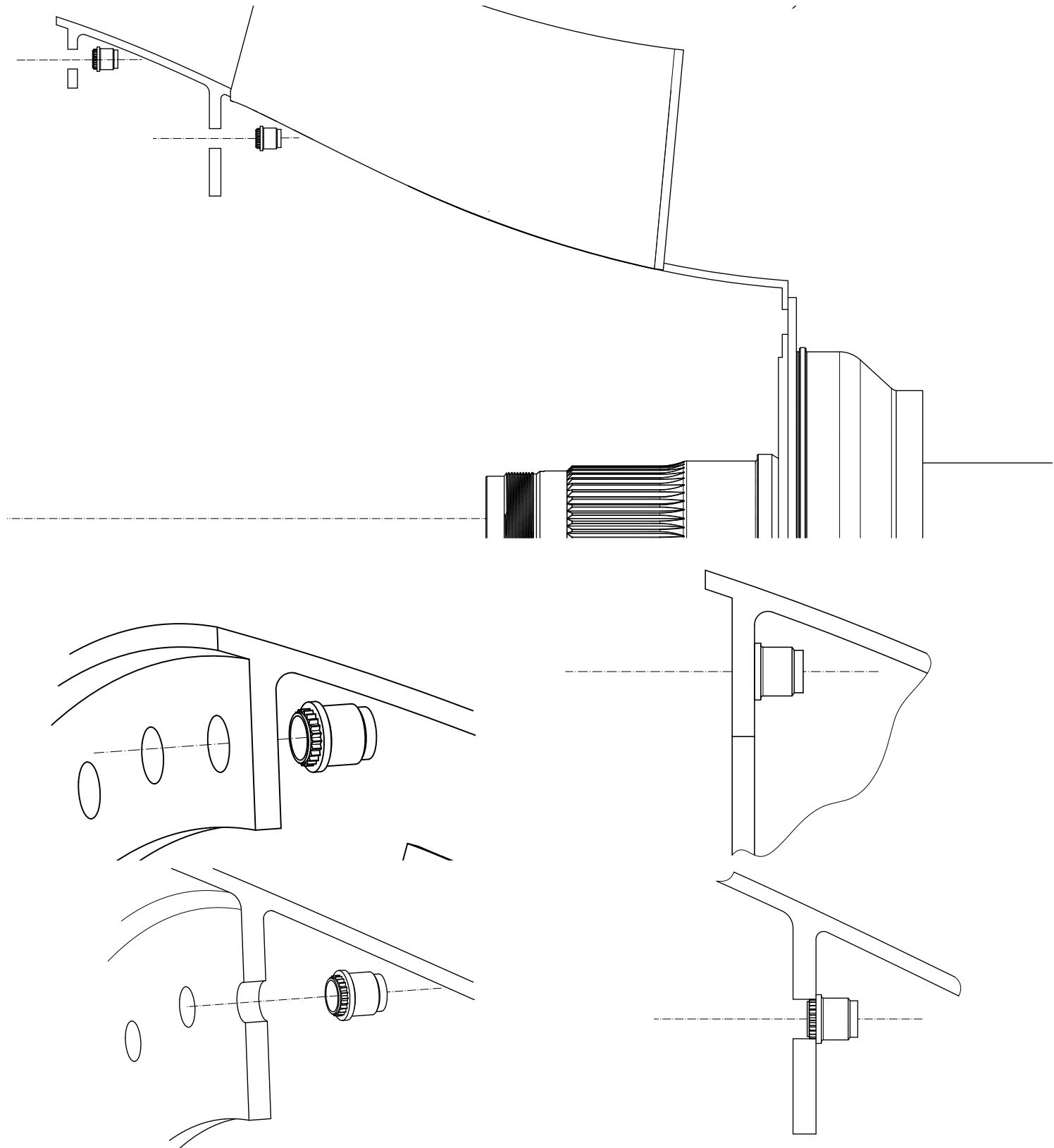
Schritt 0

Das Triebwerk kommt von der vorherigen Montage bereits im restlich zusammengebauten Zustand. Zur Übersichtlichkeit wurden alle anderen Teile ausgeblendet und nur die anschlussrelevanten Teile , der Stubshaft (Pos. 37) und der HD Flansch (Pos. 36) dargestellt.
Das Triebwerk befindet sich in einer senkrechten Position mit dem Anschluss des Stubshafts nach oben zeigend. Diese Position wird bis Schritt 36 beibehalten.



Schritt 1

Das Strutmodul (Pos. 2) wird auf den Stubshaft (Pos. 37) auf geschoben und von unten mit einer Vorrichtung in Position gehalten, falls keine weiteren Anschlüsse von dem Hochdruckverdichter vorhanden sind. Sollten Anschlüsse vorhanden sein so wird das Strutmodul daran angeschlossen und die Vorrichtung kann danach entfernt werden.

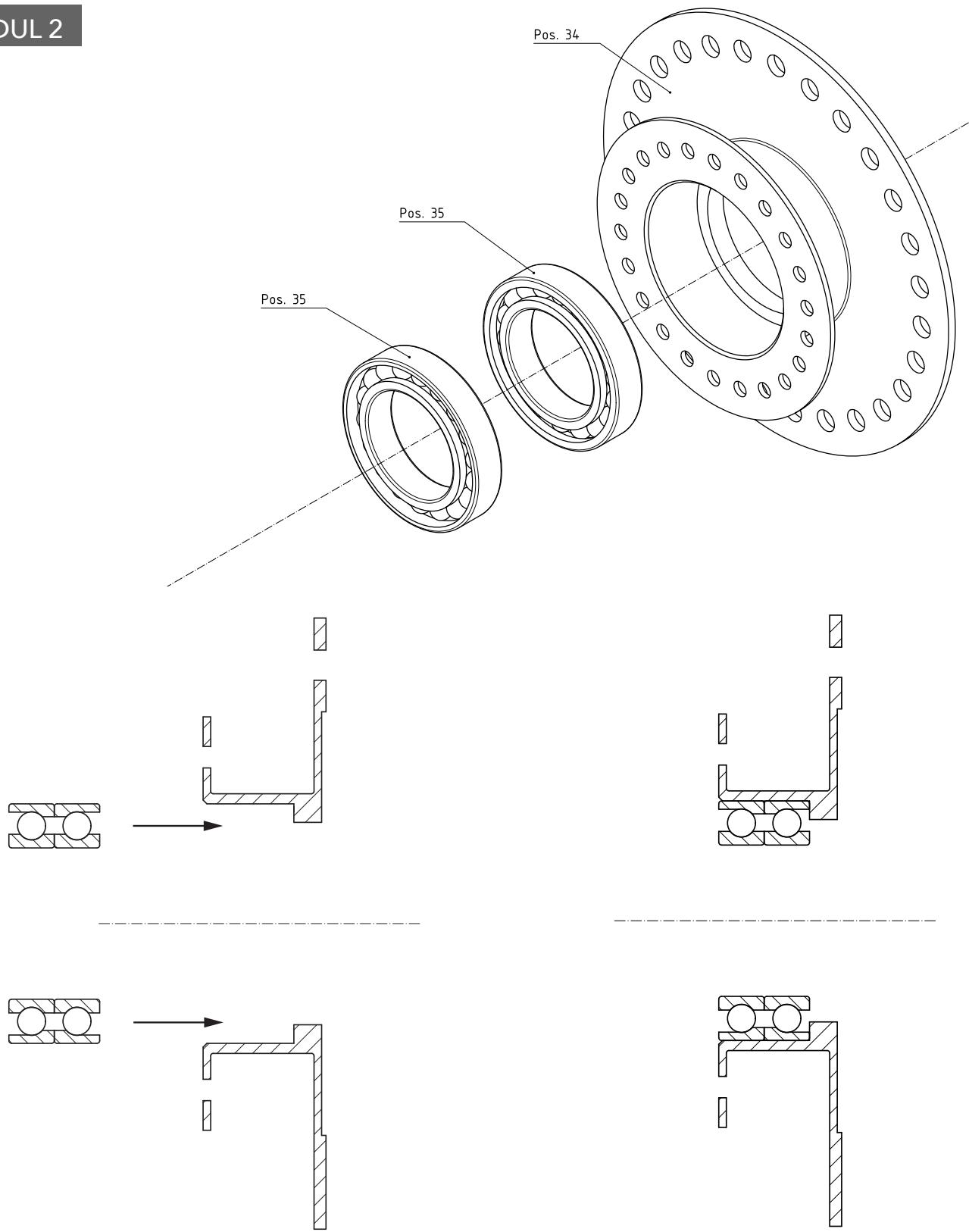


Schritt 2

(Zur besseren Übersicht wurden die Struts sowie die Zwischengehäuse ausgeblendet)

In die beiden vorderen Flansche werden die Einnietmuttern EN 3014 - 080 (Pos. 40) von hinten eingebracht. Dabei sind einmal 47 in den vorderen und 32 in den hinteren Flansch vorgesehen.

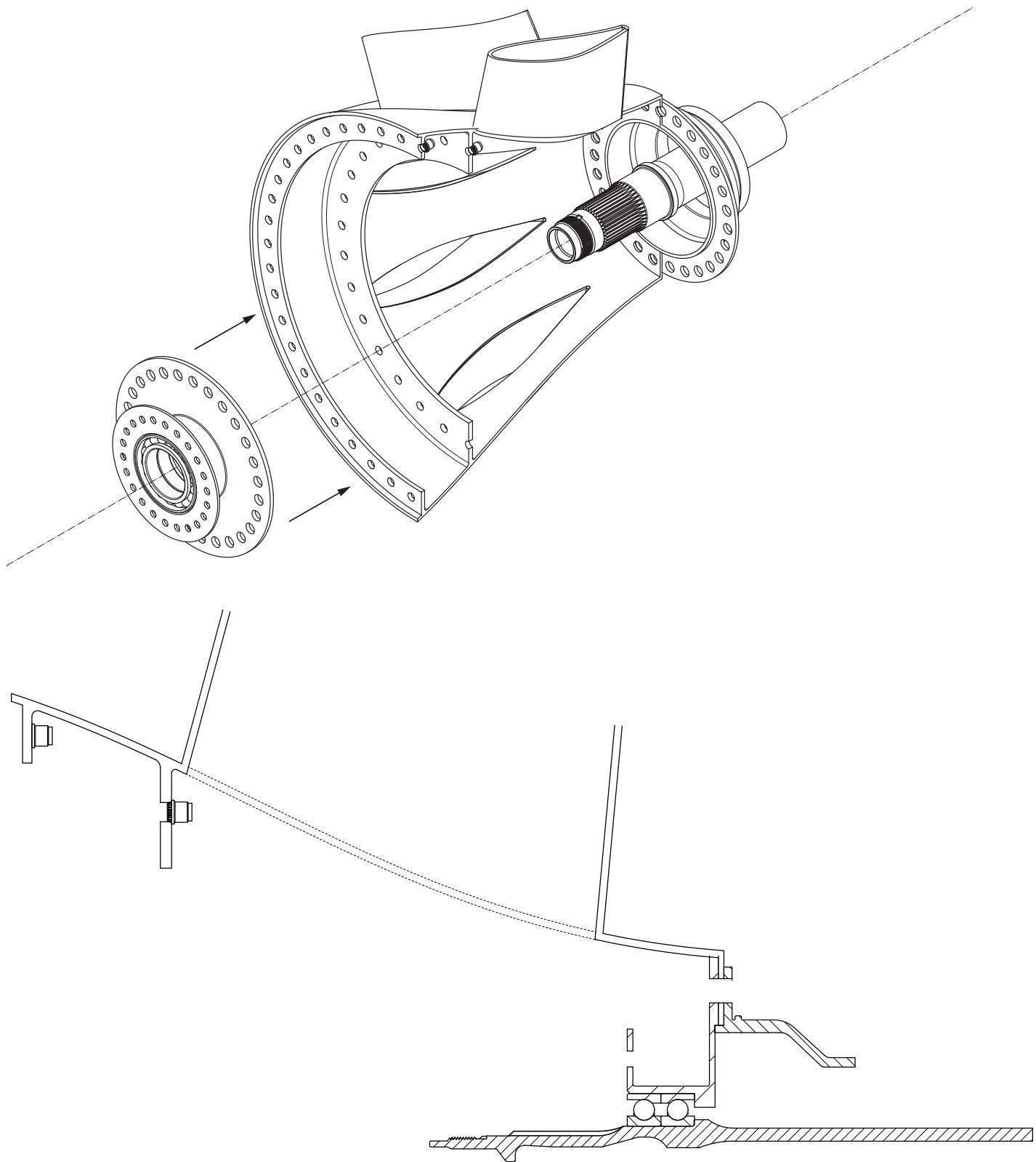
MODUL 2



Schritt 3

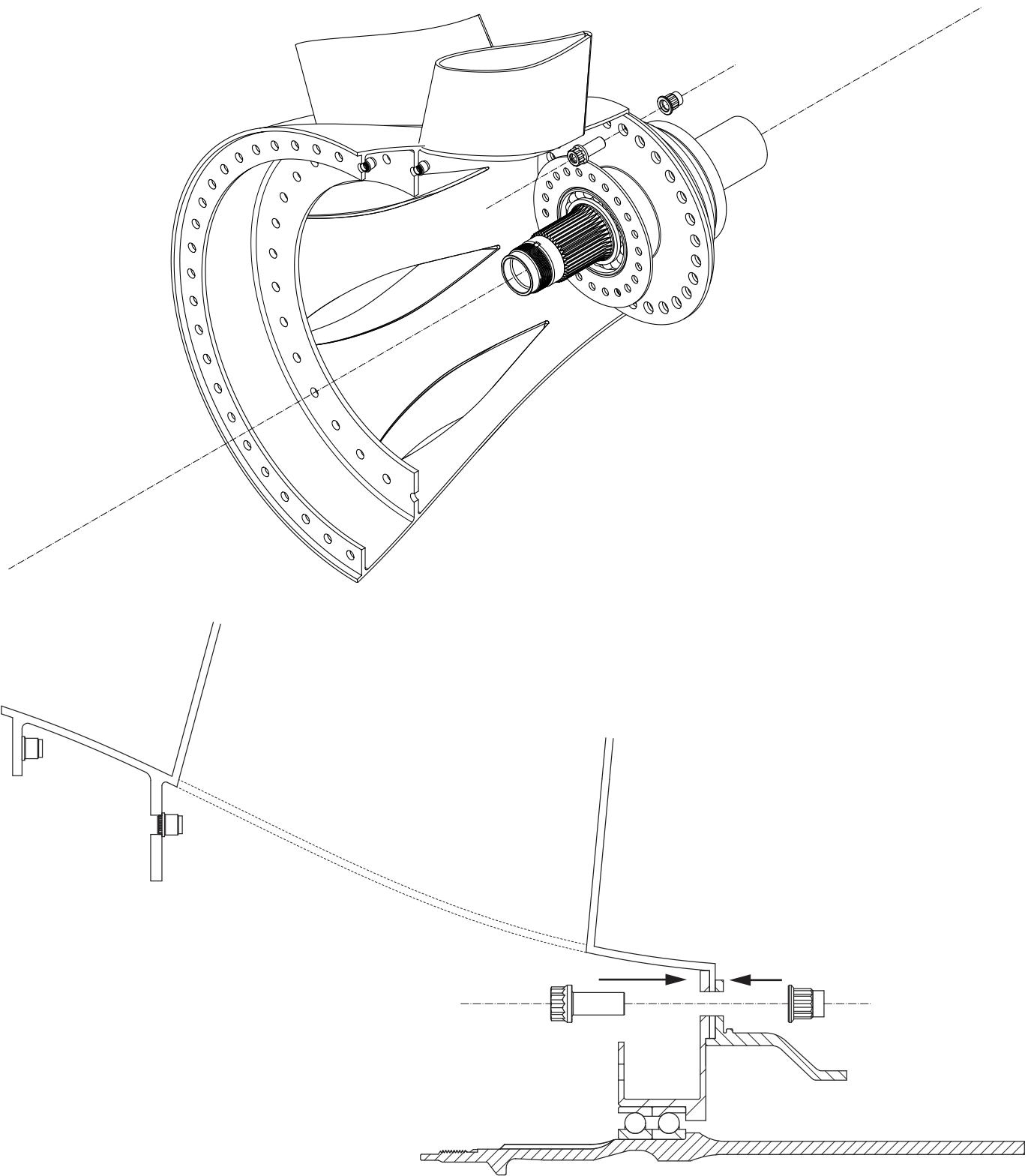
Es werden die beiden Spindellager (Pos. 35) in die hintere Aufhängung (Pos. 34) eingeschoben. Hierbei ist besonders auf die Ausrichtung der Lager zu achten. Die dickeren Wangen der Innenringe müssen so positioniert werden, dass sie sich berühren (angestellte O-Lager).

Die Spindellager sind auf Luftfahrtzulassung zu prüfen.



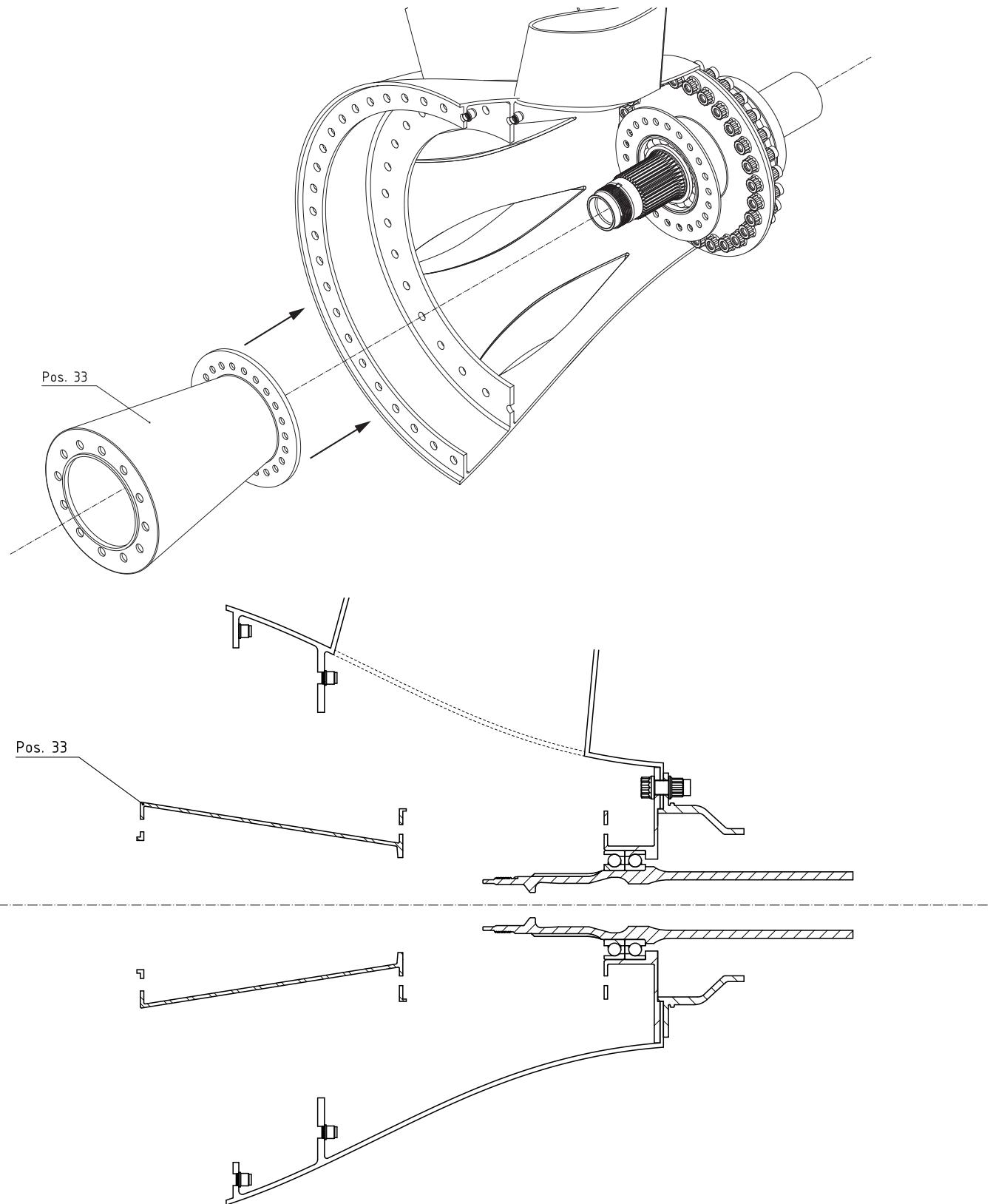
Schritt 4

Die aus Schritt 3 vorgefertigte hintere Aufhängung mit Lager wird auf den Stubshaft (Pos. 37) geschoben. Zwischen Lagerinnenring und Stubshaft ist eine Übermaßpassung gemäß Herstellerangaben vorgesehen und bei der Montage zu berücksichtigen.



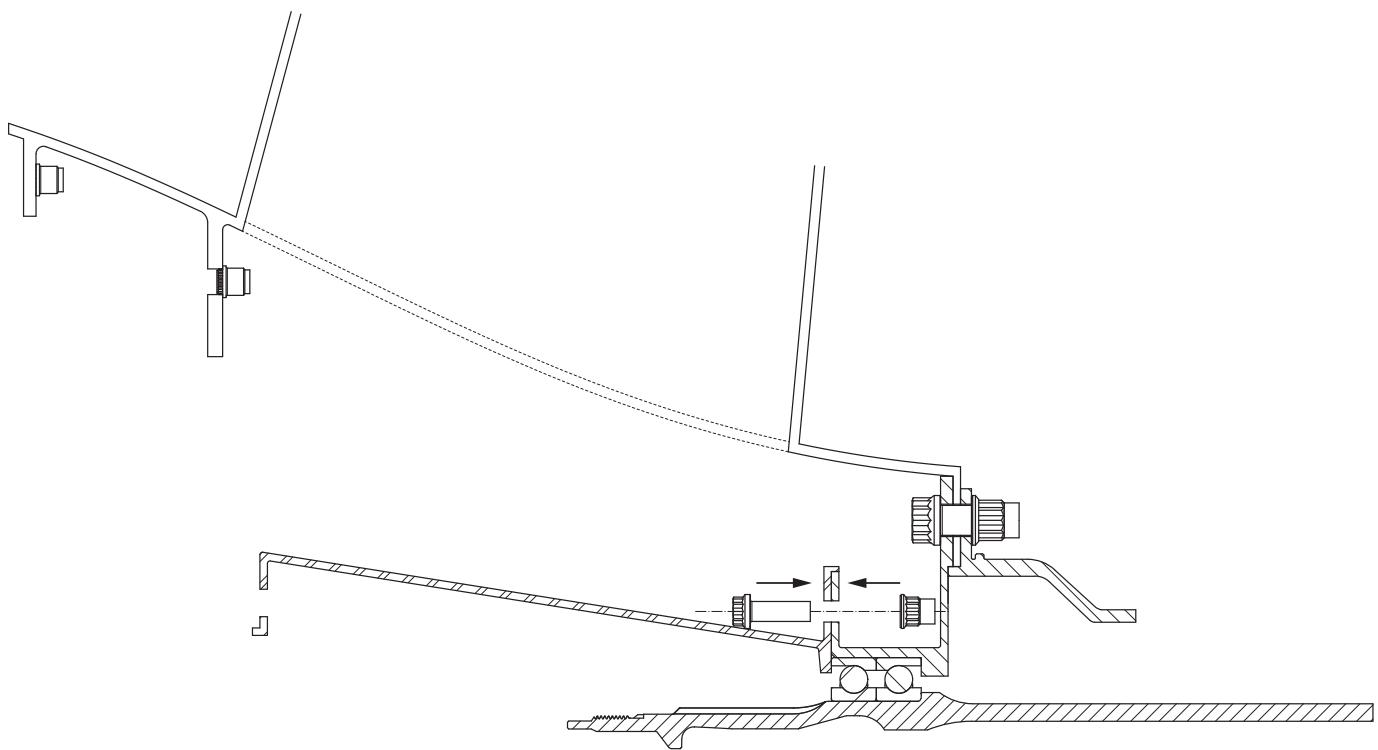
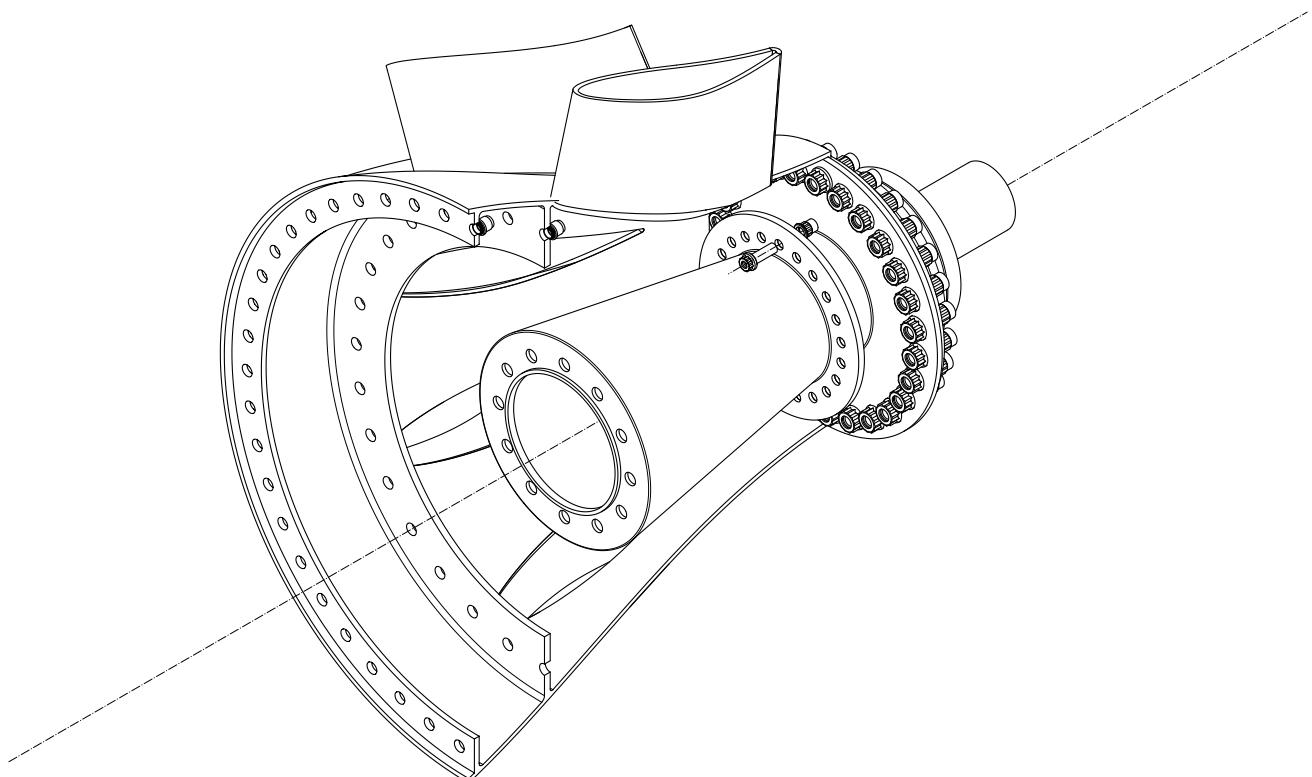
Schritt 5

Der HD-Flansch (Pos. 36), das Strutmodul (Pos. 2) sowie die hintere Aufhängung (Pos. 34) werden mit 27 Passschrauben DIN 65 438 - MJ12 x 12mm (Pos. 44) und Muttern DIN 65528 - MJ12 (Pos. 46) verschraubt.



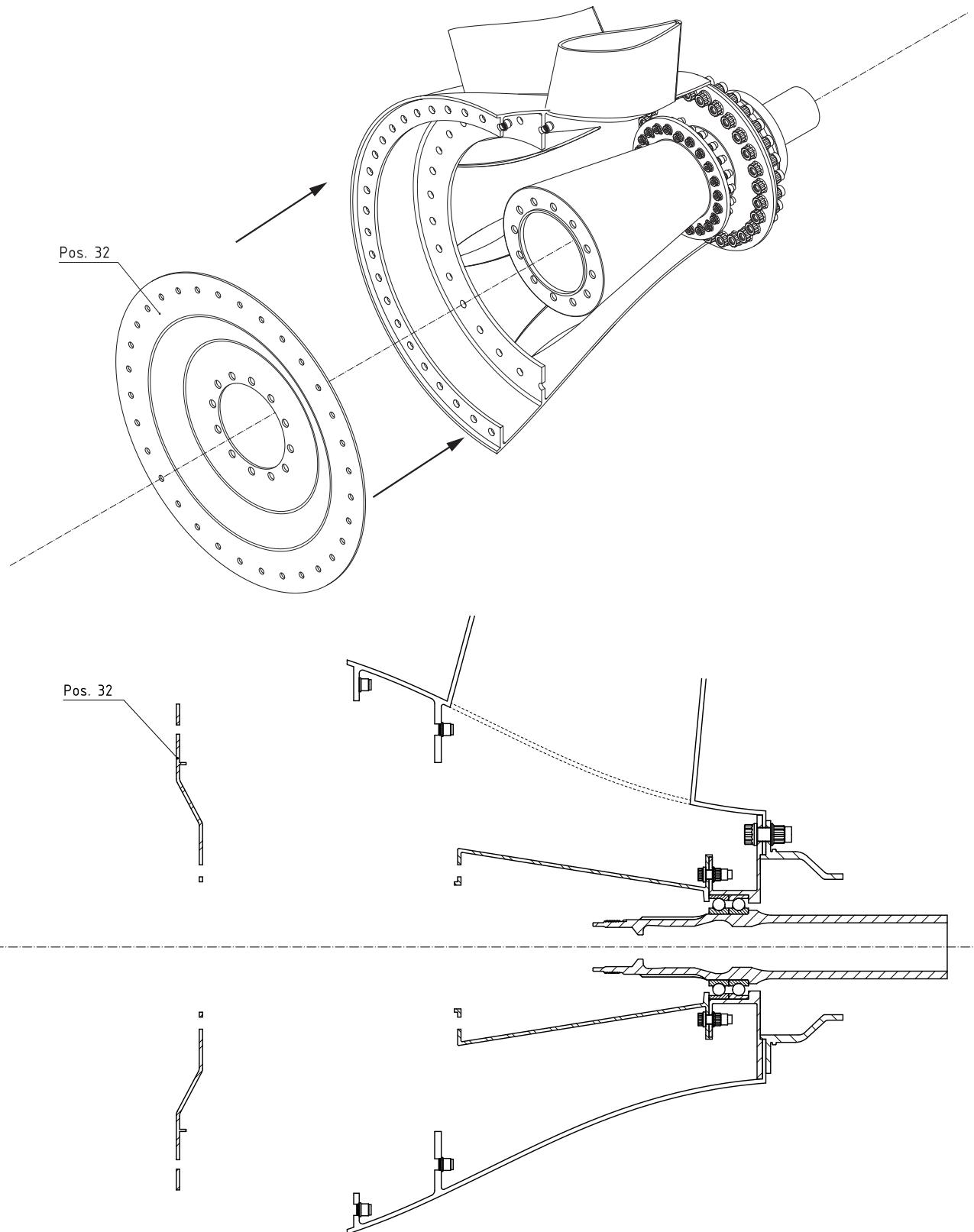
Schritt 6

Es wird die mittlere Aufhängung (Pos. 33) auf die hintere Aufhängung (Pos. 34) über den Stubshaft (Pos. 37) geschoben.



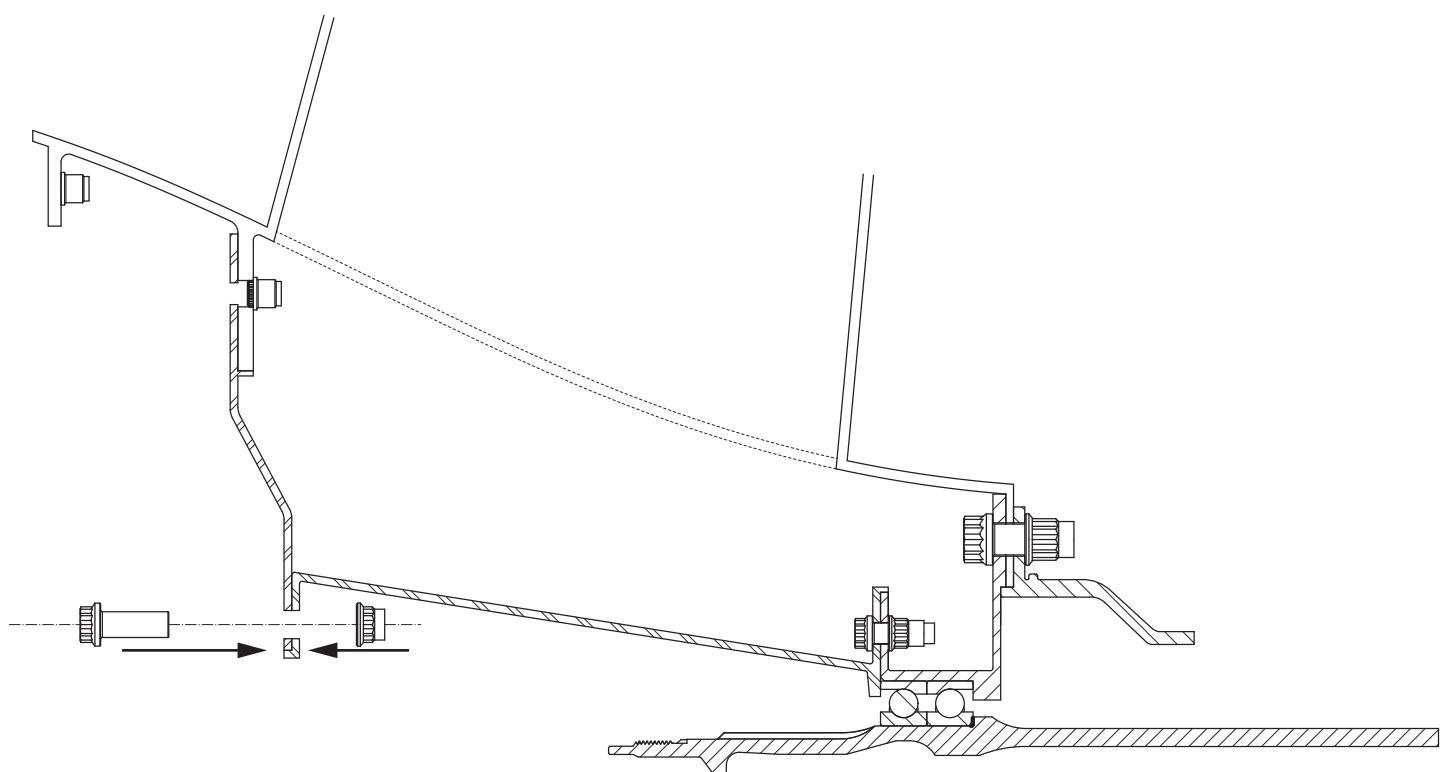
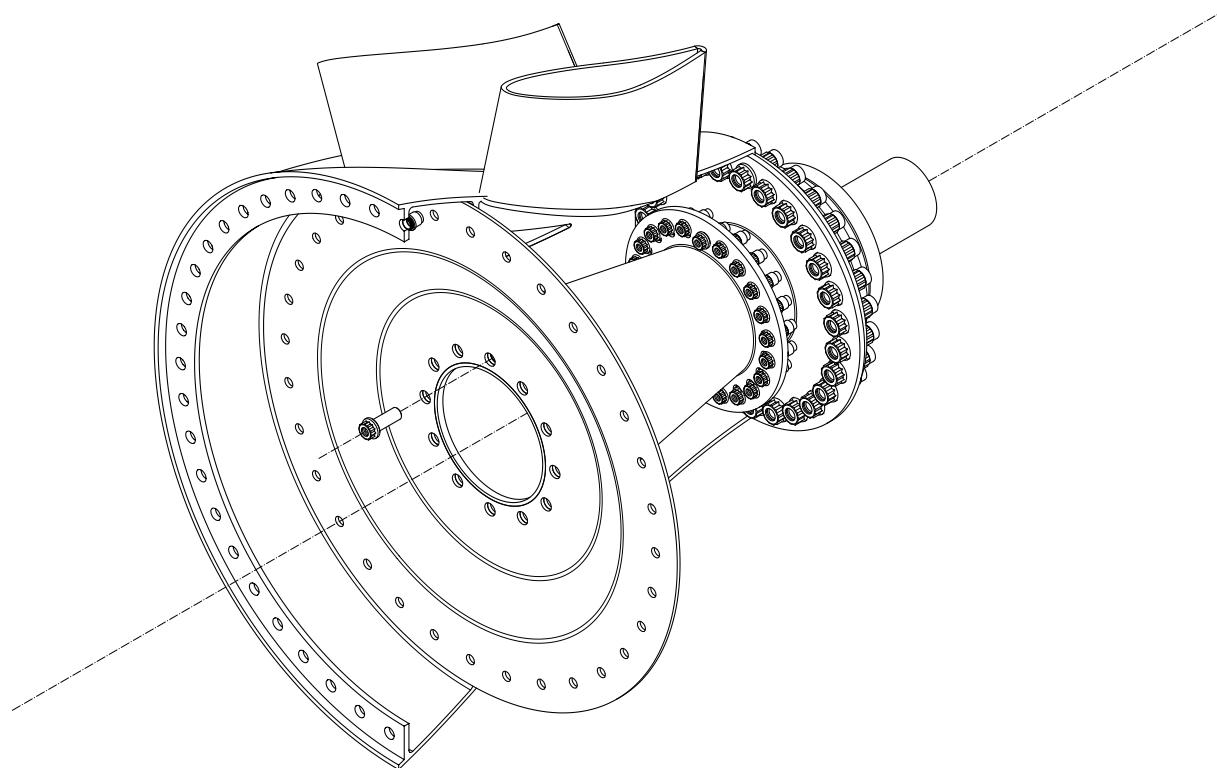
Schritt 7

Die mittlere (Pos. 33) und hintere Aufhängung (Pos. 34) werden mit 23 Schrauben EN 3328 - MJ8 x 6mm (Pos.41) und Muttern EN 65528 - MJ8 (Pos. 42) verschraubt.



Schritt 8

Die vordere Aufhängung (Pos. 32) wird auf die mittlere Aufhängung (Pos. 33) aufgeschoben.

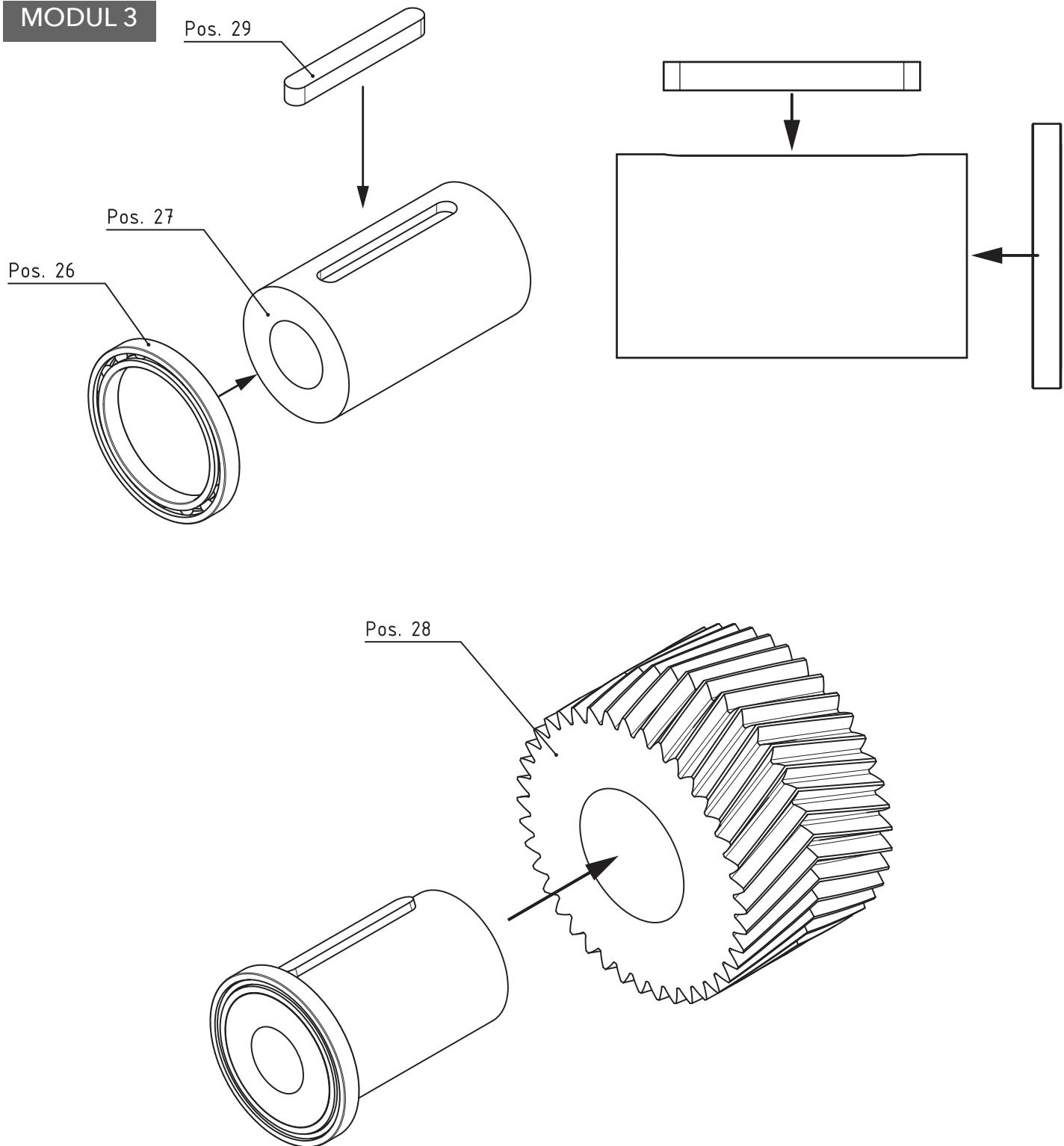


Schritt 9

Die vordere Aufhängung (Pos. 32) und die mittlere Aufhängung (Pos. 33) werden mittels 12 Passschrauben EN 3328 - MJ10 x 5mm (Pos. 43) und Muttern DIN 65528 - MJ10 (Pos. 45) verschraubt.

Nun wird zunächst das Getriebe vormontiert.

MODUL 3



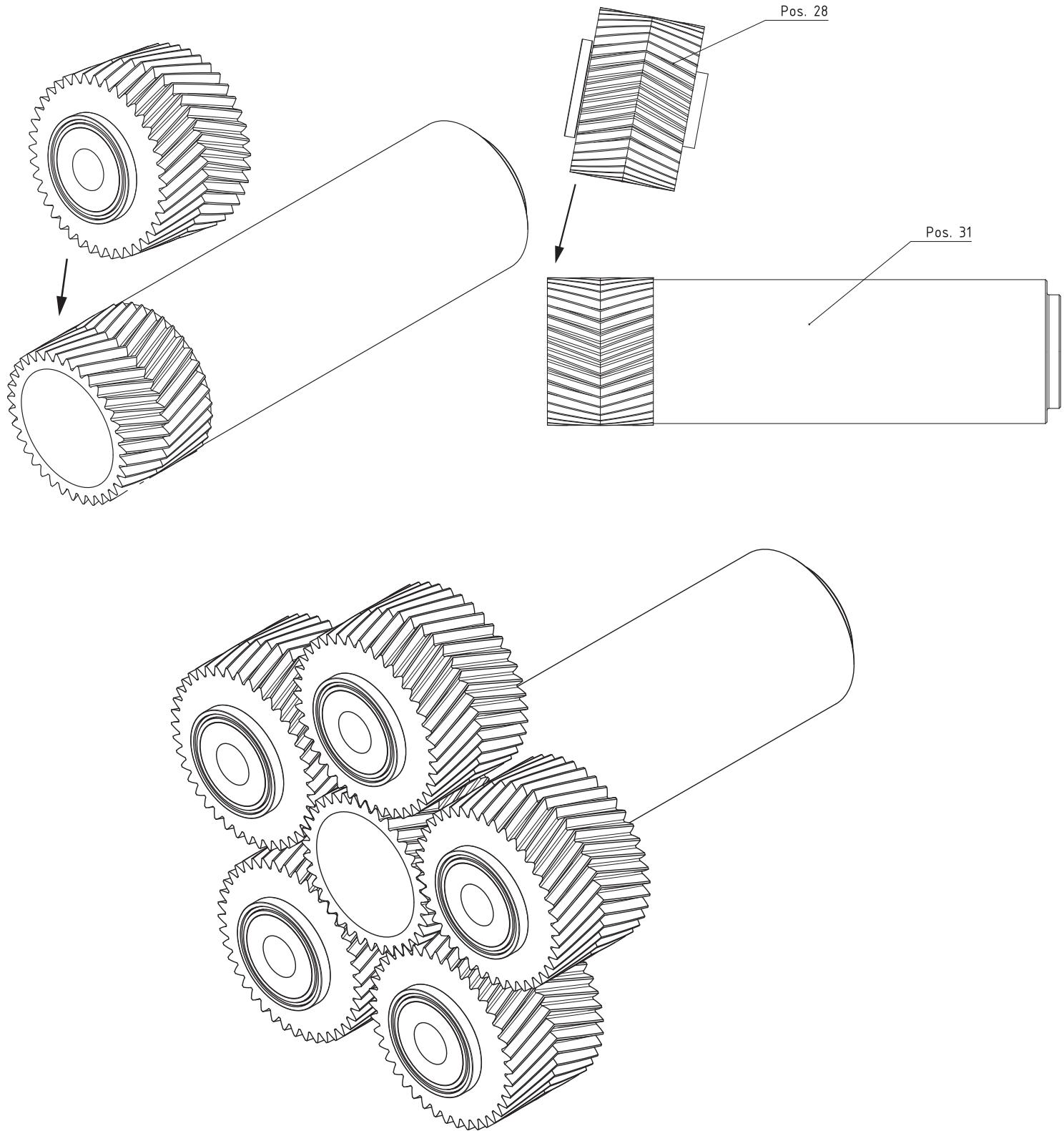
Schritt 10

Das Getriebe wird zunächst separat vormontiert. Erst danach wird das Sonnenrad (Pos. 31) auf den Stubshaft (Pos. 37) geschoben.

Die Planetenwelle (Pos. 27), die Passfeder (Pos. 29) sowie das vordere Planetenlager (Pos. 26) werden ineinander vormontiert. Dabei muss das vordere Lager genau mit der Seite der Planetenwelle abschließen. Wie in der unteren Abbildung zu sehen ist.

Schritt 11

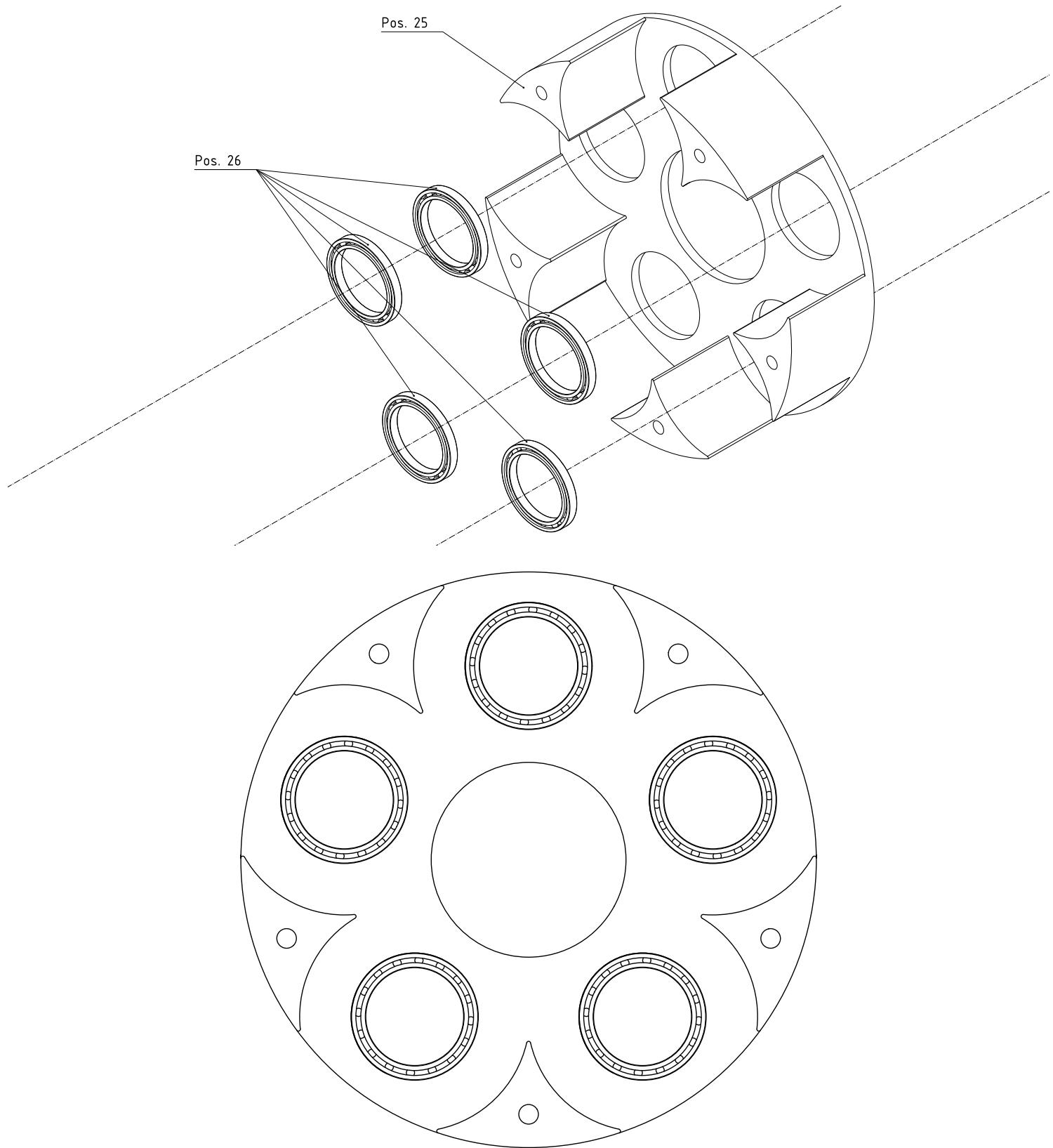
Anschließend wird dieses Gesamtpaket in das Planetenrad eingebracht. Das Gesamtpaket muss soweit eingebracht werden bis die Passfeder richtig sitzt. Nach dem Einbringen sollte noch ein Abstand zwischen Lager und Planetenrad von 1mm herschen.



Schritt 12

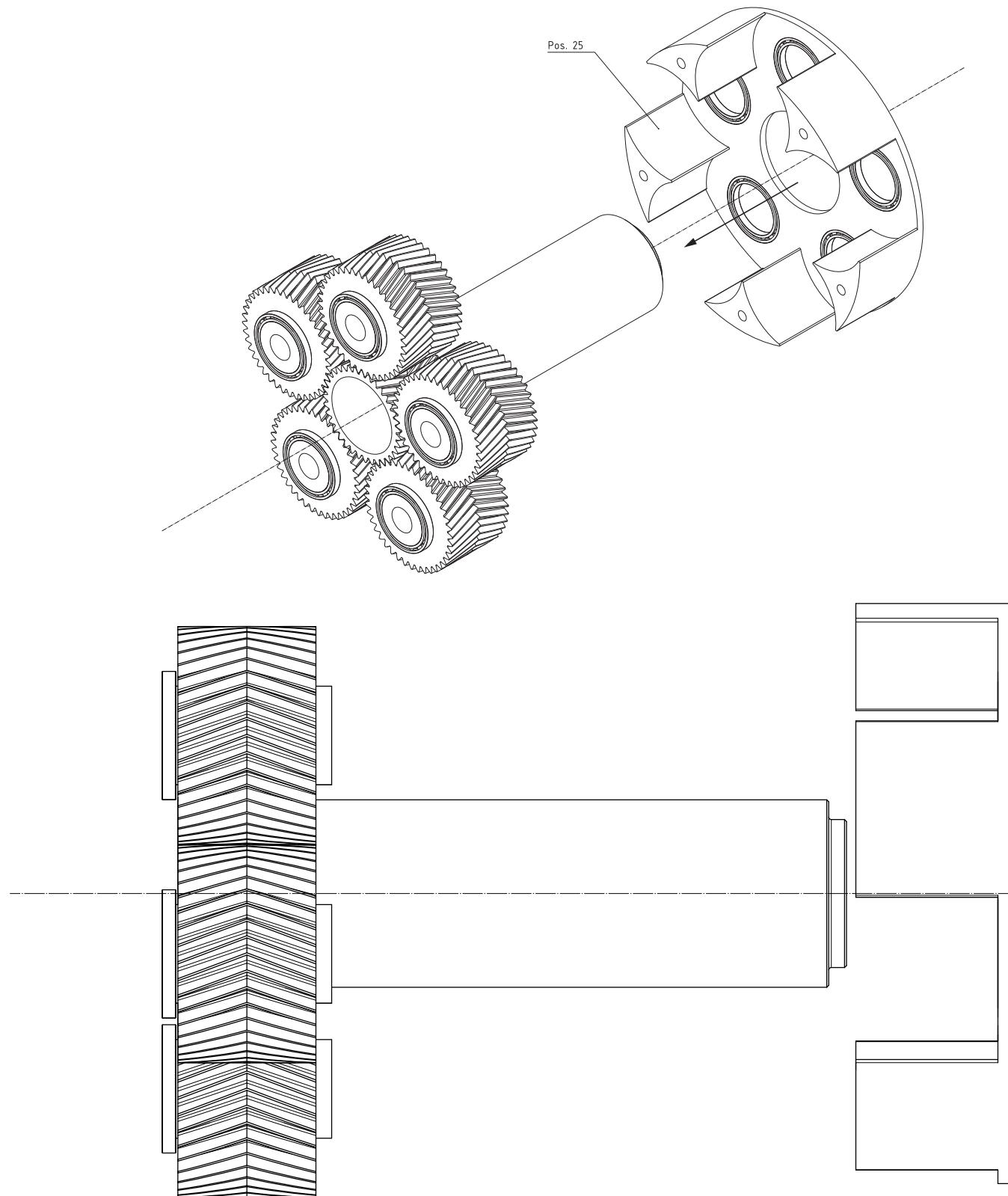
Die Planetenräder (Pos. 28) mit innenwelle wird schräg auf das Sonnenrad (Pos. 31) auf gesetzt. Das Sonnenrad liegt dabei auf einem Montagetisch mit der Antriebswelle nach oben zeigend. Das Planetenrad wird dann von einem Bolzen, welcher von unten durch den Tisch eingeschoben werden kann fixiert.

Anschließend werden die vier weiteren Planetenräder auf gesetzt.



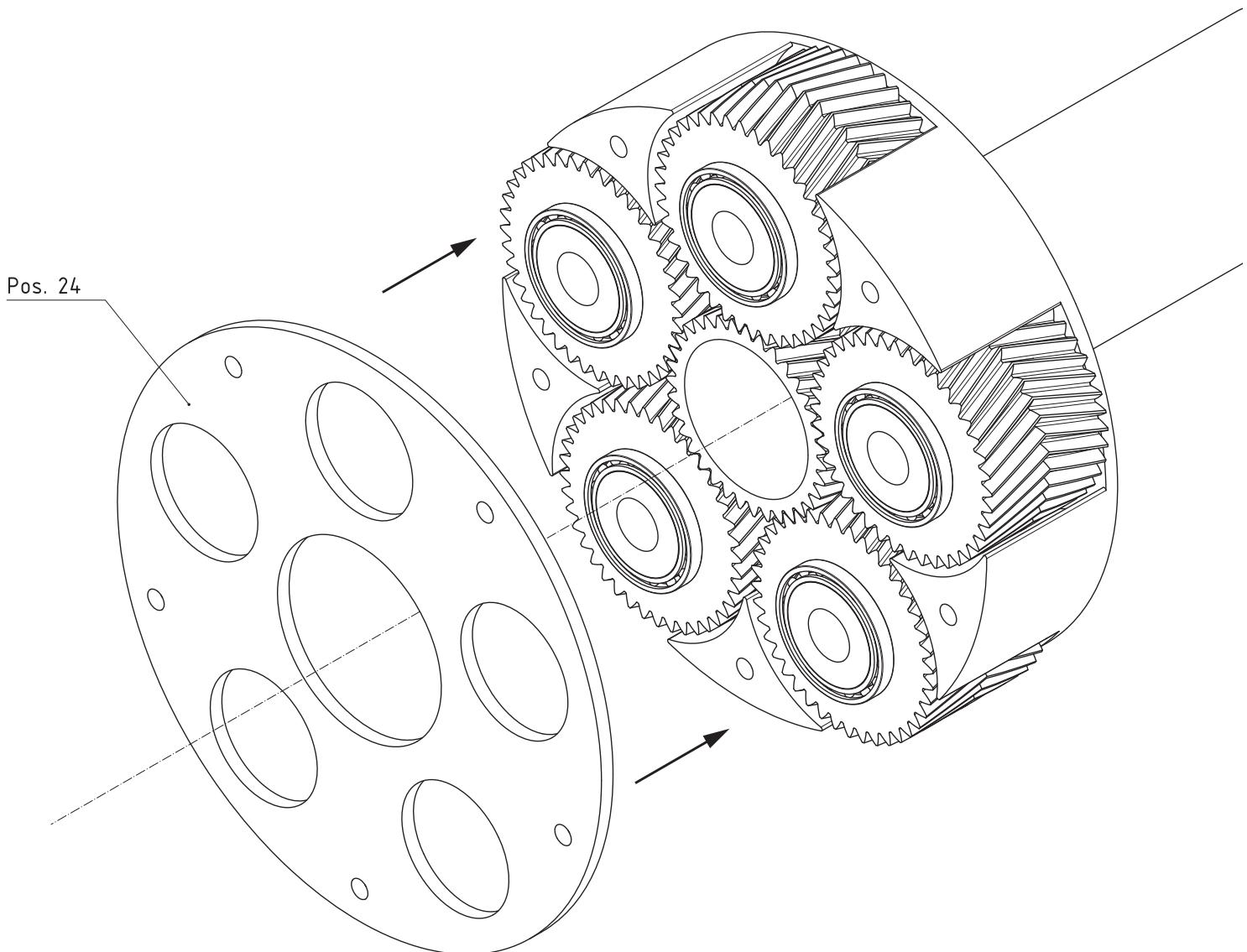
Schritt 13

Die hinteren Planetenlager (Pos. 26) werden in die hintere Planetenbefestigung (Pos. 25) mittels einer Übermaßpassung eingbracht. Aufgrund der Symmetrie des Bauteils ist die Reihenfolge hierbei egal.



Schritt 14

Die vormontierte hintere Gehäusebefestigung wird nun von oben auf das Sonnenrad (Pos. 31) aufgeschoben. Die inneren Lagerringe müssen komplett auf die inner Planetenwelle (Pos. 27) aufgeschoben werden. Die äußere Lagerwange schließt dann bündig mit der Planetenwelle (Pos. 27) ab. Der Spalt zwischen Planetenrad (Pos. 28) und innerer Lagerwange sollte mindestens 1mm betragen.

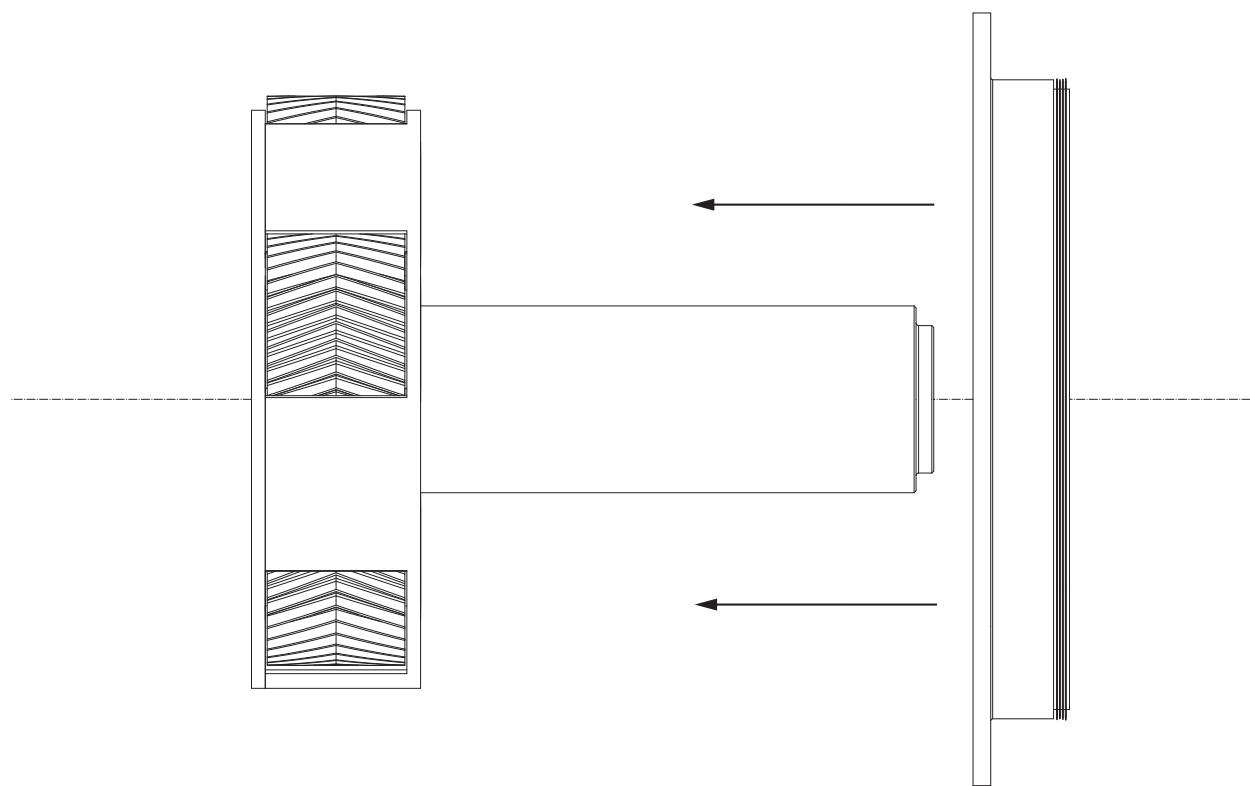
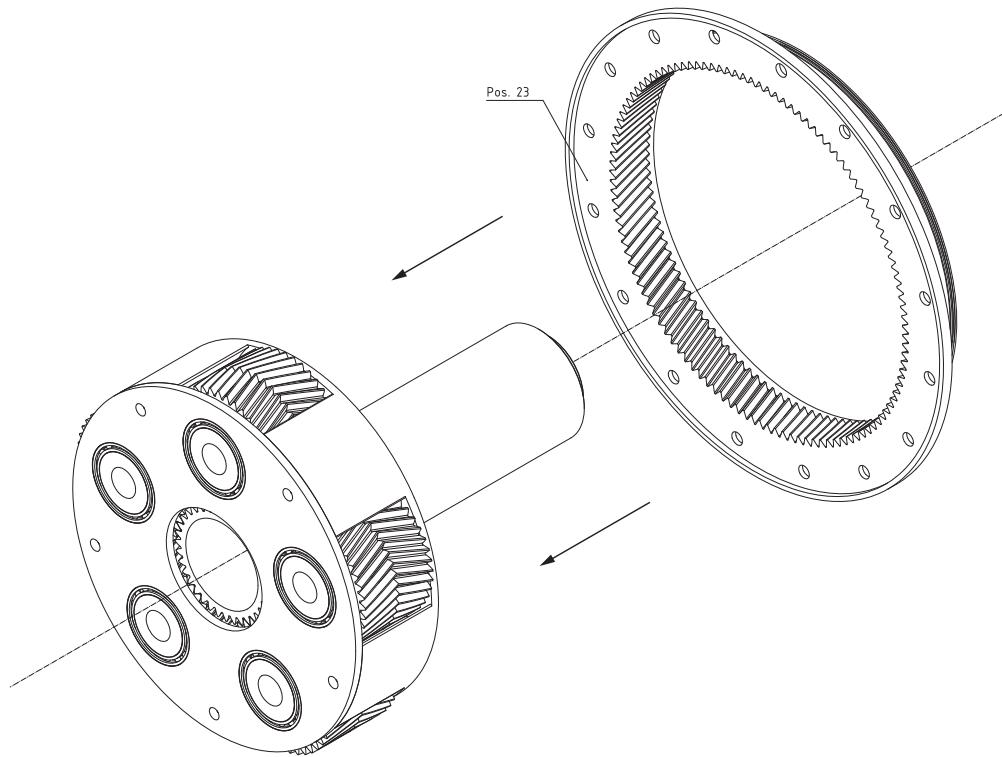


Schritt 15

Die bisherige Konstruktion wird auf von oben mit einer Vorrichtung so fixiert, dass man das gesamte bisherige Getriebe um 180° drehen kann. D.h. die Welle vom Sonnenrad nach unten zeigt.

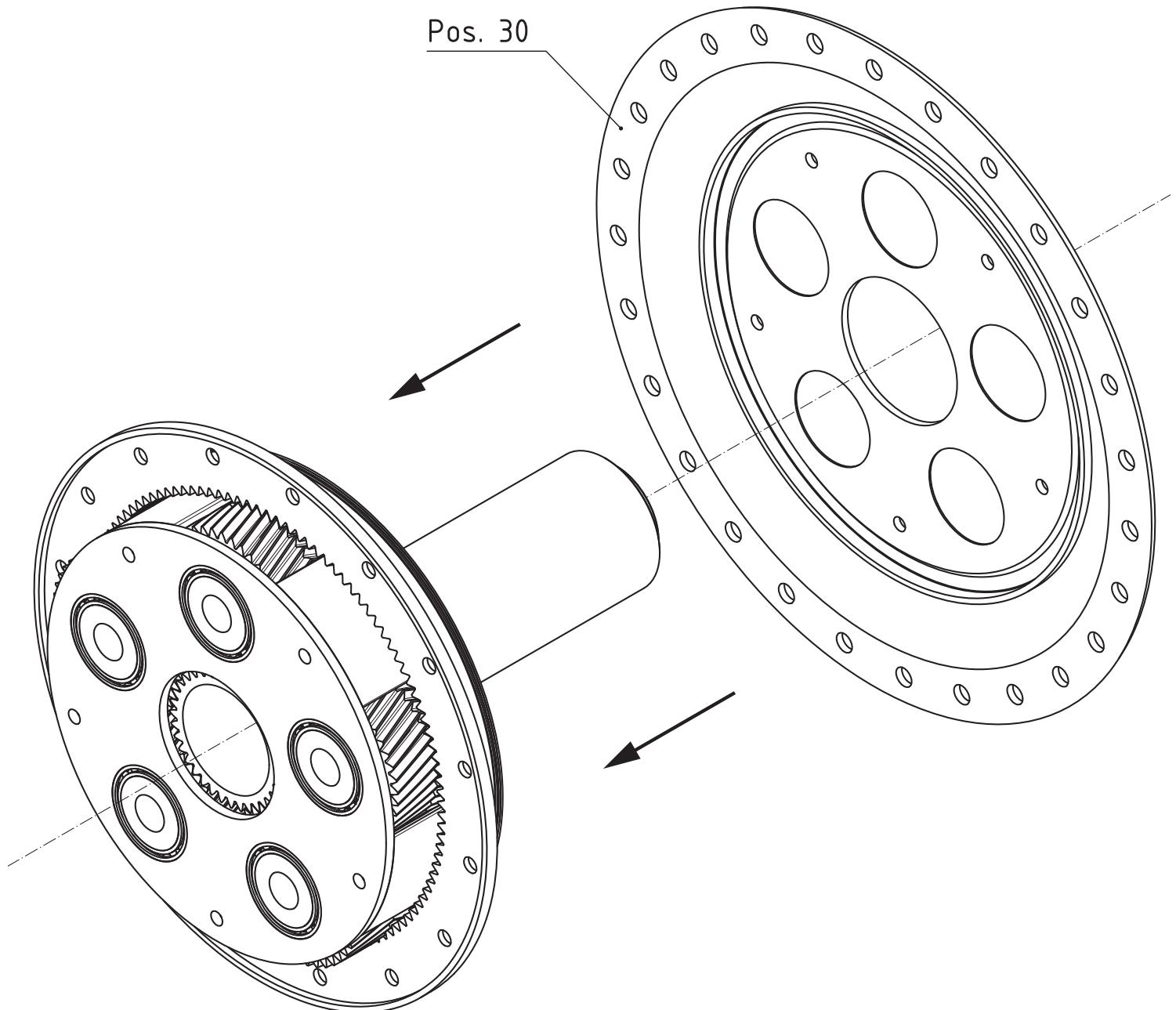
Die vordere Gehäusebefestigung (Pos. 24) wird von vorne auf die Lager (Pos. 26) mittels Übermaßpassung drauf gesetzt. Aufgrund der symmetrischen Verteilung der Planetenräder ist keine besondere Ausrichtung zu beachten.

Anschließend wird die Konstruktion wieder zurück gedreht, sodass die Welle des Hohlrades nach oben zeigt.



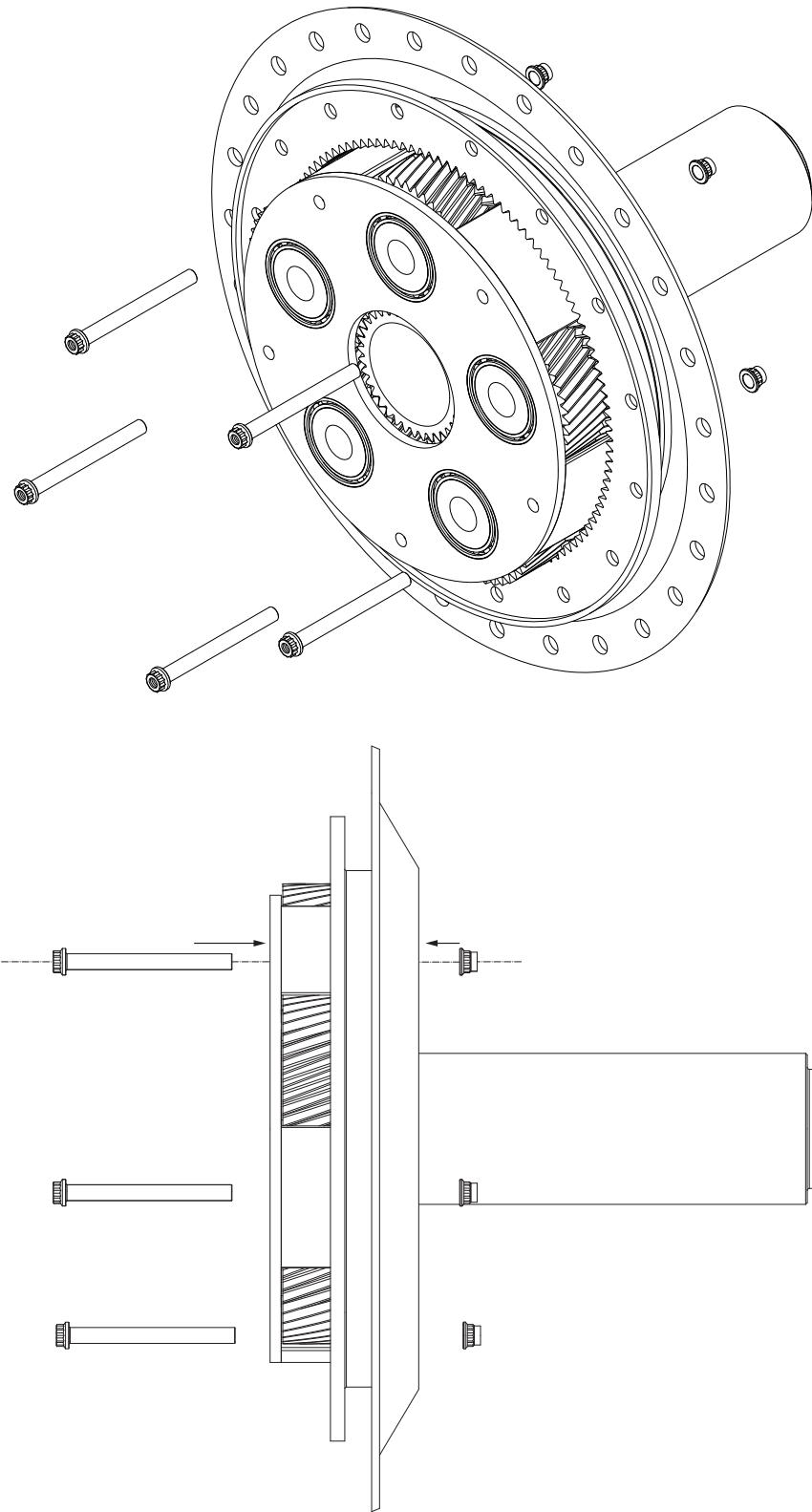
Schritt 16

Das hintere Hohlrad (Pos. 23) wird von oben über das Sonnenrad (Pos. 31) aufgeschoben. Beim aufschieben auf die Planetenräder (Pos. 28) muss das Hohlrad leicht um seine eigene Achse gedreht werden bis es komplett drauf sitzt.



Schritt 17

Die Gehäusebefestigung (Pos. 30) wird nun von oben über das Sonnenrad (Pos. 31) aufgeschoben. Die Ausbuchtungen der Gehäusebefestigung (Pos. 30) sollten genau über den Lagern liegen. Ebenso sollen sich die inneren Bohrungen überdecken.

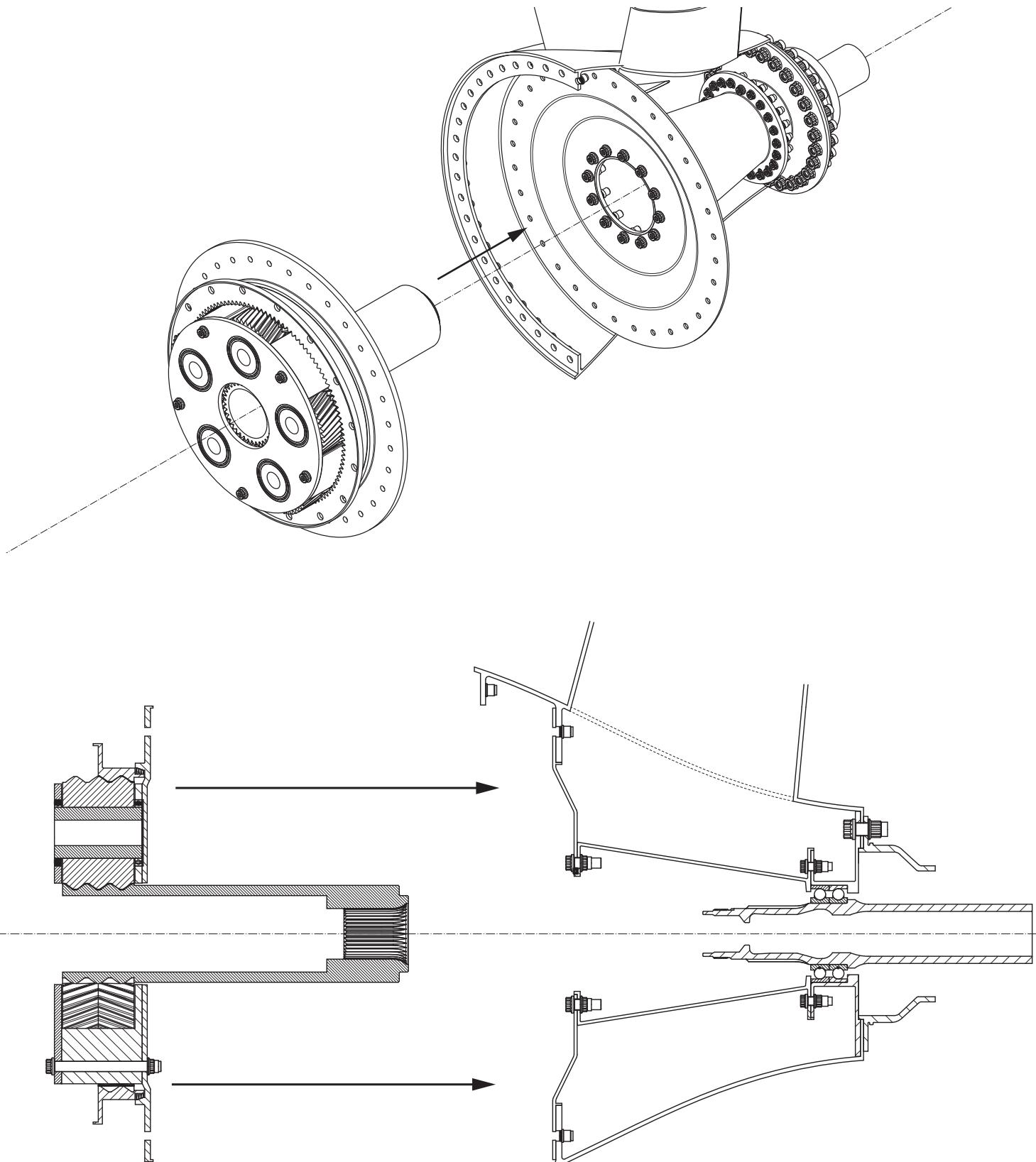


Schritt 18

Die Konstruktion wird von einer Halterung von oben und unten fixiert und auf die Seite gedreht.

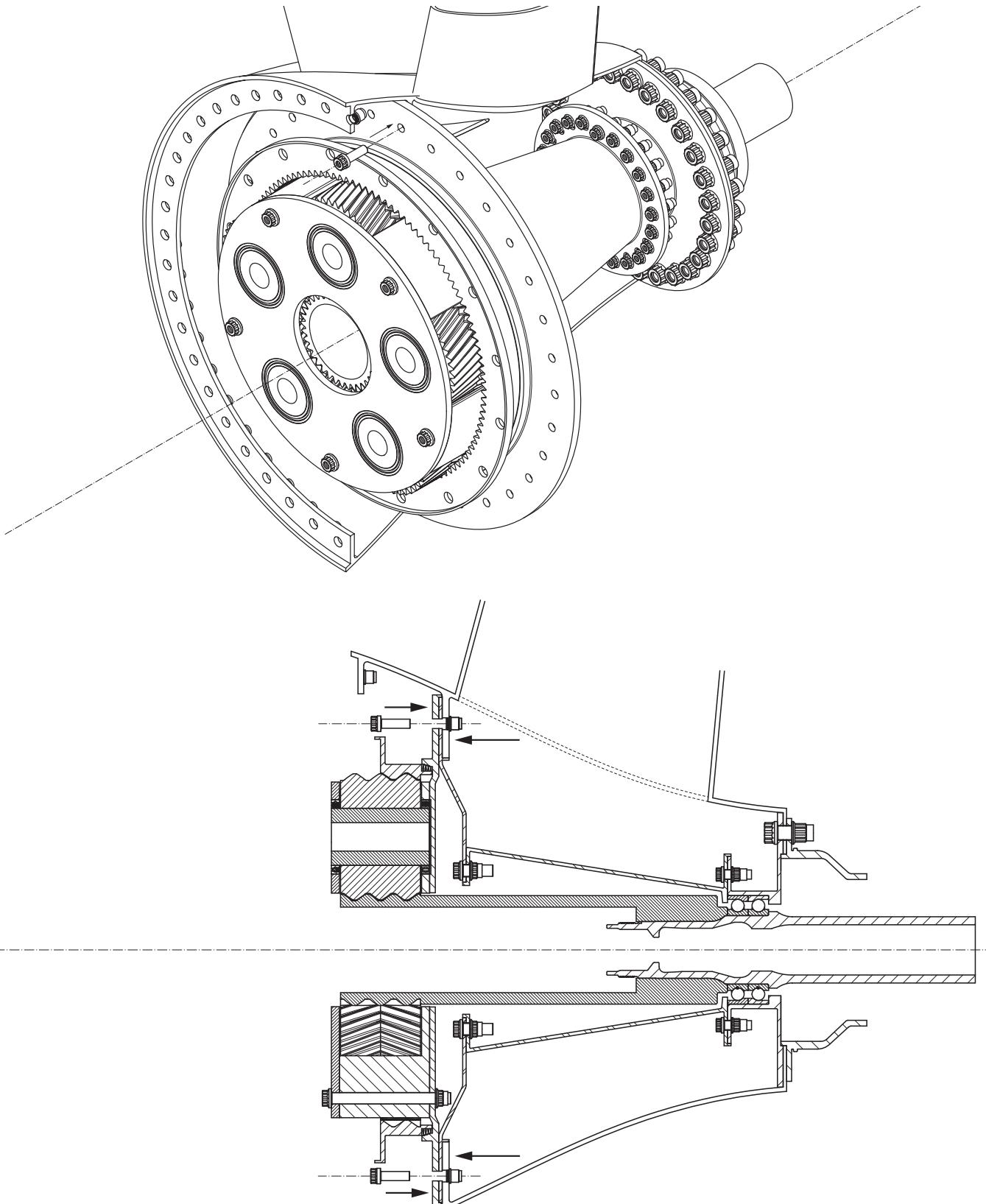
Es werden 5 Passschrauben DIN 65 438 MJ10 x 90mm (Pos. 47) von vorne durch das Getriebegehäuse durchgeschoben und auf der anderen Seite mit Muttern DIN 65528 MJ10 (Pos. 45) verschraubt.

Die Fixierungen und vorrichtungen können nun wieder entfernt werden.



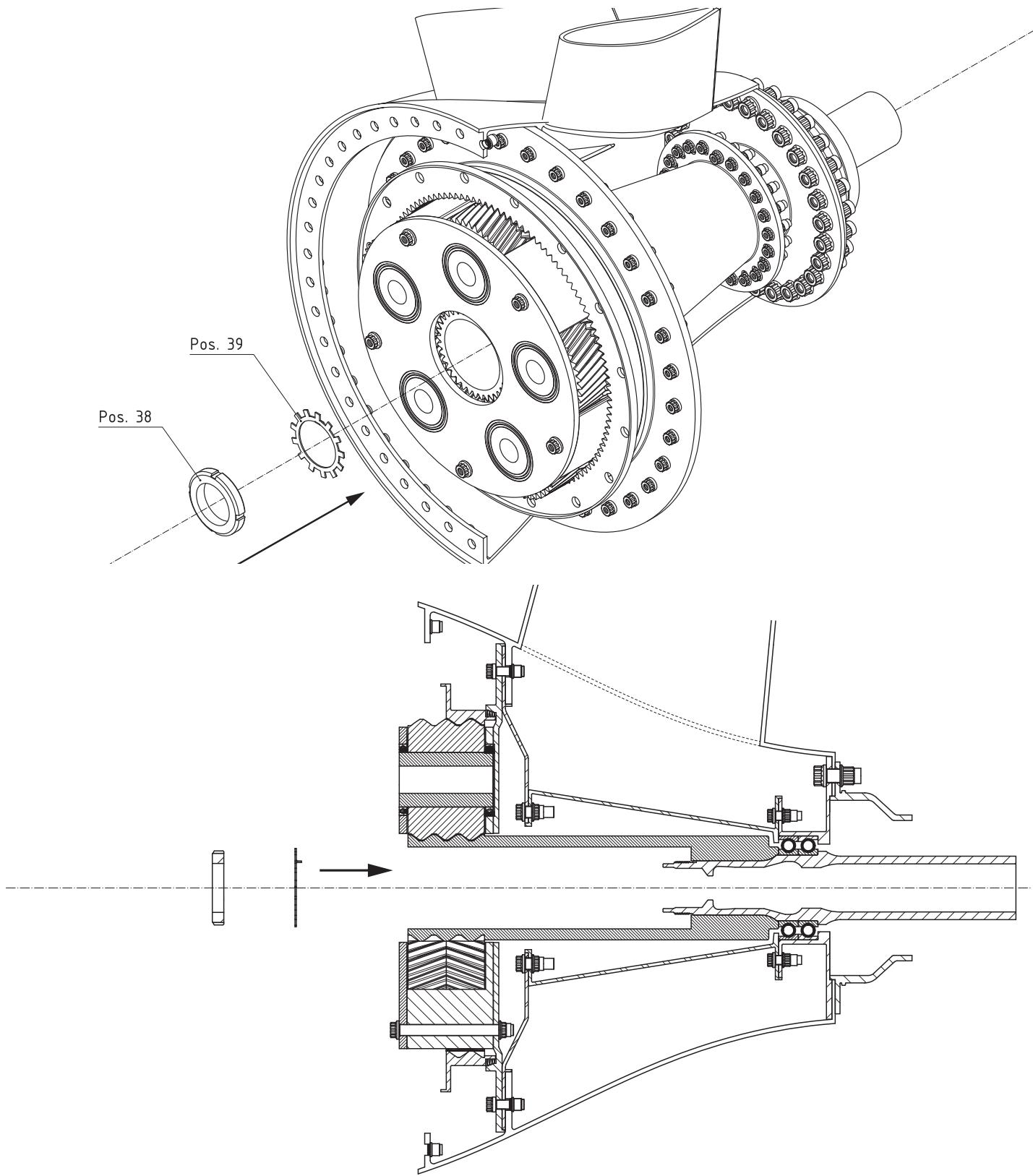
Schritt 19

Das vormontierte Getriebe wird mittels einer Halterung, welche das Getriebe von oben hält auf den Stubshaft (Pos. 37) aufgeschoben. Dabei ist darauf zu achten, dass die Zentrierung oben an der vorderen Aufhängung (Pos. 34) drüber geschoben wird.



Schritt 20

Das vormontierte Getriebe wird nun mit 32 Passschrauben DIN 65 438 - MJ8 x 14mm (Pos. 48) mit dem Gehäuse verschraubt. Die Halterung, welche das Getriebe hält kann nun entfernt werden.

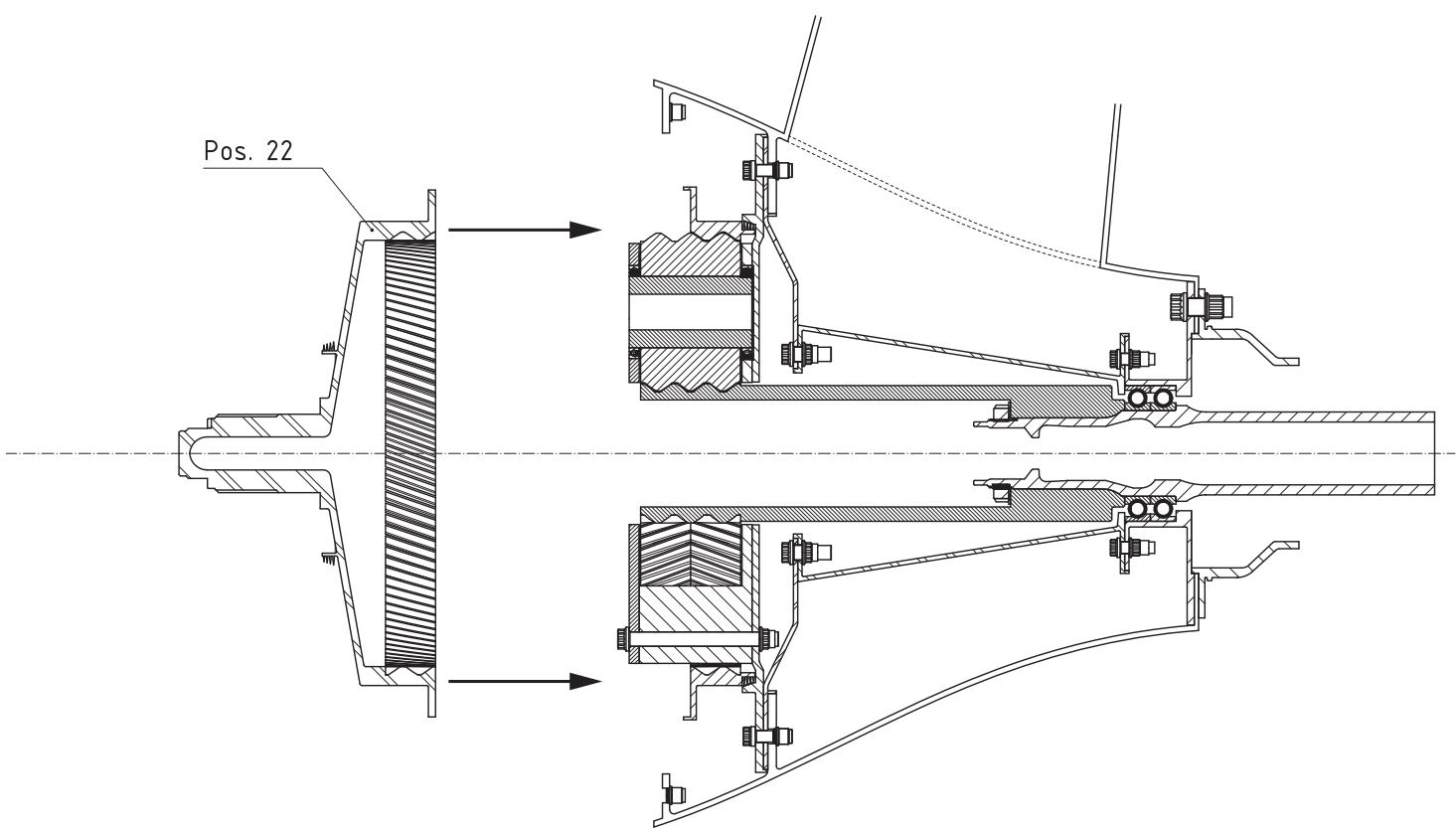
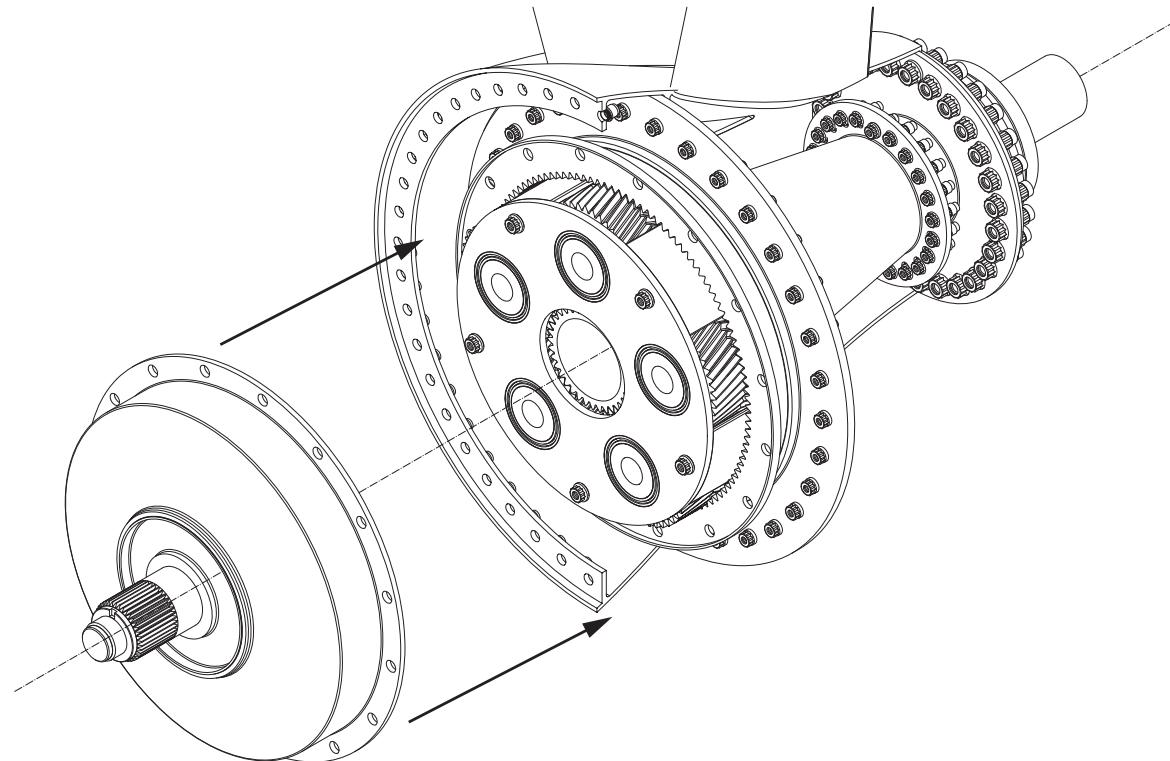


Schritt 21

Bei dem Sicherungsblech (Pos. 39) wird der innere Zahn rechtwinklig vorgebogen und zunächst mittels Spezialverzeug aufgeschoben. Der innere Zahn muss in der Nut des Stubshafts (Pos. 37) zuliegen kommen.

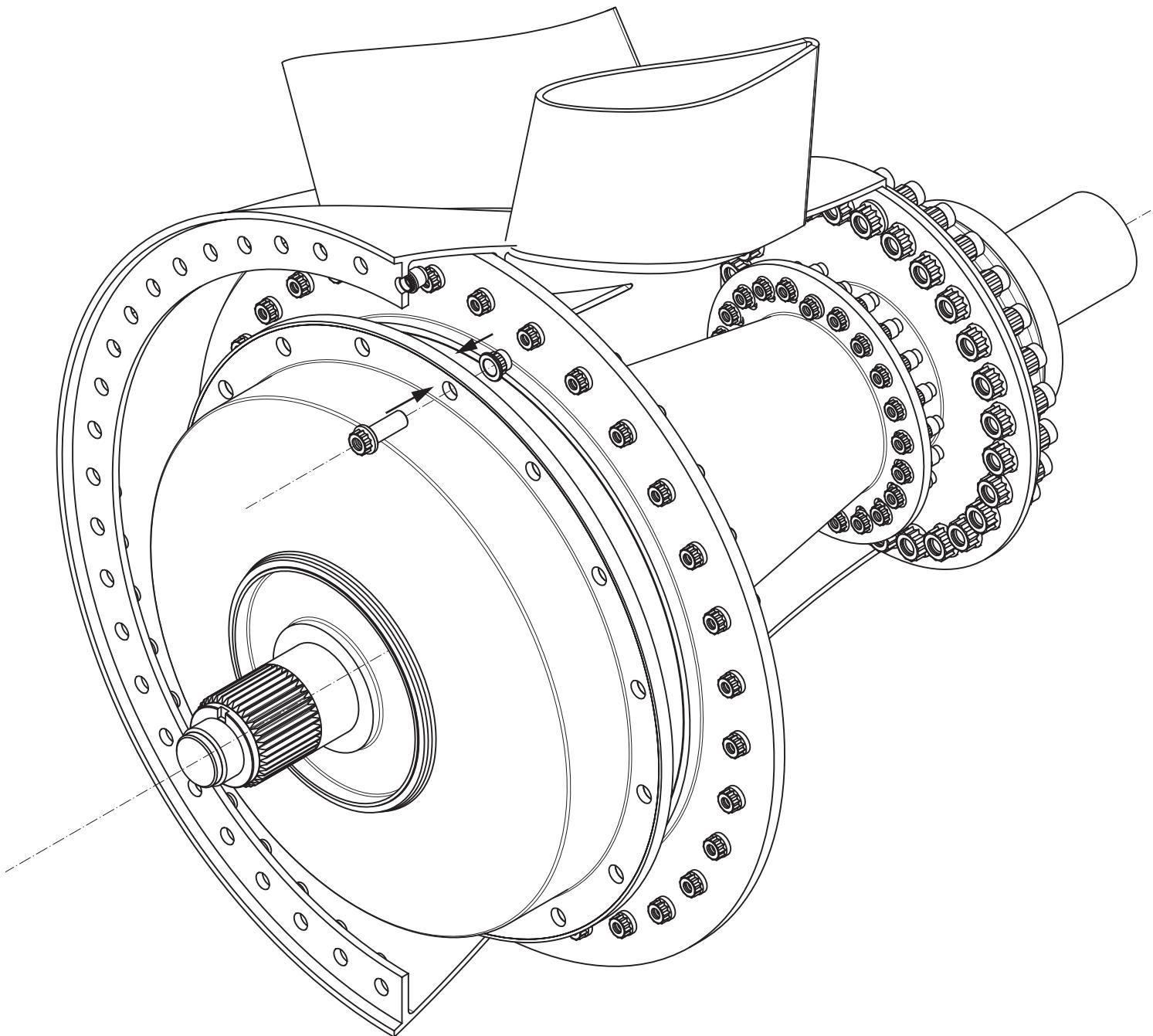
Anschließend wird die Nutmutter (Pos. 38) mittels Spezialwerkzeug aufgeschraubt. Anschließend wird ein beliebiger äußerer Zahn umgebogen, sodass er in einer beliebigen Nut der Nutmutter zu liegen kommt.

Die Luftfahrtzulassung der Nutmutter und des Sicherungsblechs sind noch zu prüfen.



Schritt 22

Das vordere Hohlrad (Pos. 22) wird mittels einer Vorrichtung, welche das vordere Hohlrad von oben hält, auf das Getriebe aufgeschoben. Es ist nötig dieses mit einer leichten Rotationsbewegung auf das Getriebe aufzuschieben.

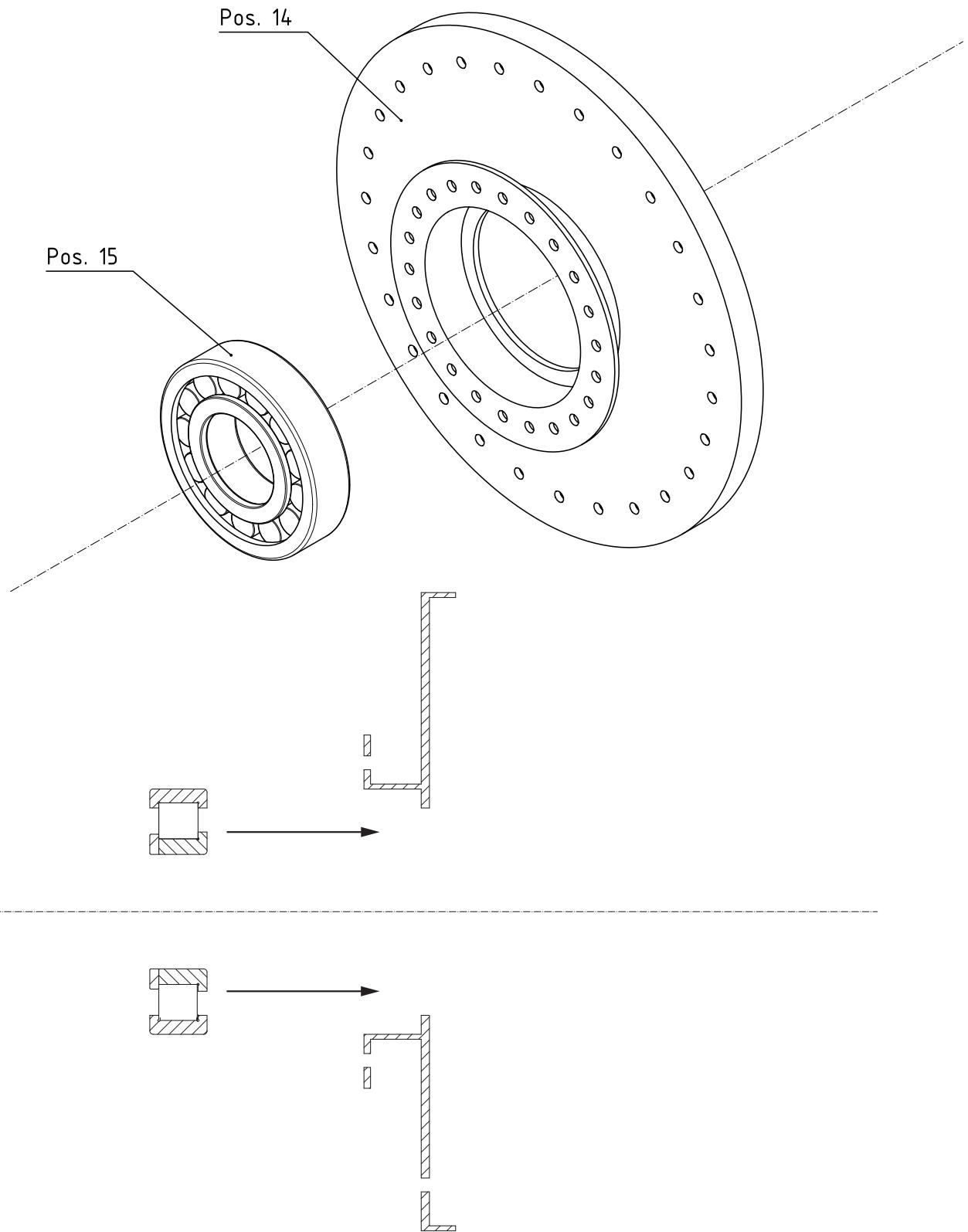


Schritt 23

Das vordere Hohlrad (Pos. 22) wird zusammen mit dem hinteren Hohlrad (Pos. 23) mit 16 Schrauben EN 3328 - MJ10 x 5mm (Pos. 43) und Muttern DIN 65528 MJ10 (Pos. 45) verschraubt.

Damit ist das Modul 3 abgeschlossen.

MODUL 4

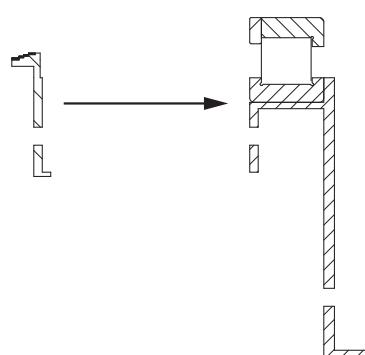
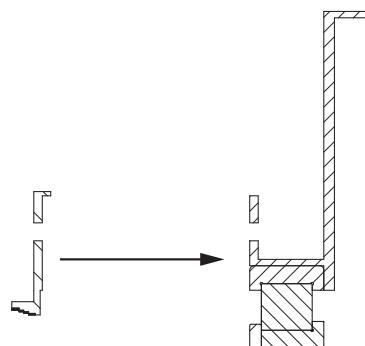
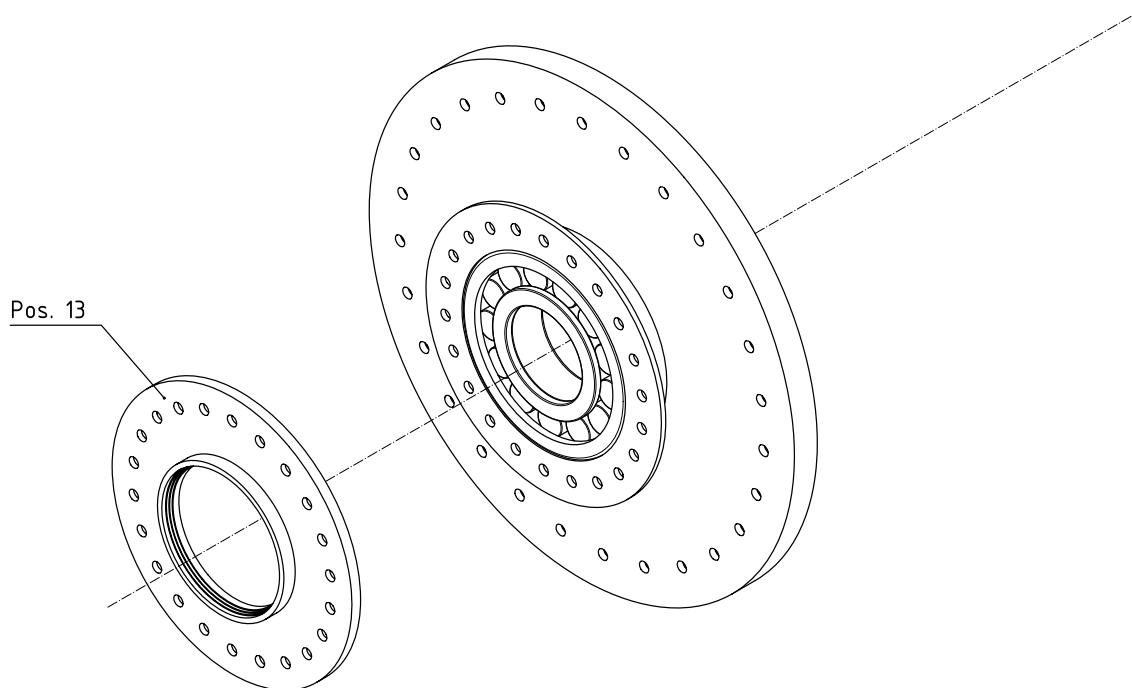


Schritt 24

Es wird zunächst die Fan-Welle mit Lagerung vormontiert und anschließend dieses mit dem Modul 3 verbunden. Dabei liegt die hintere Festlageraufhängung mit der Rückseite nach unten auf einem Montiertisch

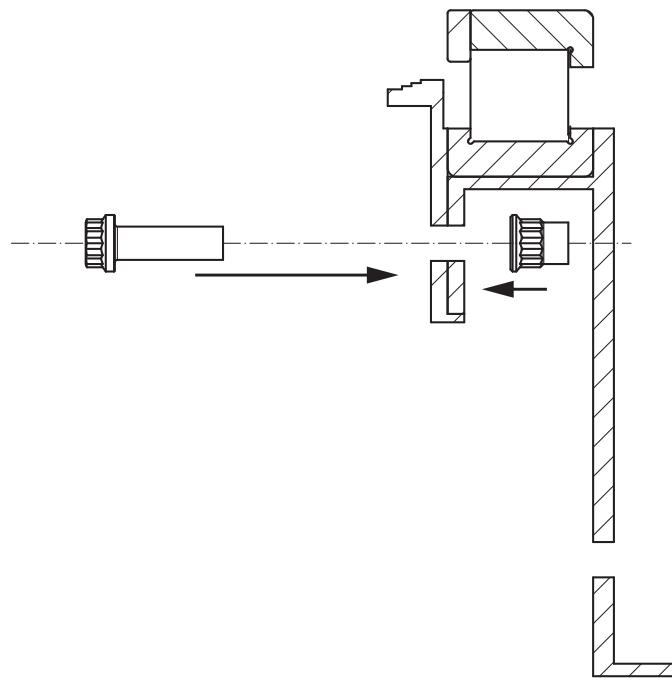
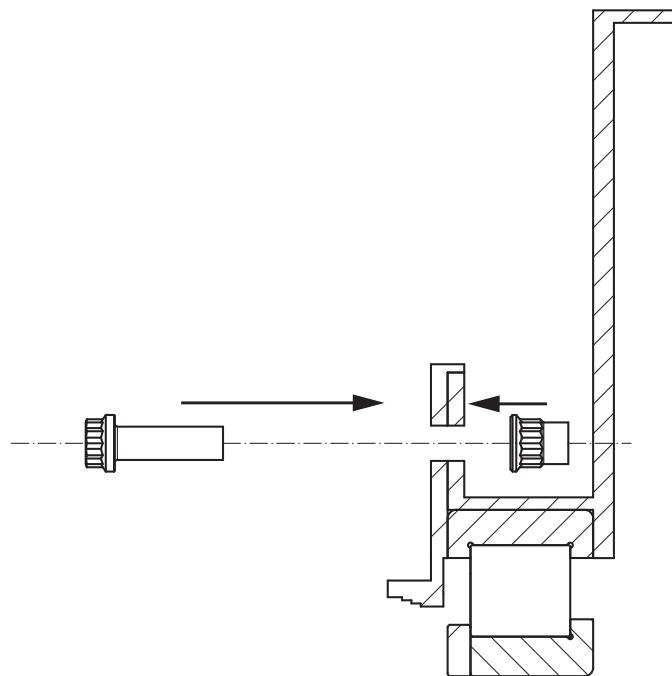
Das Zylinderrollenlager (Pos. 15) wird auf die hintere Festlageraufhängung (Pos. 14) dabei ist eine Übermaßübung nach Herstellerangaben zu berücksichtigen.

Luftfahrt zulassung des Lagers ist noch zu prüfen.



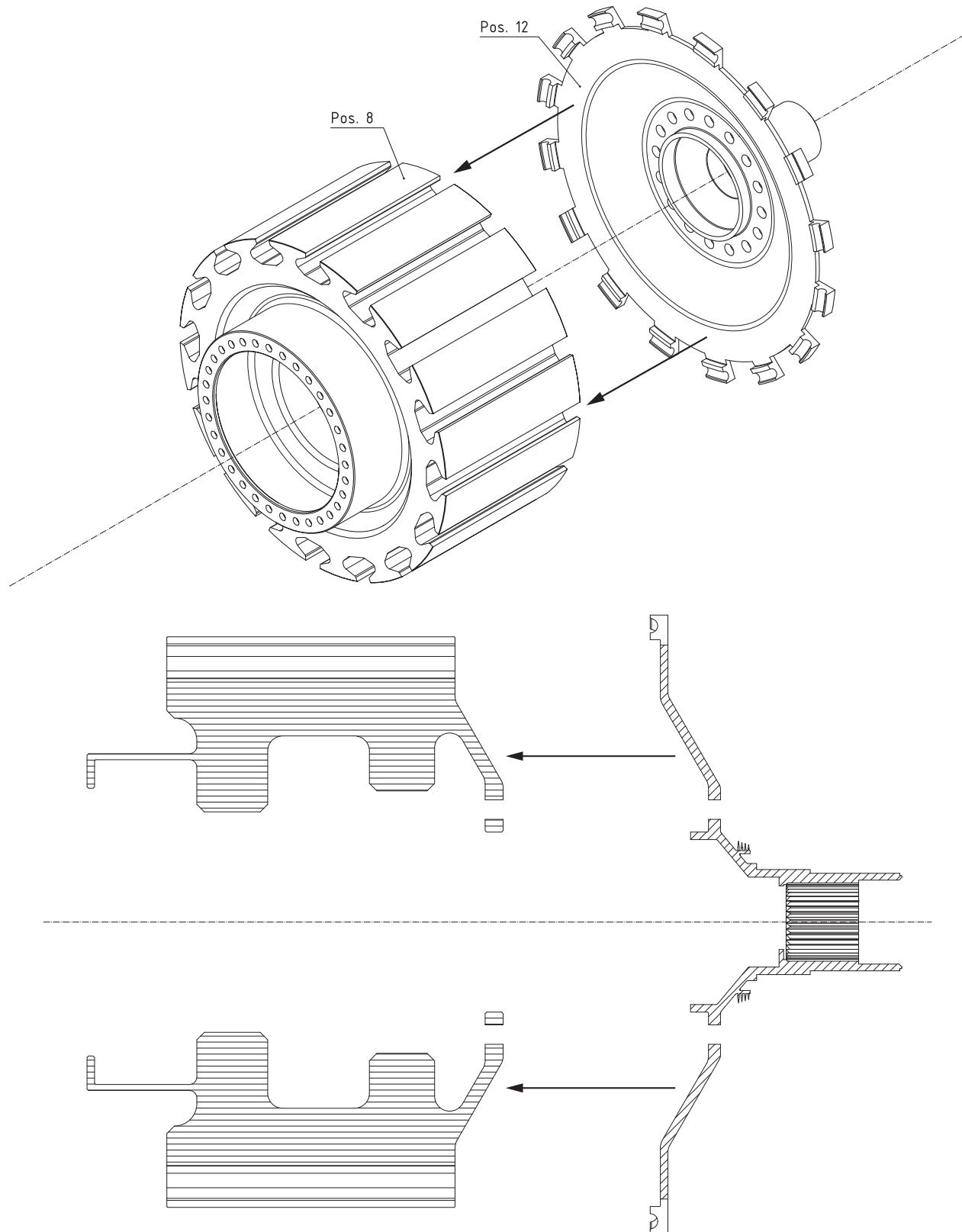
Schritt 25

Die vordere Festlageraufhängung (Pos. 13) wird auf die hintere Festlageraufhängung (Pos. 14) aufgeschoben. Dabei ist darauf zu achten, dass die Zentrierung richtig zum liegen kommt.



Schritt 26

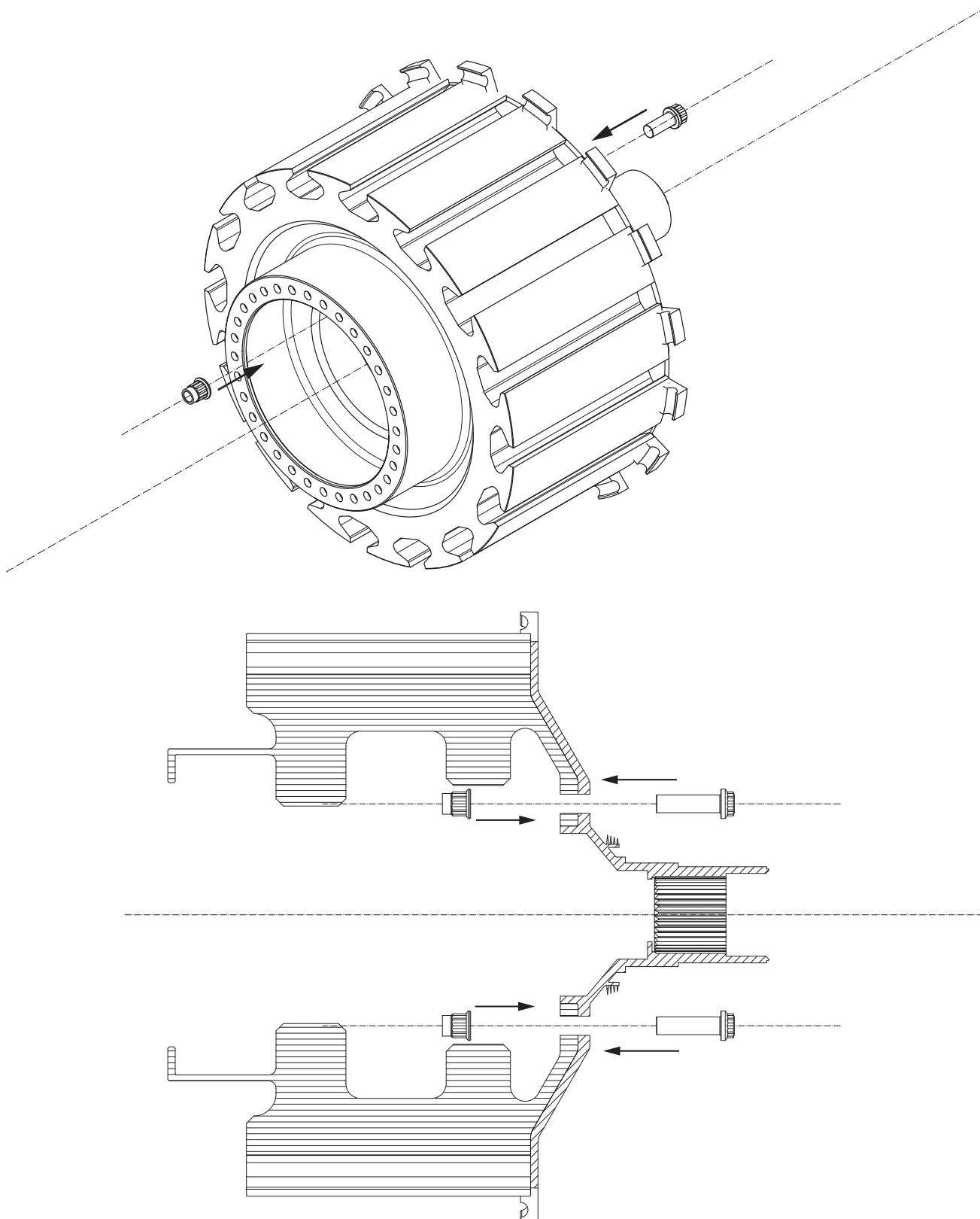
Die vordere (Pos. 13) und hintere Festlageraufhängung (Pos. 14) werden mit 23 Schrauben EN 3328 - MJ8 x 8mm (Pos. 49) und Muttern DIN 65528 MJ8 (Pos. 42) verschraubt.



Schritt 27

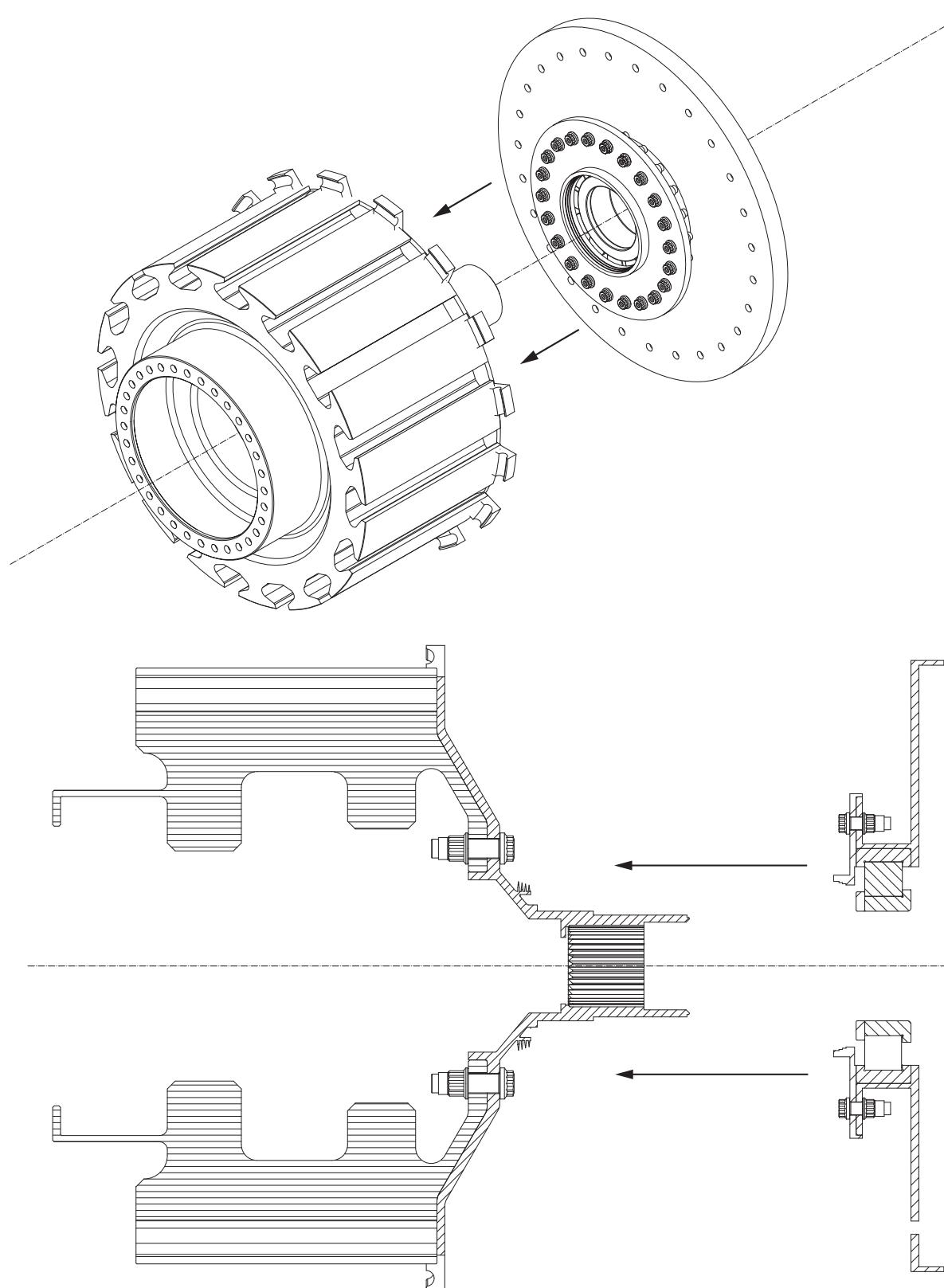
Die Fanscheibe (Pos. 8) wird von vorne von einer Spezialhalterung gehalten.

Die Fanwelle (Pos. 12) wird von hinten auf die Fanscheibe (Pos. 8) geschoben und mit an der Halterung fixiert.



Schritt 28

Die Fanwelle (Pos. 12) und Fanscheibe (Pos. 8) werden mit 17 Schrauben EN 3328 MJ12 x 20mm (Pos. 50) und Muttern DIN 65528 MJ12 (Pos. 46) verschraubt.

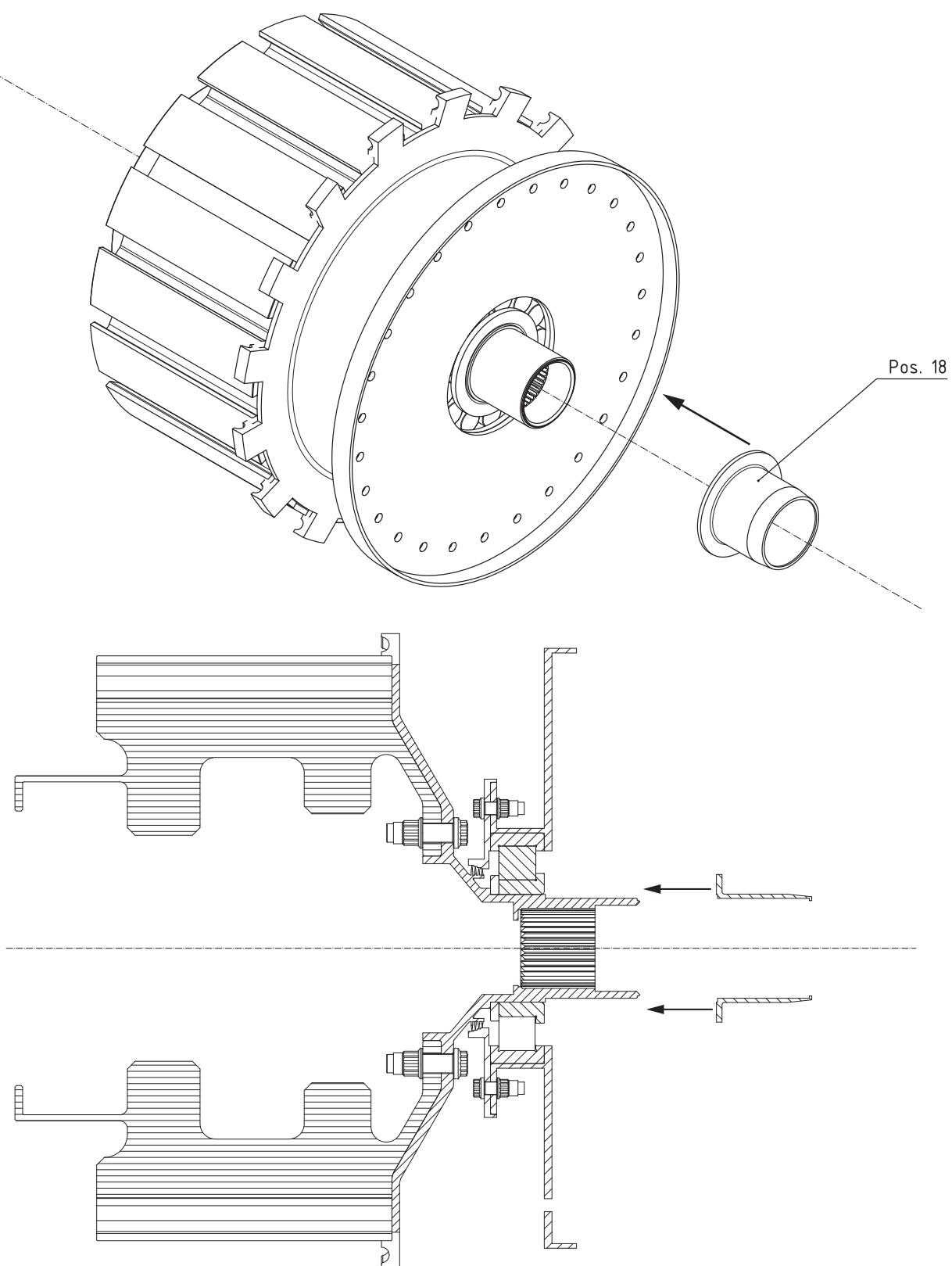


Schritt 29

Die vormontierte Festlagerabstützung aus Schritt 26 wird nun auf die vormontierte Fanwelle aufgeschoben, bis der innere Ring des Lagers genau auf der Zentrierung der Fanwelle zu liegen kommt.

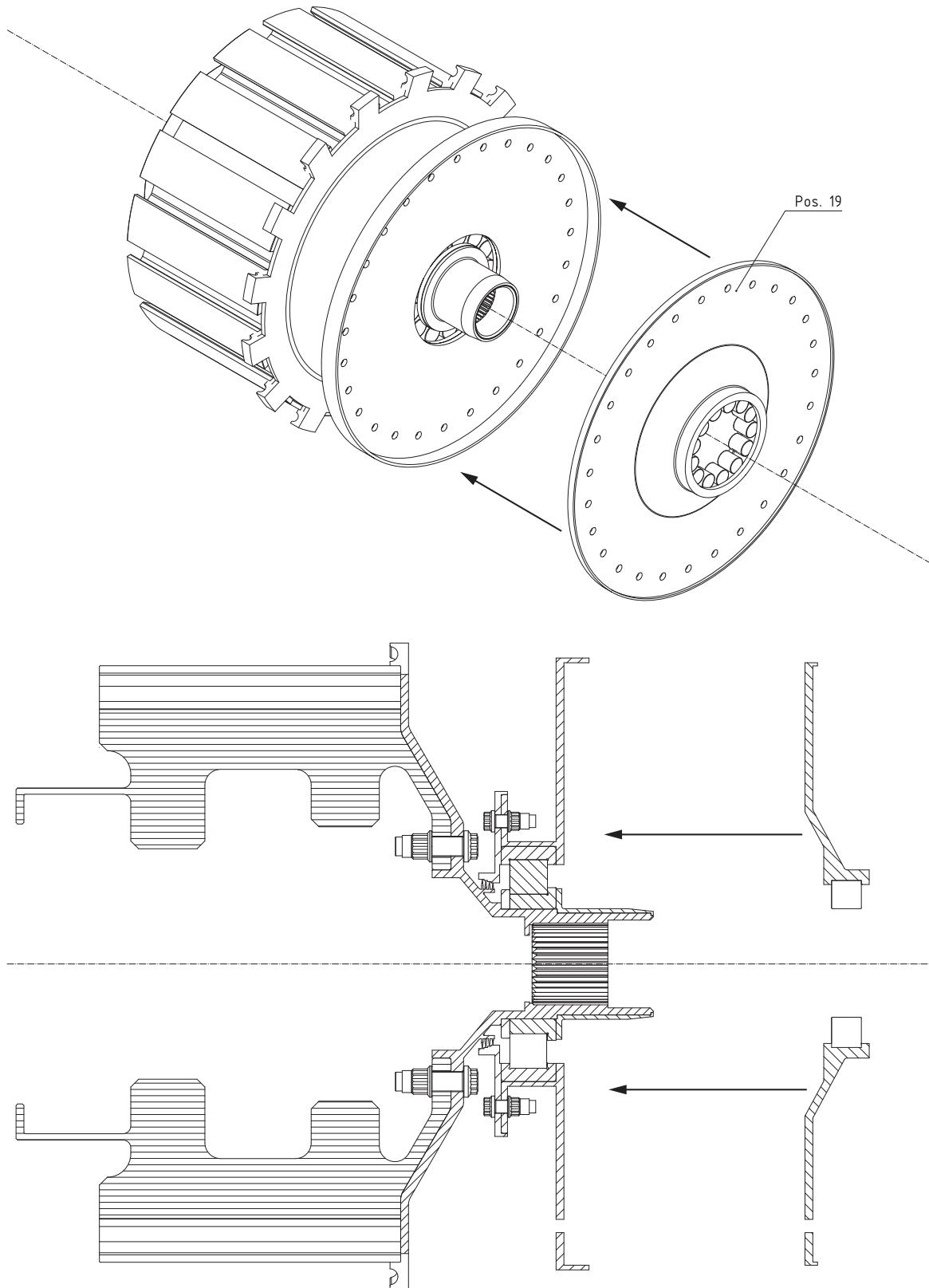
Dabei ist die vom Hersteller angegebene Übermaßpassung des Lagers zu berücksichtigen.

Die Lageraufhängung wird von vorne mittels einer Spezialhalterung gehalten, bis der Steg verschraubt wird.



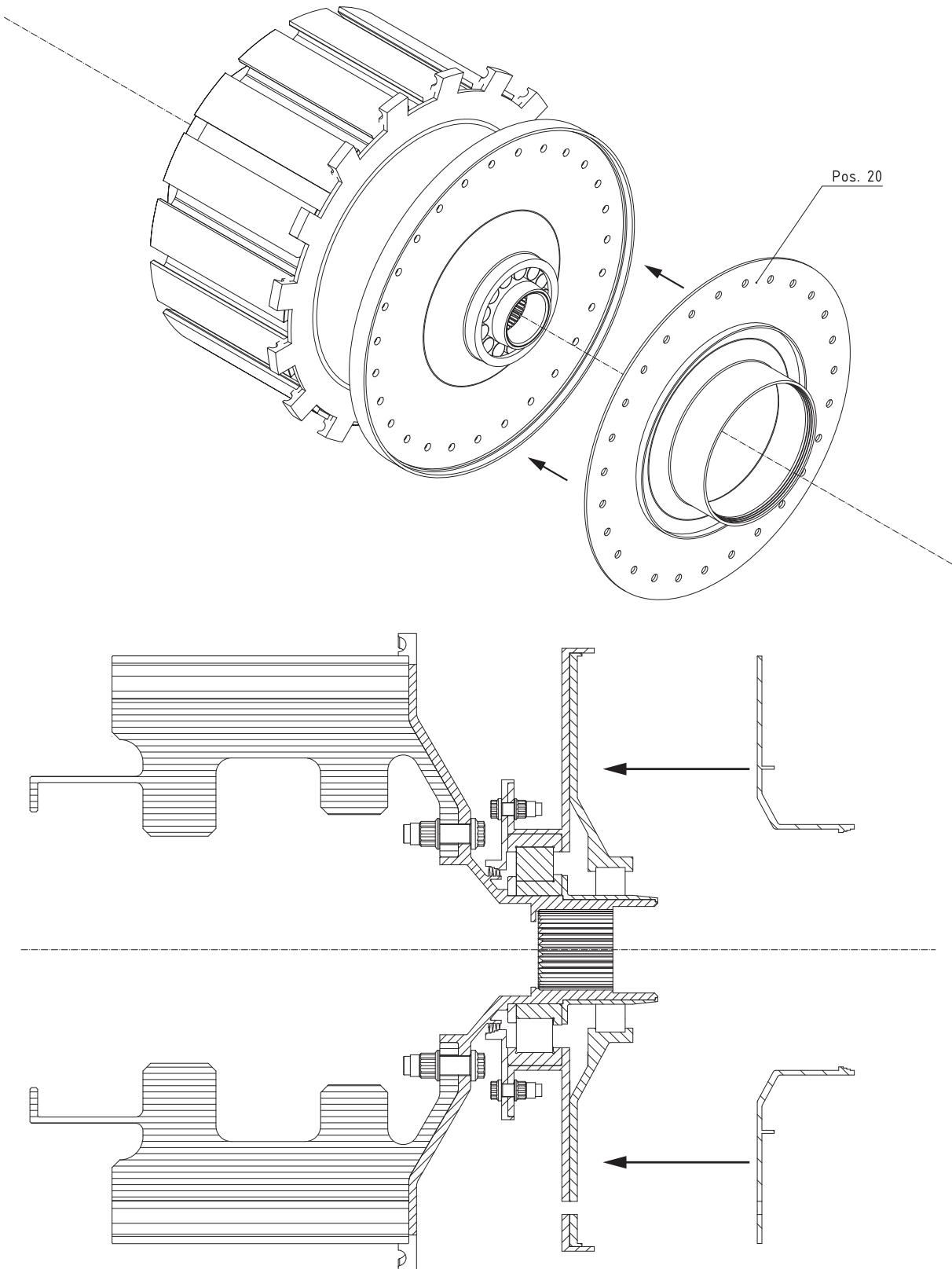
Schritt 30

Der Loslager Innenring (Pos. 18) wird auf das hintere Ende der Fanwelle (Pos. 12) geschoben. Es muss darauf geachtet werden, dass die vorderseiten der beiden Wellen bündig abschließen.



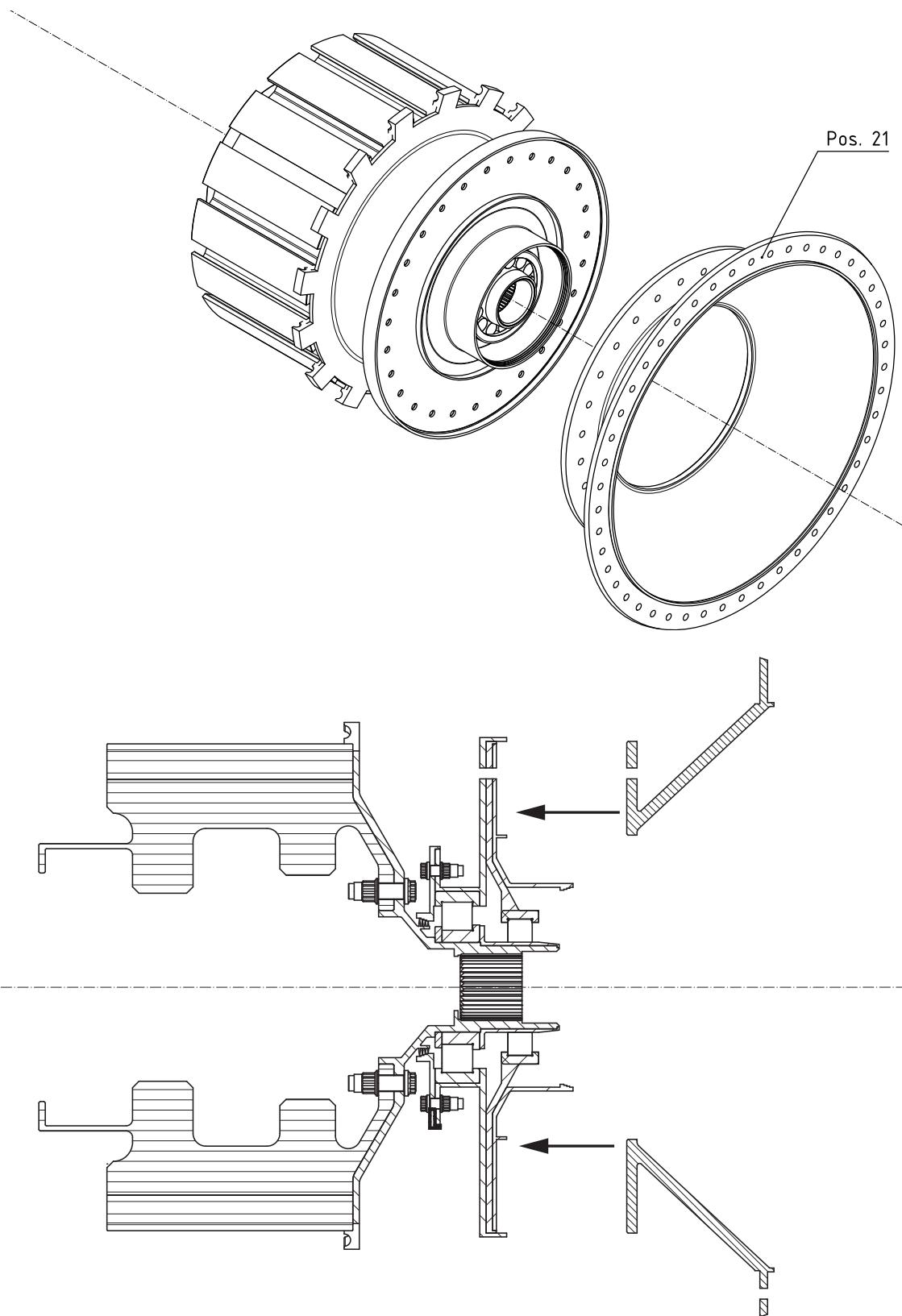
Schritt 31

Das modifizierte Zylinderrollenlager (Pos. 19) wird auf die Fan-Welle (Pos. 12) von hinten aufgeschoben. Die Innenseite des Flansches kommt beim Flansch der hinteren Festlageraufhängung (Pos. 14) zu liegen.



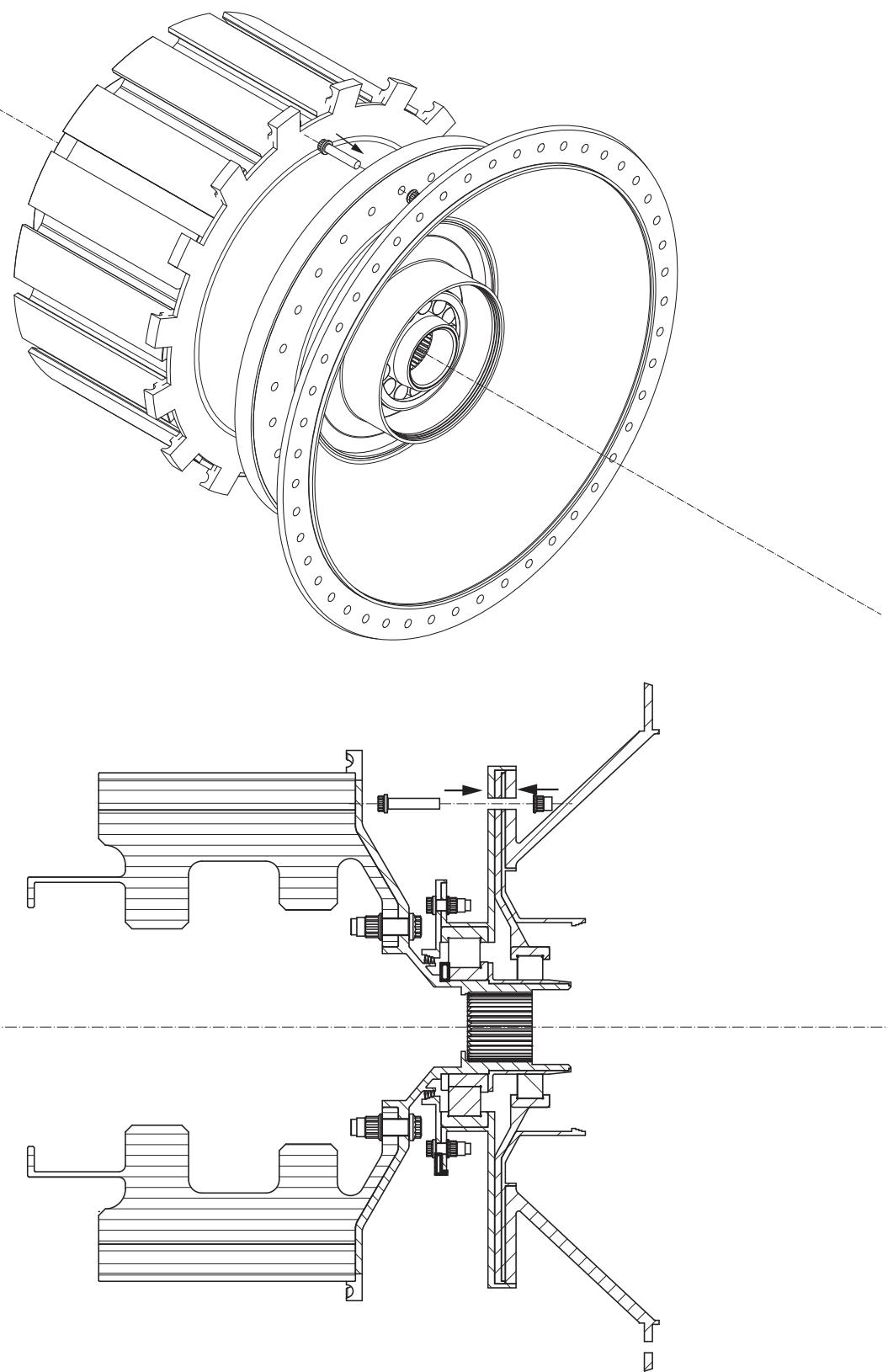
Schritt 32

Die Einlaufbeläge für die hintere Labyrinth-Dichtung (Pos. 20) wird ebenfalls auf die Fan-Welle (Pos. 12) aufgeschoben und kommt beim Los-Lager (Pos. 19) zum liegen.



Schritt 33

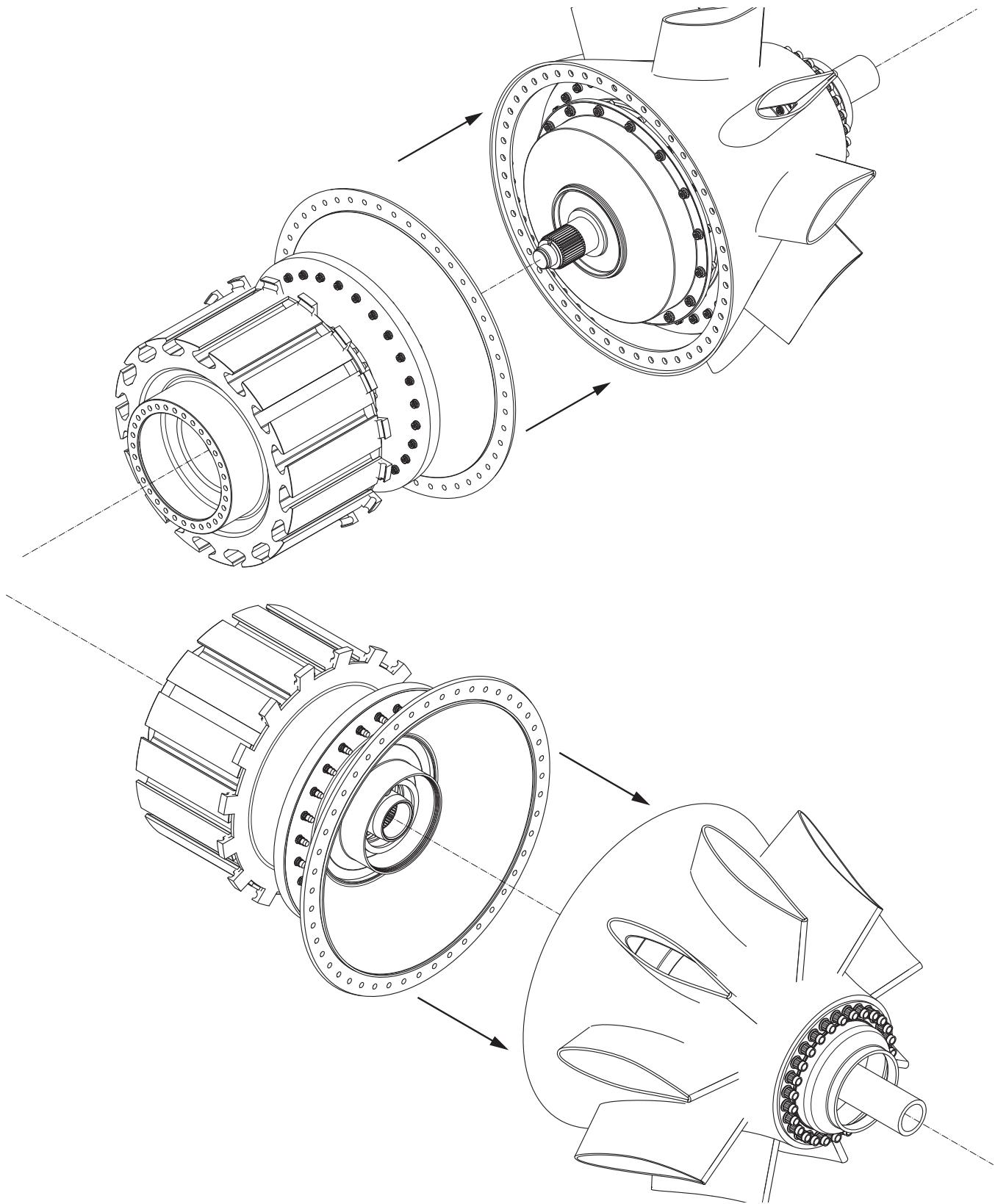
Der lageraufhängungs Steg (Pos. 21) wird aufgeschoben und liegt den Dichtungsbelaegen (Pos. 20) auf. Es darauf zu achten, dass die Zentrierung richtig zu liegen kommt.



Schritt 34

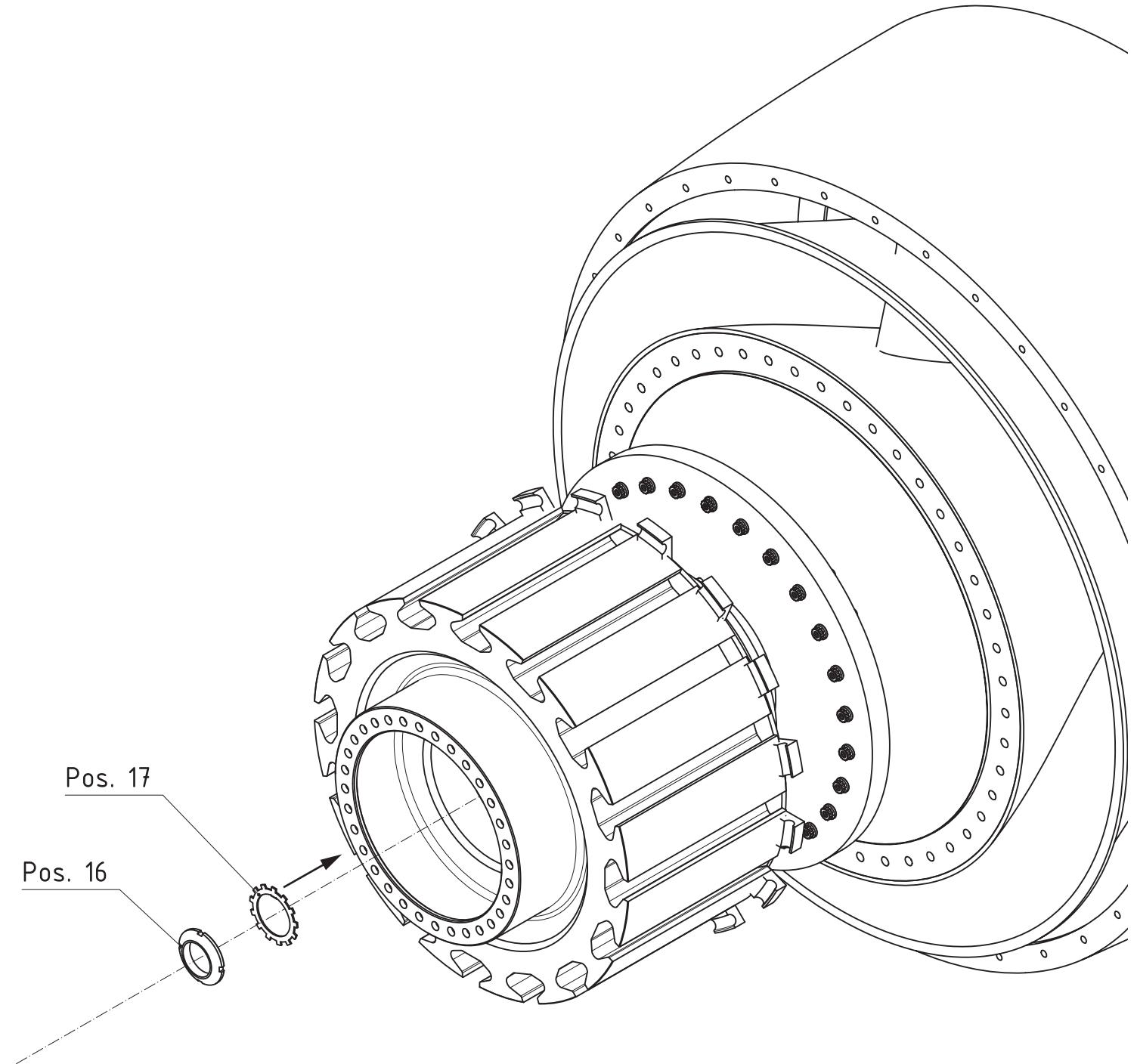
Die Lagerabstützung (Pos. 13, 14, 19, 20, 21) wird mit 27 Schrauben EN 3328 MJ8 x 21mm (Pos. 51) und Muttern DIN 65528 MJ8 (Pos. 42) verschraubt.

Die Spezialhalterung welche die Lagerabstützung hält kann nun entfernt werden. Die Fanscheibe (Pos. 8) wird weiterhin von einer Vorrichtung gehalten.



Schritt 35

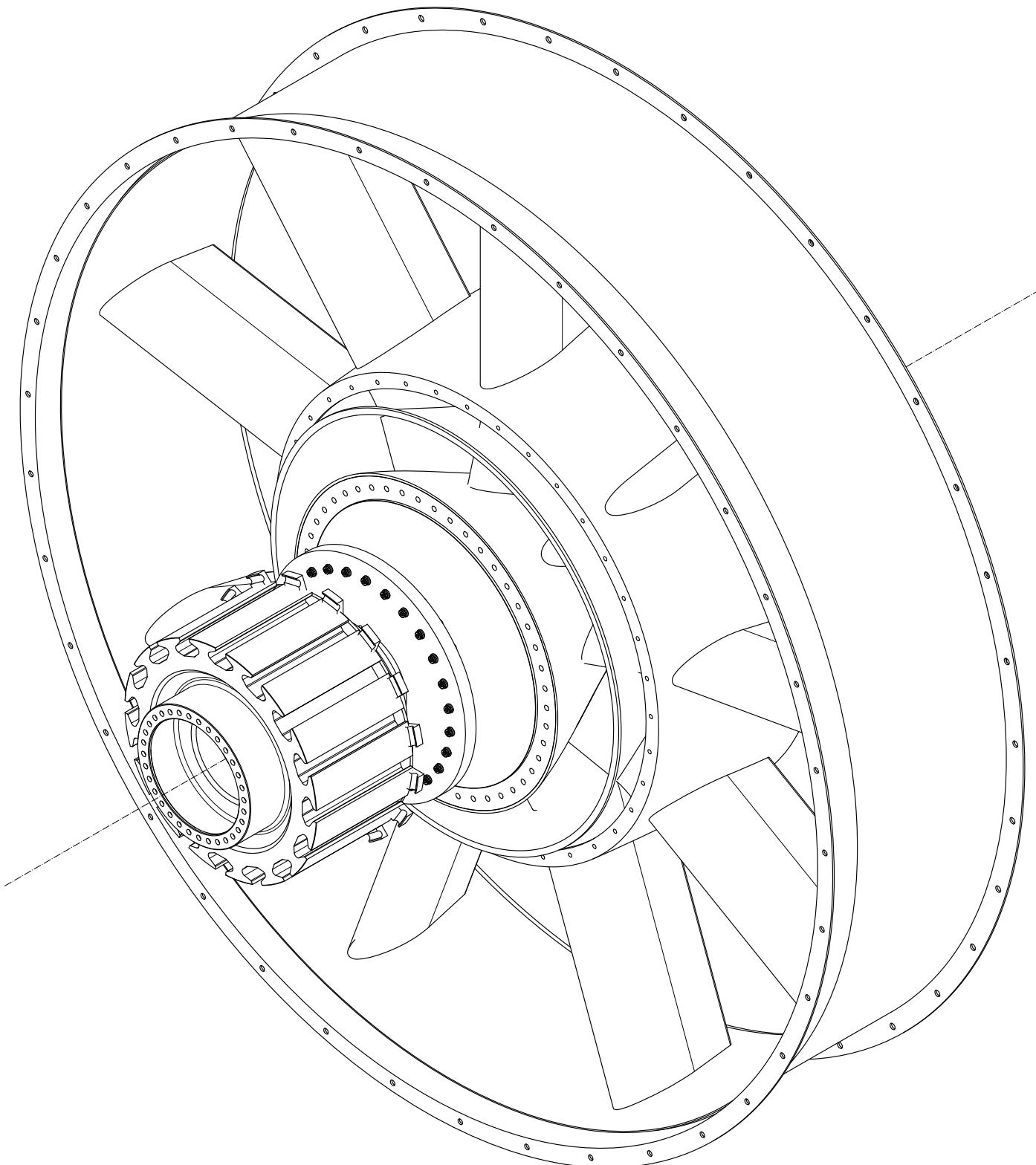
Das vormontierte Modul 4 wird mittels Spezialhalterung von vorne auf das Modul 3 geschoben. Dabei ist zu achten, dass der Steg der Lageraufhängung richtig zu liegen kommt und die Passverzahnung richtig gegreift.



Schritt 36

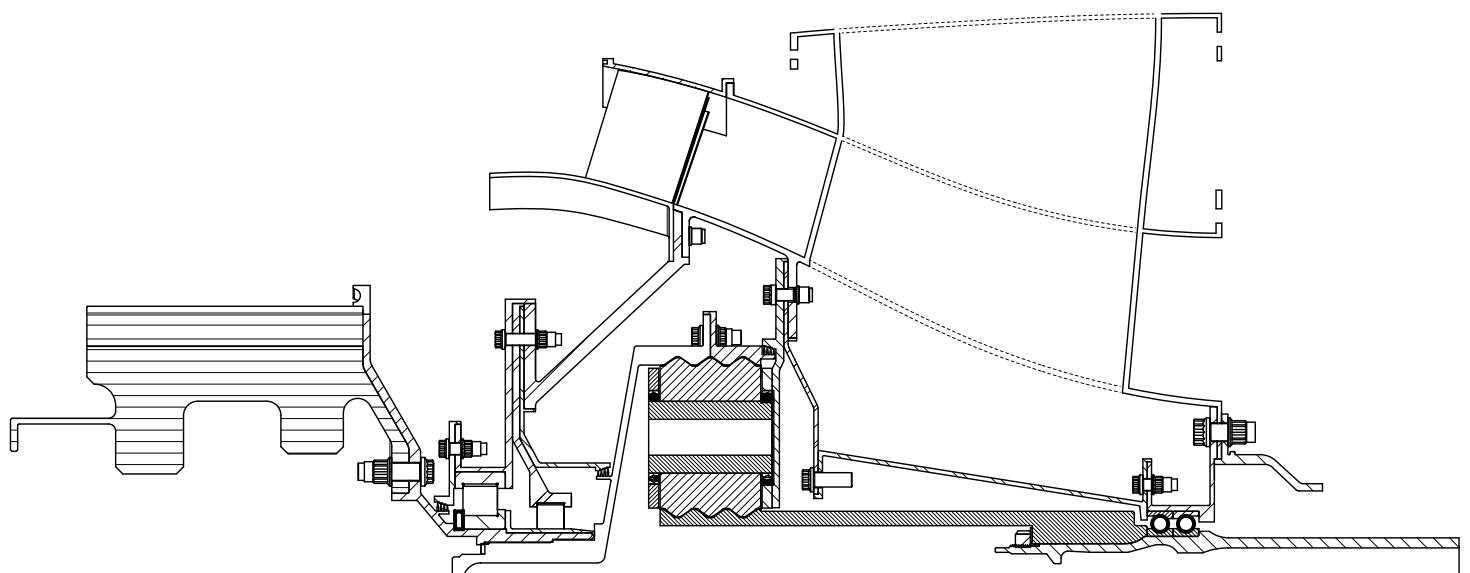
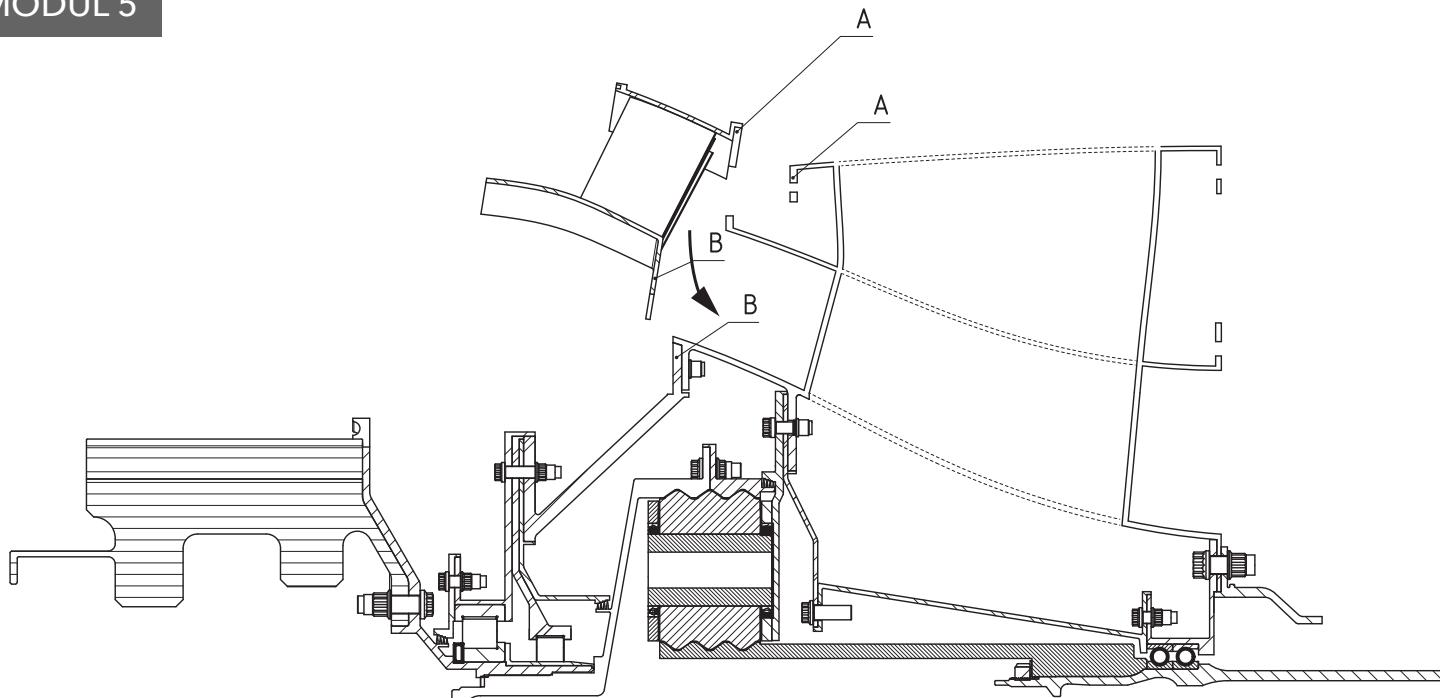
Bei dem Sicherungsblech (Pos. 17) wird der innere Zahn rechtwinklig vorgebogen. Durch die Fanscheibe (Pos. 8) wird auf das vordere Hohlrad (Pos. 23) das Sicherungsblech (Pos. 17) mittels Spezialwerkzeug aufgeschoben. Der vorgebogene innere Zahn des Sicherungsbleches muss in der dafür vorgesehen Nut eingebracht werden.

Anschließend wird die Nutmutter (Pos. 16) mittels Spezialwerkzeug aufgeschraubt. Anschließend wird ein beliebiger äußerer Zahn umgebogen, sodass er in einer beliebigen Nut der Nutmutter zu liegen kommt.^



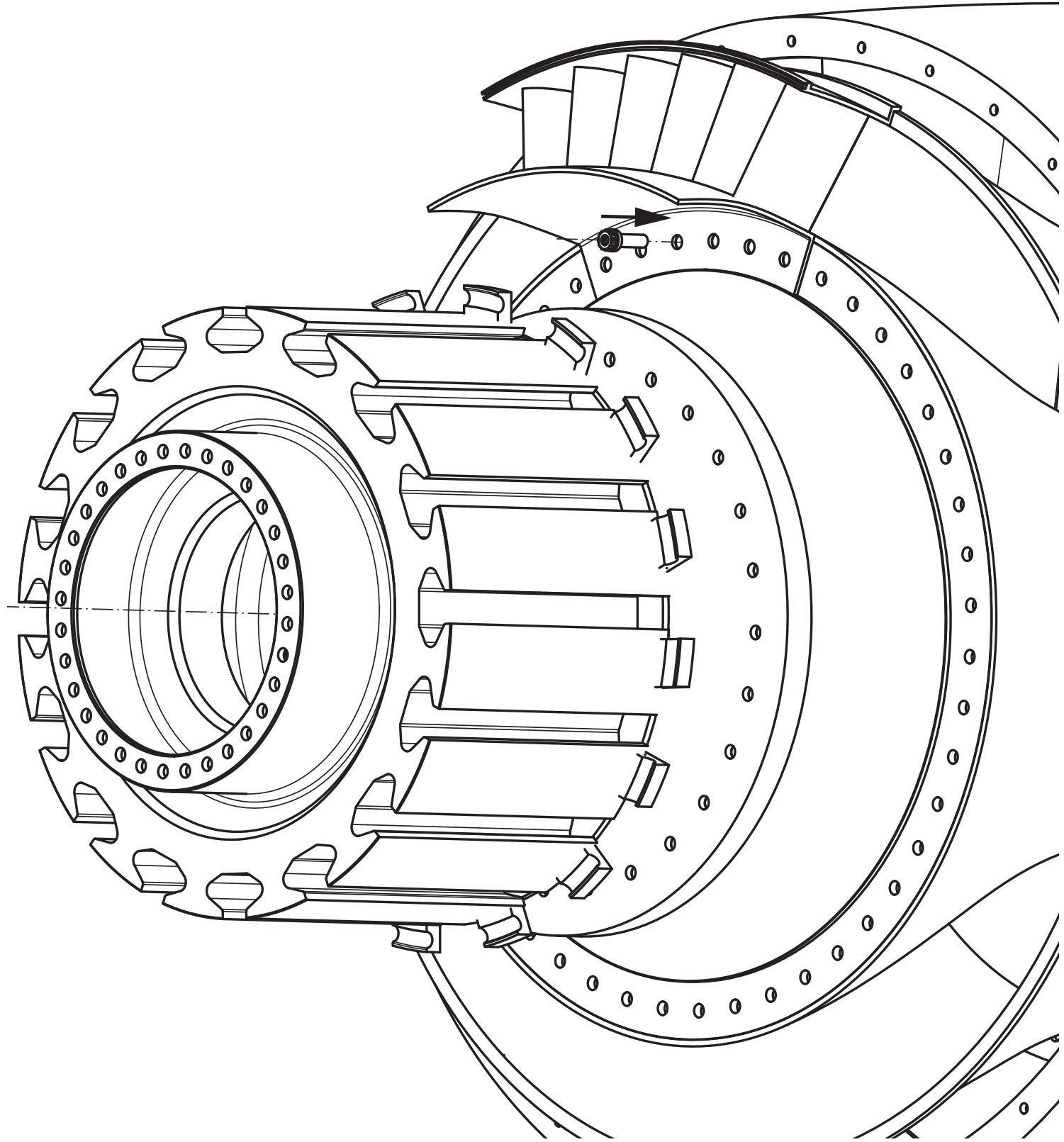
Das gesamt bislang montierte Fanmodul kann nun von der vertikalen in die horizontale Position überführt werden. Die Fanscheibe wird mittels einer Vorrichtung gehalten, sodass die Lageraufhängung noch spannungsfrei ist.

MODUL 5



Schritt 37

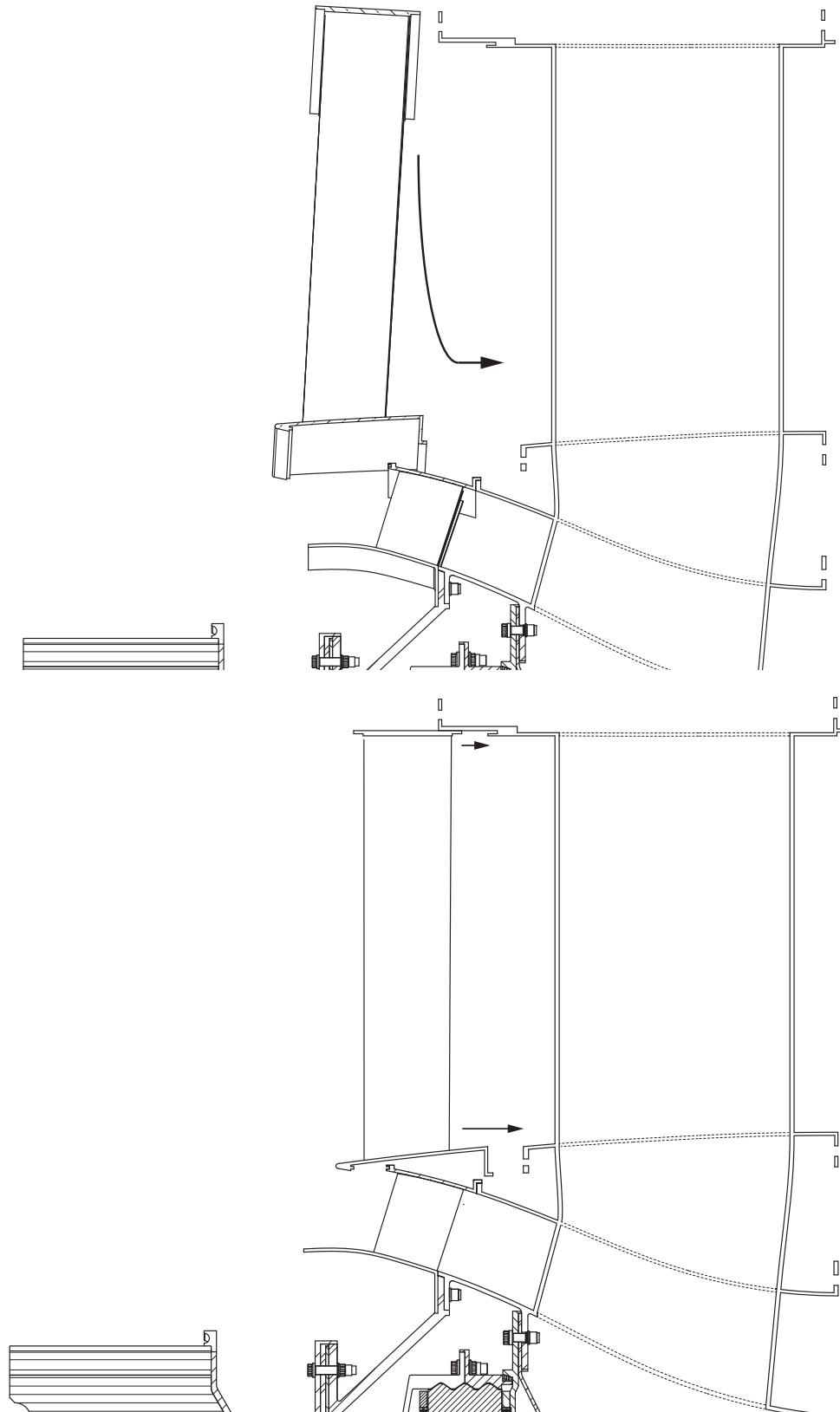
Nun werden die einzelnen Stator-Pakete (Pos. 6 uns 7) eingelegt. Die Pakete sind mit einer leichten Drehbewegung einzusetzen. Es ist darauf zu achten, dass der obere Teil des Stators (A) auf dem oberen Teil des hinteren Zwischengehäuses aufliegt (A) und der untere Flansch (B) genau auf den Bohrlöchern aufliegt.



Schritt 38

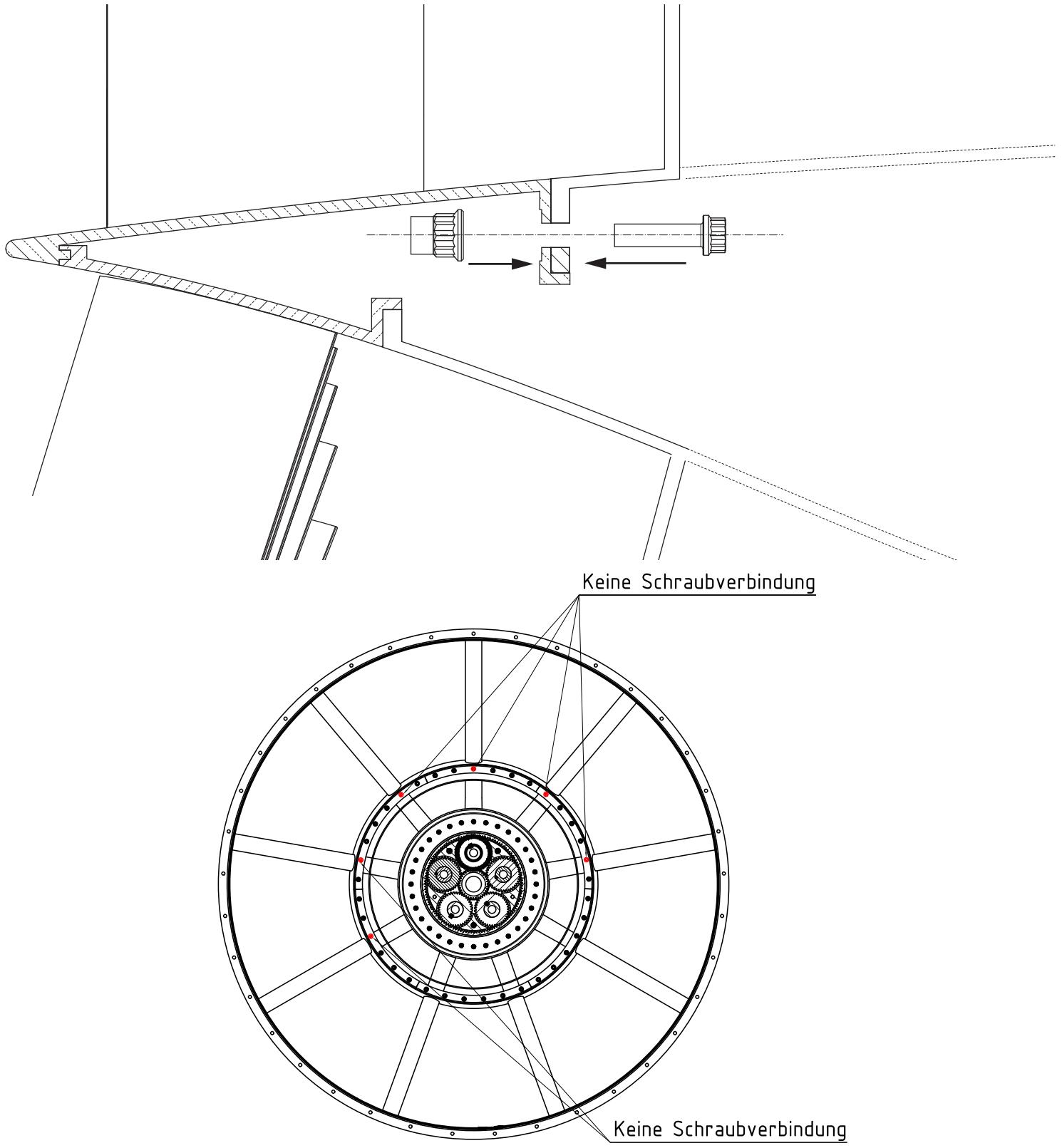
Das eingelegte Stator-Paket (Pos. 6 oder 7) wird sofort mit je 6 bzw 5 Paßschrauben DIN 65 438 MJ8 x 14mm (Pos. 47) verschraubt. Anschließend werden die weiteren Stator-Pakete einleget und verschraubt. Insgesamt gibt es 7 x Pos. 7 und 1 x Pos. 6.

Nachdem alle Stator-Pakete verschraubt sind kann die Vorrichtung von der Fanscheibe entfernt werden.



Schritt 39

Die Stator-Pakete des Nebenstroms (Pos. 4 und 3) werden leicht schräg von oben eingesetzt und gerade in ihre Position geführt. Es wird zunächst nur ein Stator-Paket eingesetzt und von vorne mit einer Vorrichtung an ihrer Position gehalten.

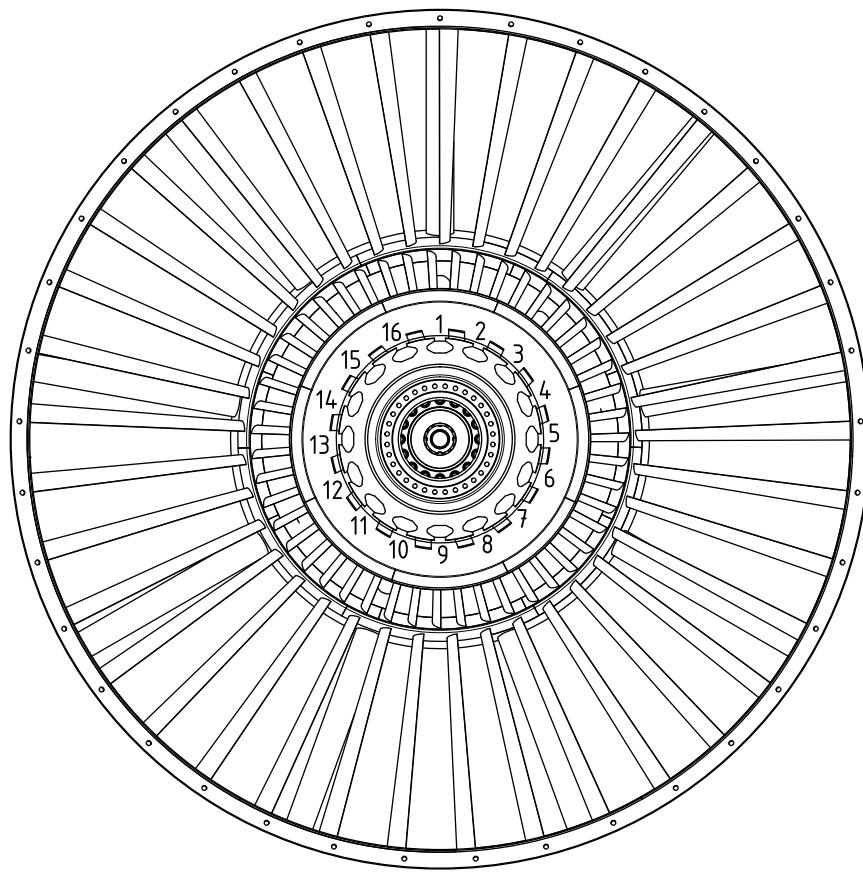
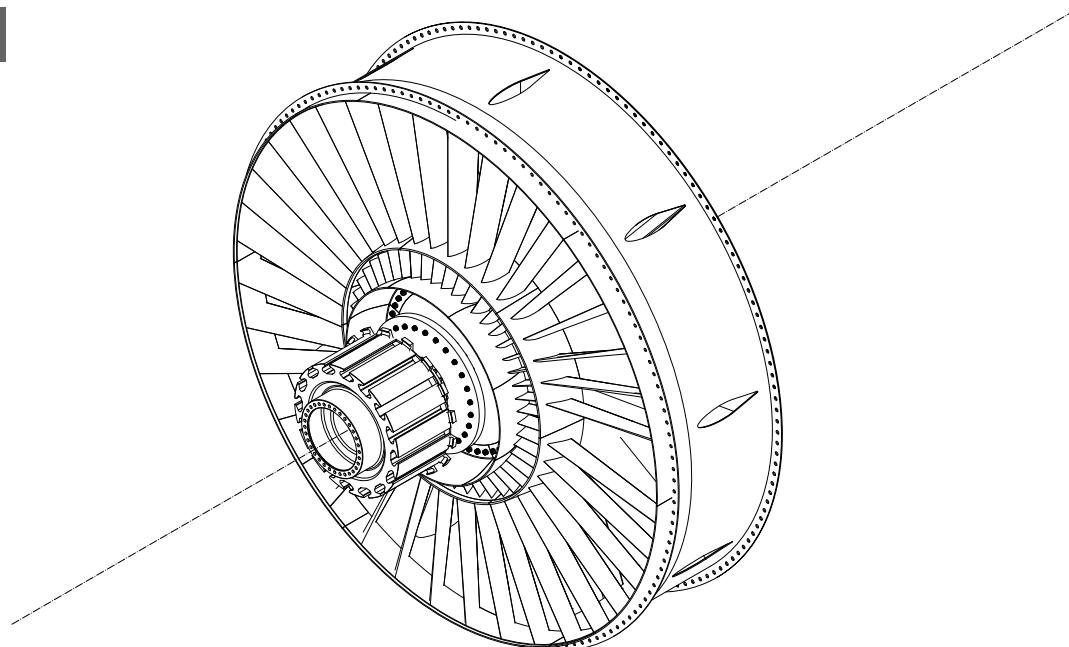


Schritt 40

Das in Schritt 39 eingesetzte Statorpaket wird zunächst von hinten mit je 6 (Für Pos. 4) bzw 7 (Für Pos. 4) Schrauben EN 3328 MJ6 x 8mm (Pos. 52) verschraubt und Muttern DIN 65528 MJ6 (Pos. 53). Bohrungen, welche genau auf der Höhe eines Struts sind werden mit keiner Schraube versehen (siehe Skizze).

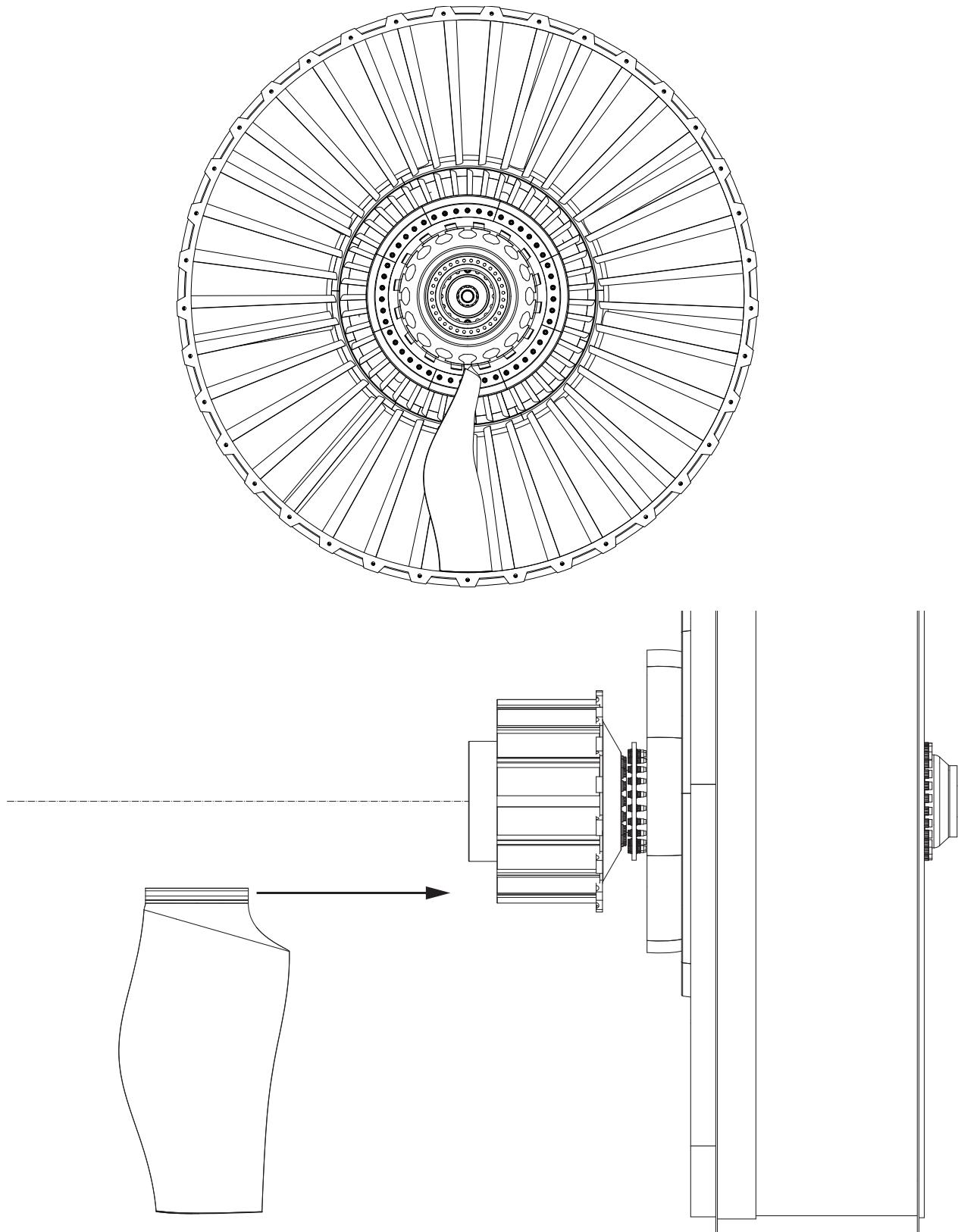
Nach dem ein Stator-Paket komplett verschraubt ist, kann die Vorrichtung wieder entfernt und das nächste Statoren Paket eingesetzt, wie in Schritt 39 erklärt, und verschraubt werden. Dies wird wiederholt bis alle Stator-Pakete eingesetzt sind.

MODUL 6



Schritt 41

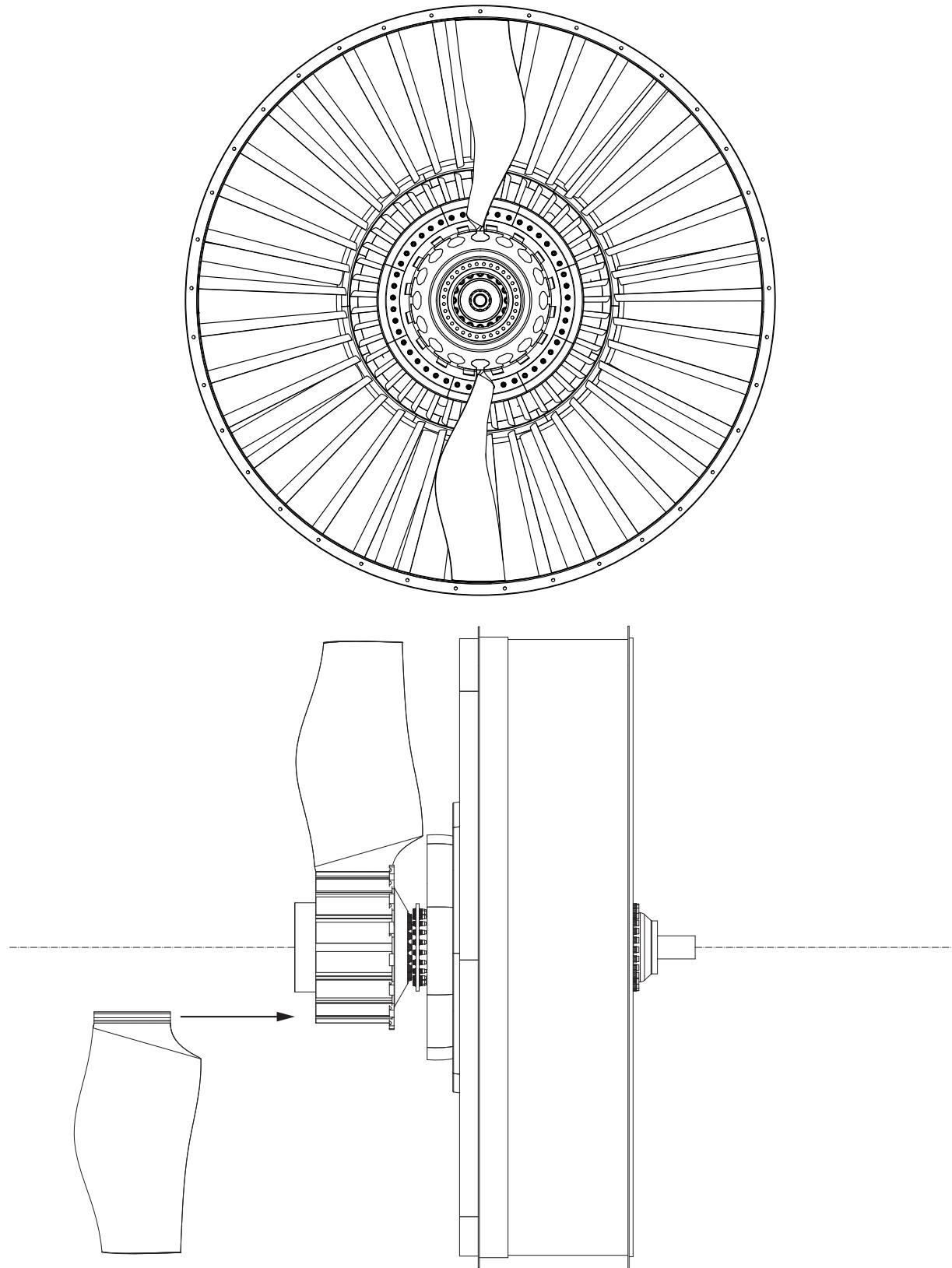
Die nächsten Schritte werden die Fanschaufel-Montage beschreiben. Die Bezeichnung der Position in der Fanscheibe ist wie im unteren Bild dargestellt. Die bestimmung welcher Fanschaufel auf welche Position kommt ist von einer anderen Stelle zu bestimmen. Hier wird nur das vorgehen der Montage beschrieben.



Schritt 42

Die erste Fanschaufel (Pos. 5) wird auf Position 9 komplett eingeschoben bis es hinten an die Halterung trifft. Der Fan-Blade wird von hinten von der Fanwelle (Pos. 12) gehalten. Nach vorne wird es erst später gesichert.

Die Fan-Scheibe mit dem ersten Fan wird einmal um 180° gedreht, sodass das gerade Montierte Fan-Blade gerade nach Oben zeigt.

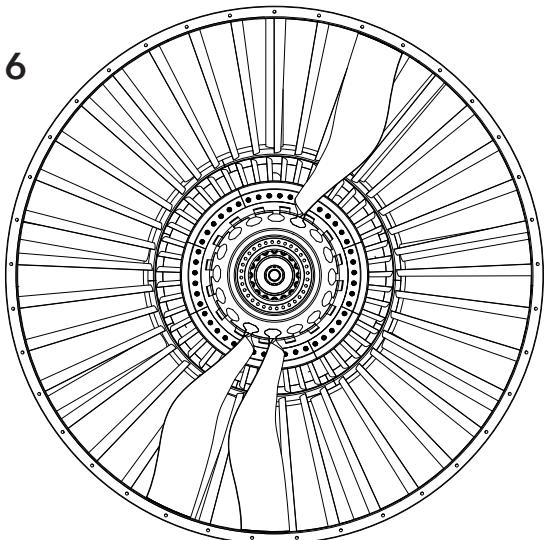


Schritt 43

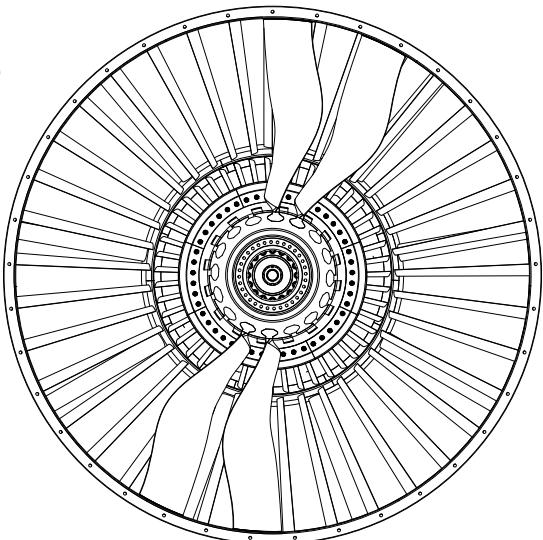
Die zweite Fanschaufel wird genau gegenüber in Position 1 eingeschaufelt.

Die Montierten Fanschaufeln werden nur um eine Position im Uhrzeigersinn weiter geschoben, sodass Position 16 auf 6 Uhr steht.

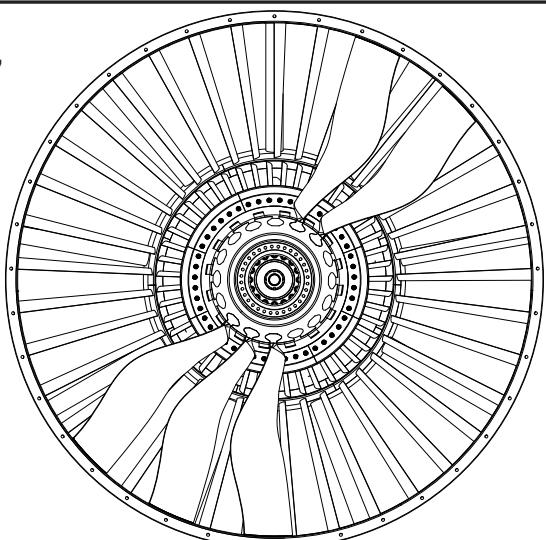
3
Pos. 16



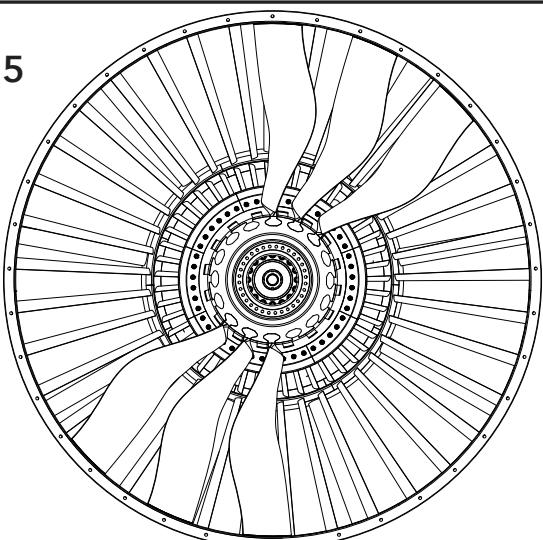
4
Pos. 8



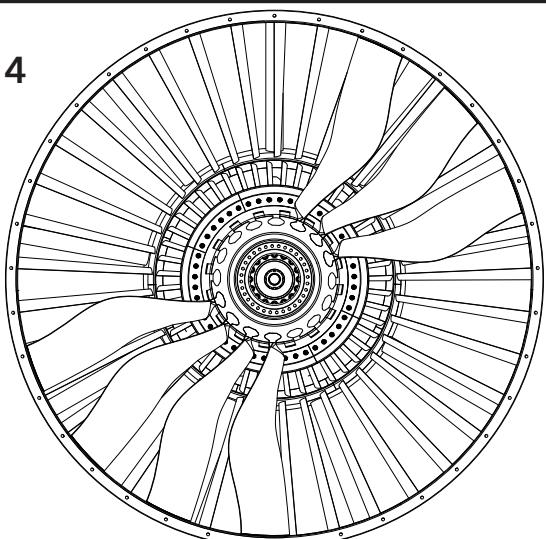
5
Pos. 7



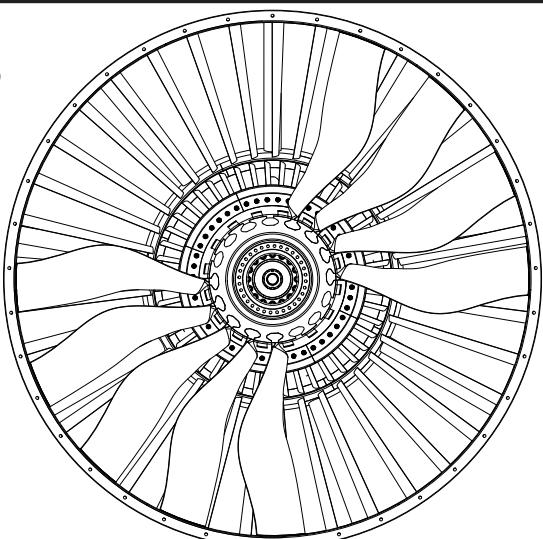
6
Pos. 15



7
Pos. 14



8
Pos. 6

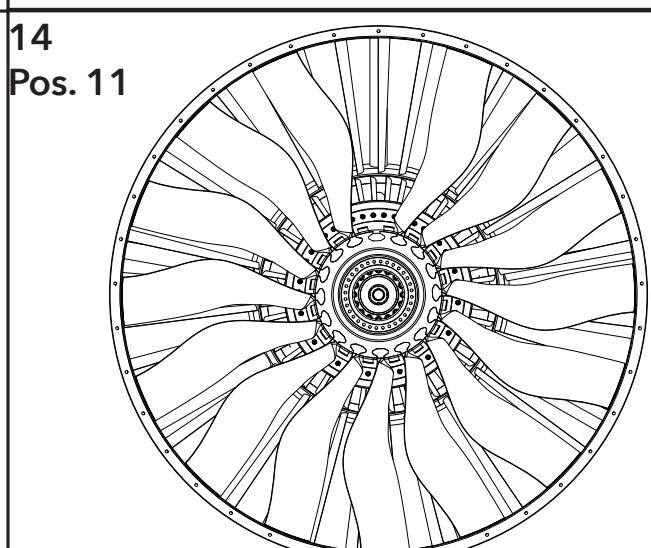
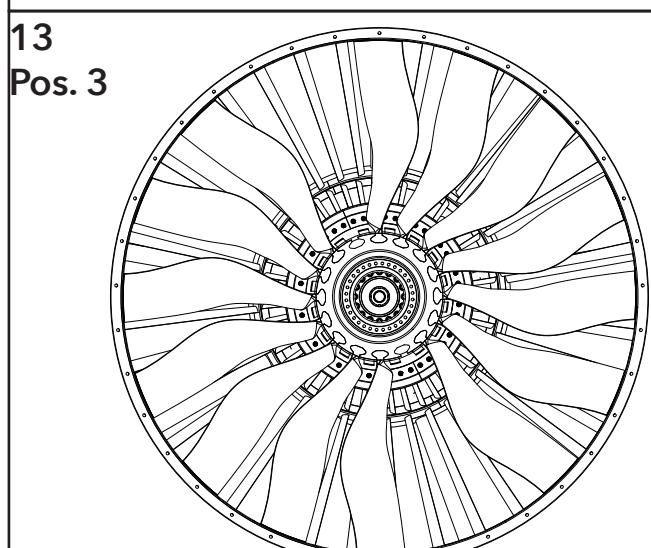
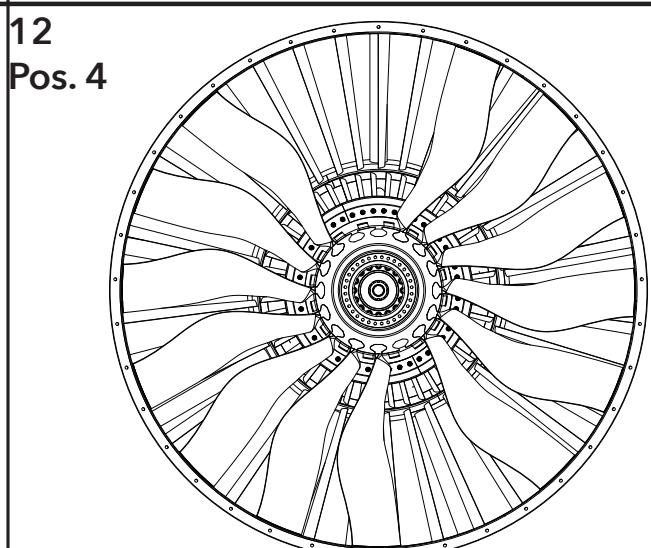
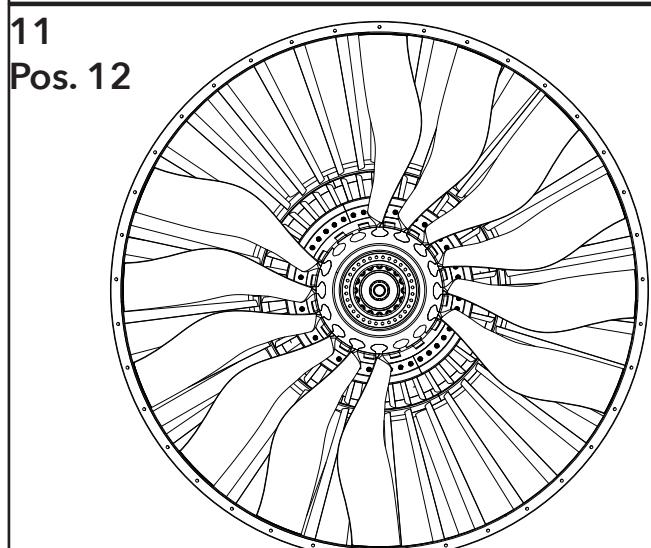
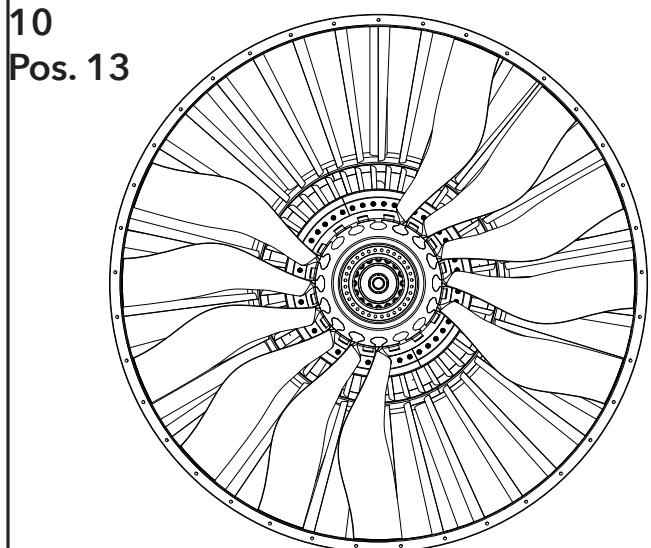
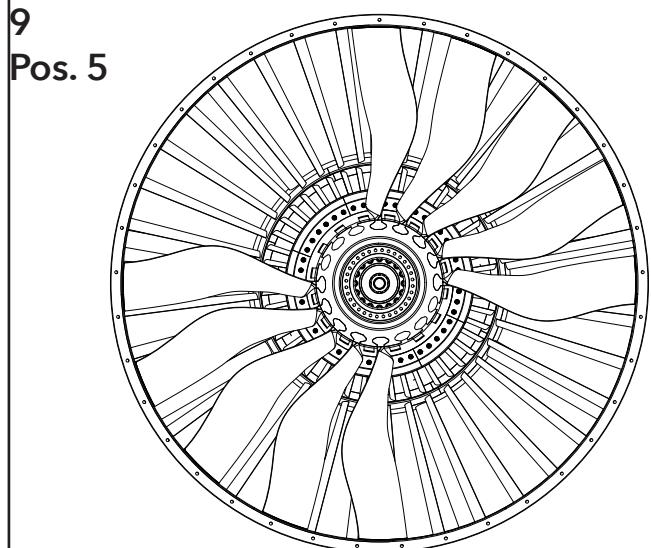


Schritt 44

Die weiteren Fanschaufeln werden weiter in folgender Reihenfolge eingeschaufelt:

16 - 8 - 7 - 15 - 14 - 6 (- 5 - 13 - 12 - 4 - 3 - 11 - 10 - 2)

Das heißt es werden immer die gegenüberliegenden Fanschaufeln eingeschaufelt.



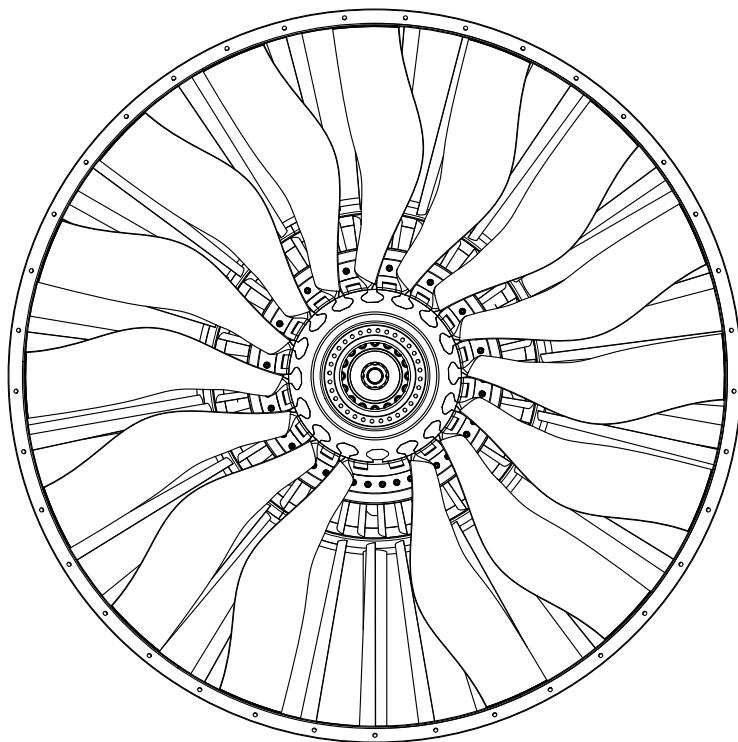
Schritt 44 - Fortsetzung 1 -

Die weiteren Fanschaufeln werden weiter in folgender Reihenfolge eingeschaufelt:

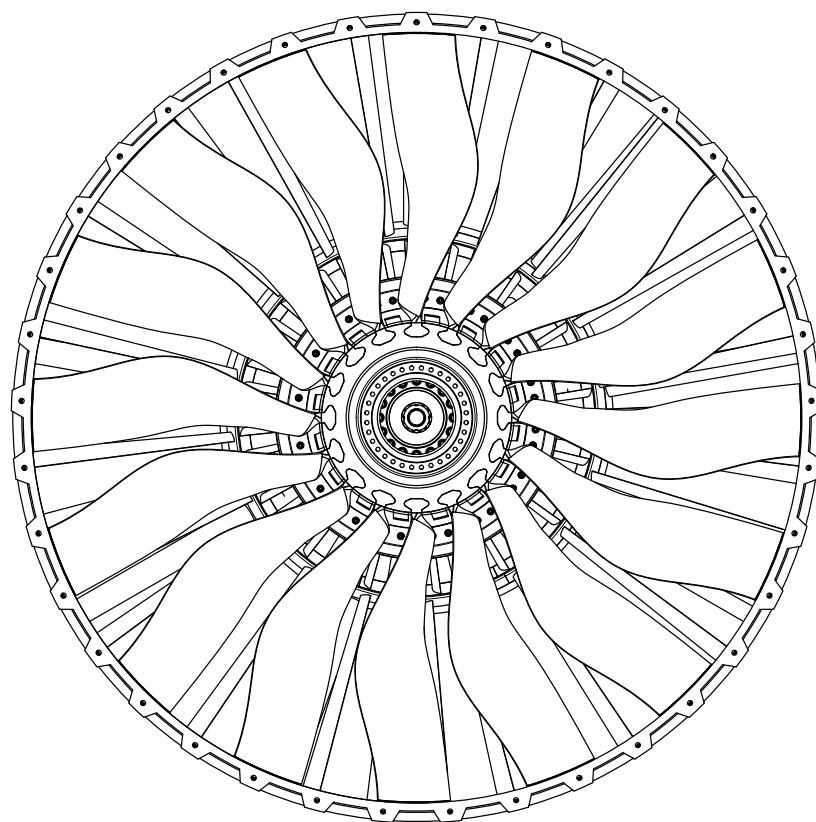
(16 - 8 - 7 - 15 - 14 - 6) - 5 - 13 - 12 - 4 - 3 - 11 - (10 - 2)

Das heißt es werden immer die gegenüberliegenden Fanschaufeln eingeschaufelt.

15
Pos. 10



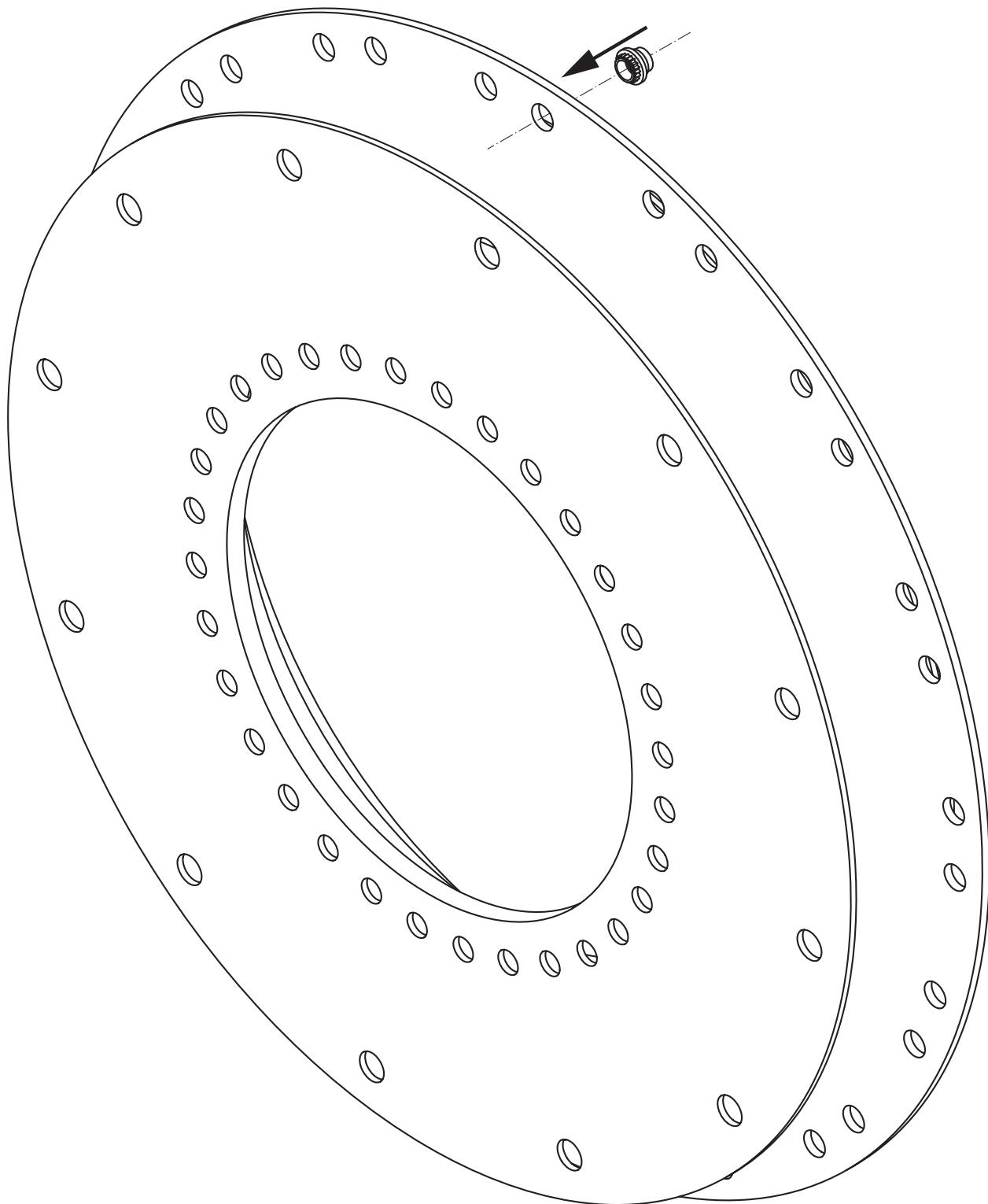
16
Pos. 2



Schritt 44 - Fortsetzung 2 -

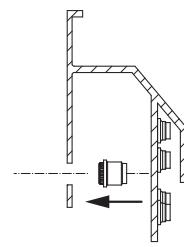
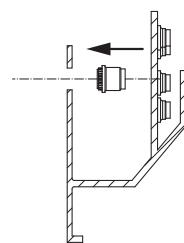
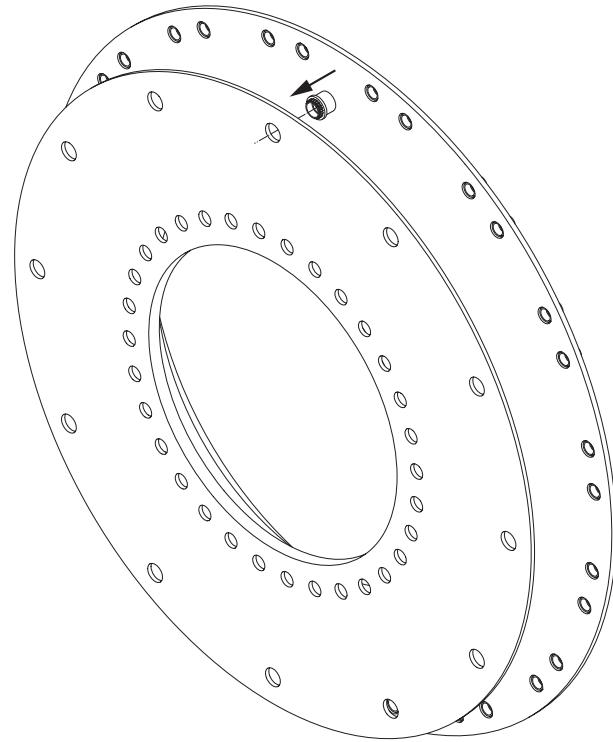
Die weiteren Fanschaufeln werden weiter in folgender Reihenfolge eingeschaufelt:

(16 - 8 - 7 - 15 - 14 - 6 - 5 - 13 - 12 - 4 - 3 - 11 -) 10 - 2



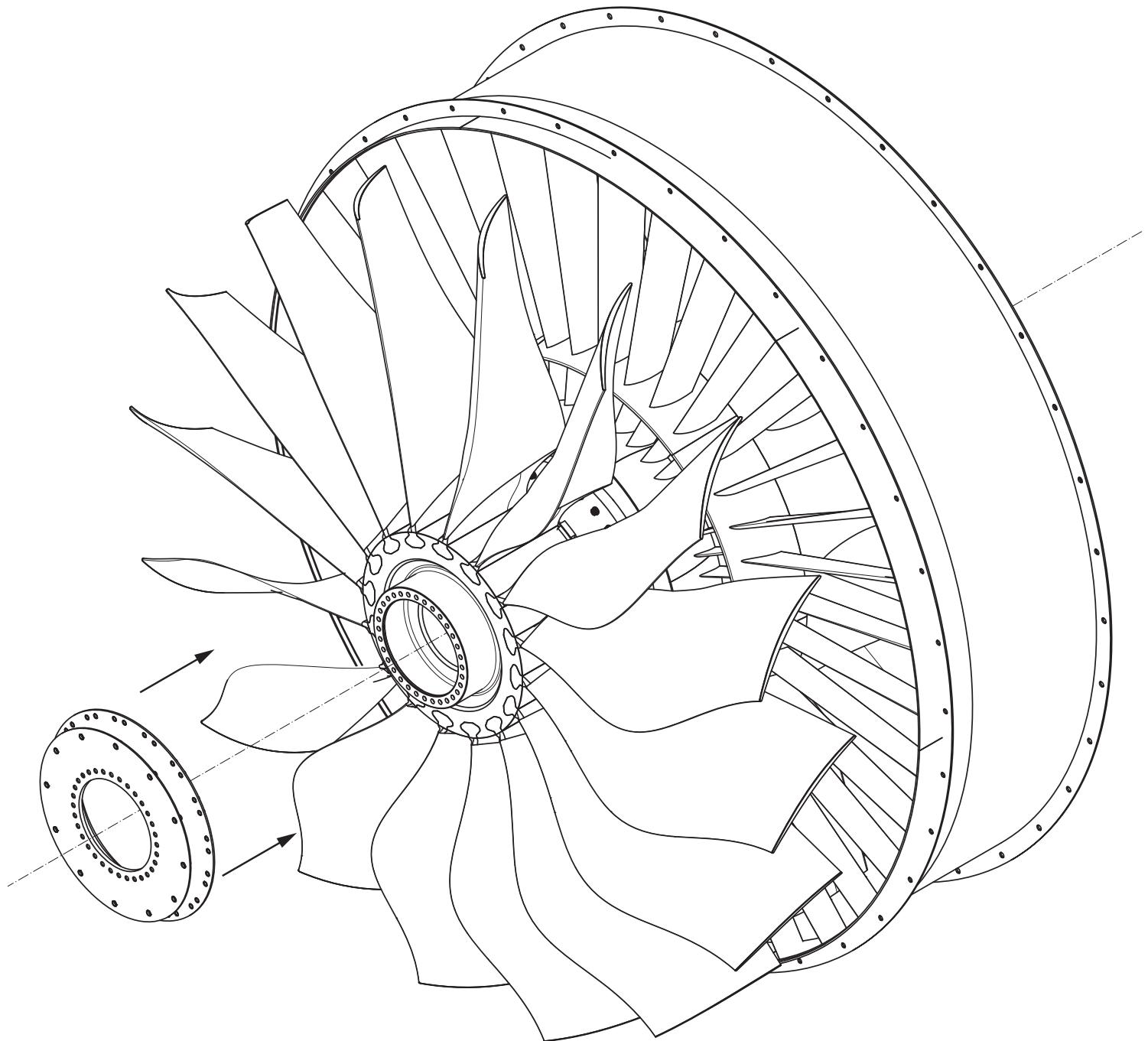
Schritt 45

Als nächstes wird die Nosescheibe (Pos. 10) vormontiert.
Zunächst werden 32 Einnietmuttern EN 3014 - 060 (Pos. 54) in den obersten Kranz eingesetzt.



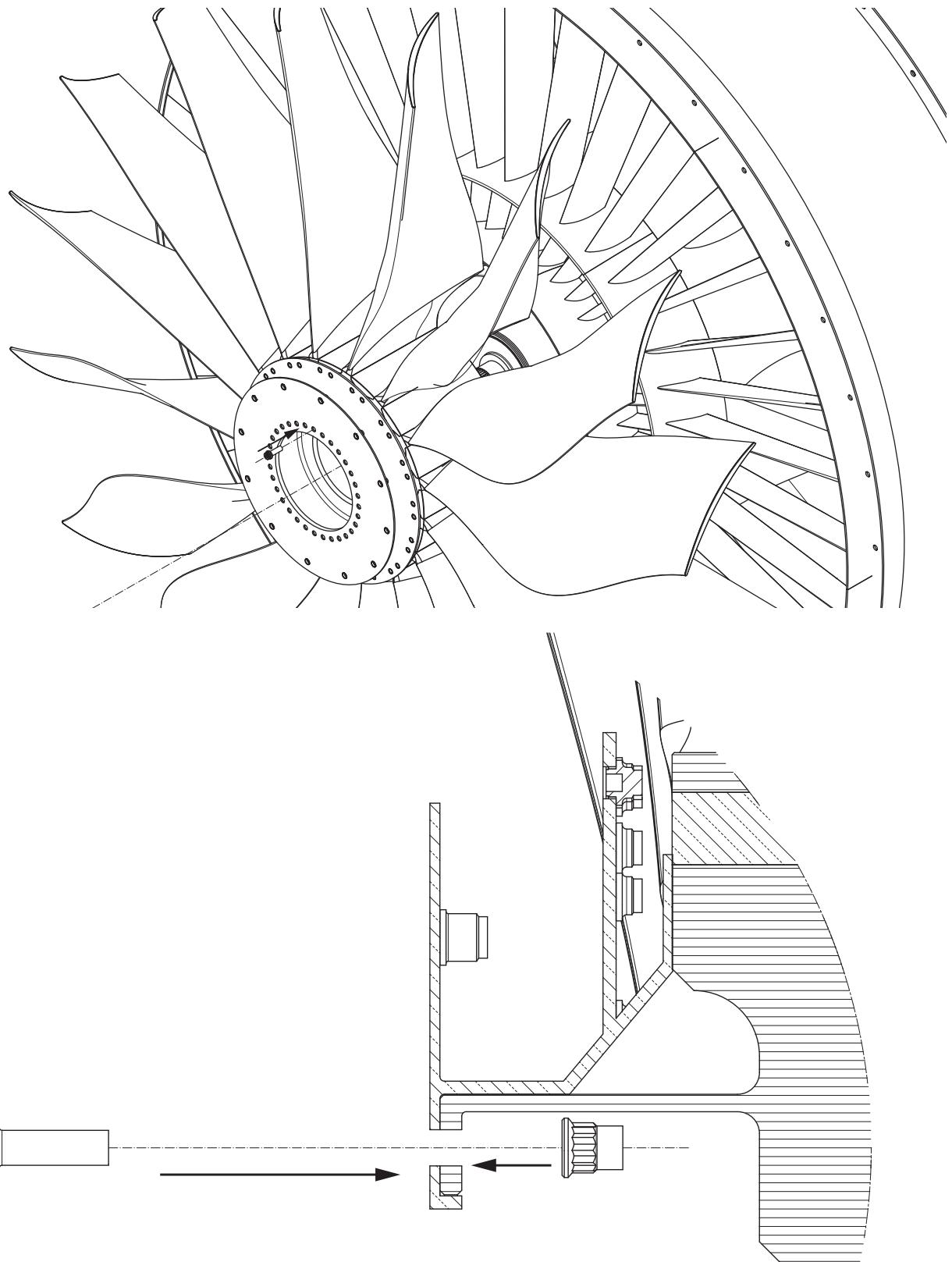
Schritt 46

In den vorderen Kranz der Nosescheibe (Pos. 10) werden nun 12 Einnietmuttern EN 3014 - 080 (Pos. 40) eingesetzt.



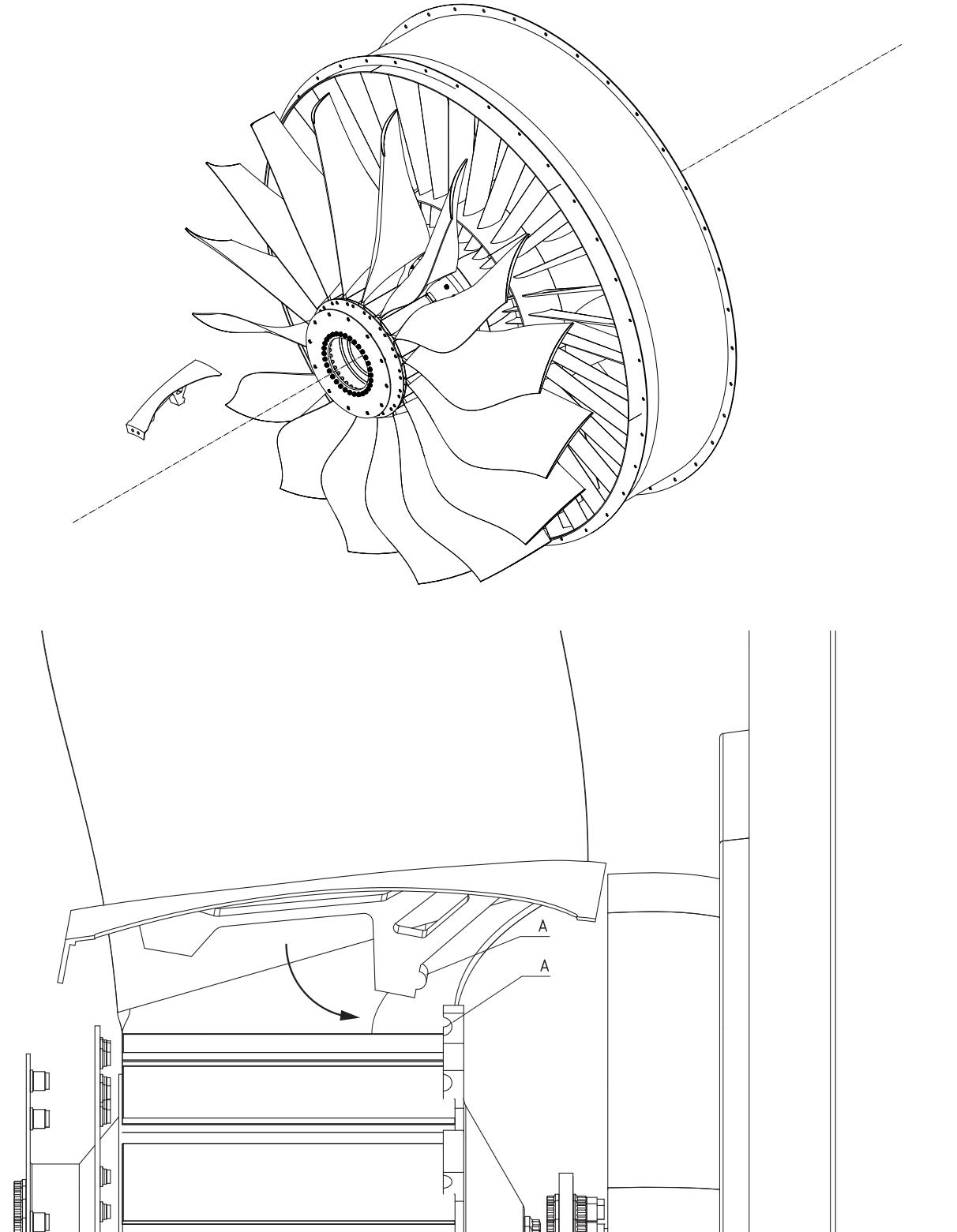
Schritt 47

Die vormontierte Nosescheibe (Pos. 10) wird auf die Fanscheibe (Pos. 8) frontal aufgesetzt. Die Rückseite der Nose-Scheibe hindert die Fan-Blades am rausrutschen nach vorne. Die Nosescheibe wird von vorne mit einer Vorrichtung gehalten.



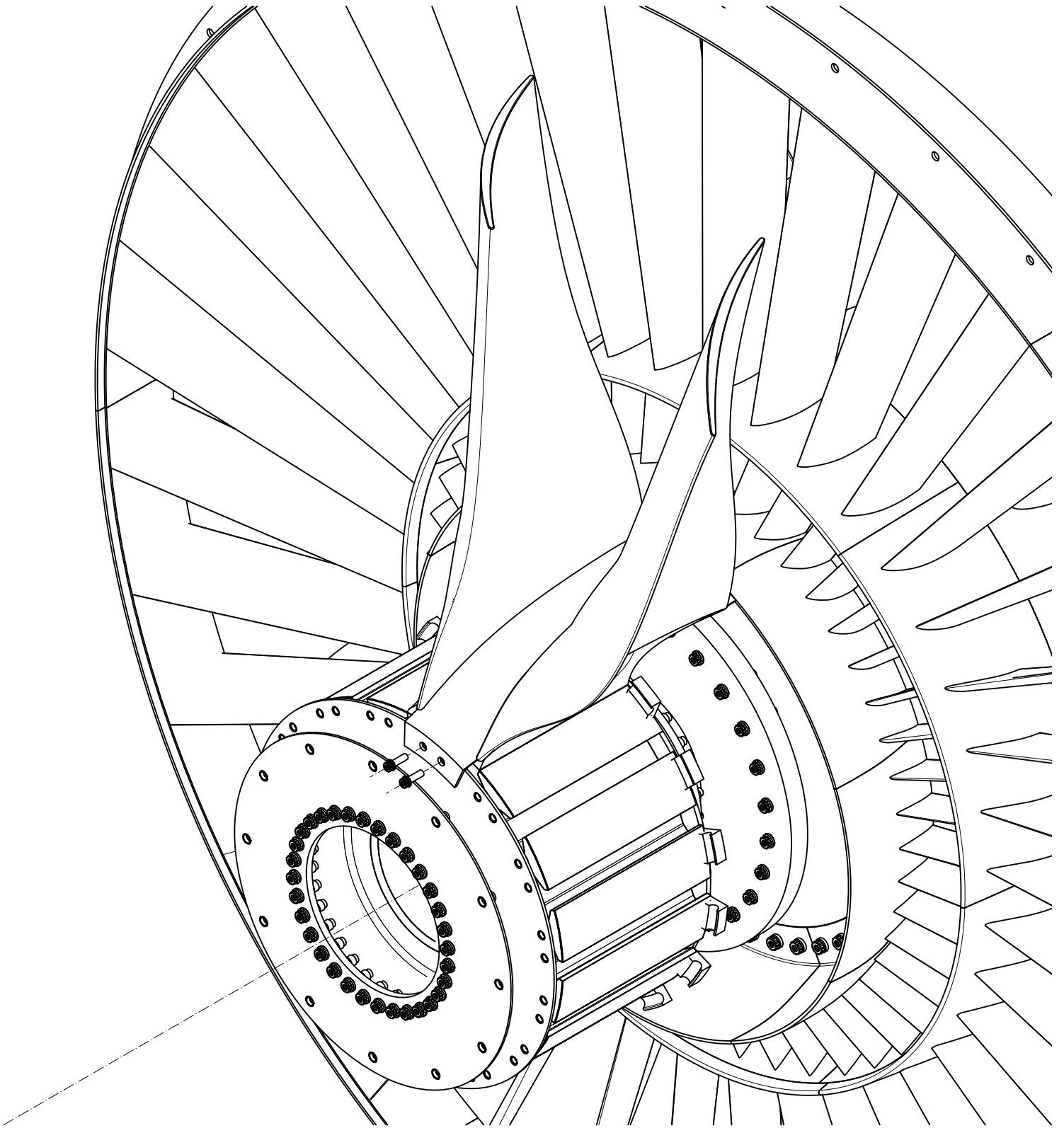
Schritt 48

Die Nosescheibe (Pos. 10) und die Fanscheibe (Pos. 8) werden mit 32 Schrauben EN 3328 MJ8 x 7mm (Pos. 55) und Muttern DIN 65528 MJ8 (Pos. 42) verschraubt. Nachdem alle Schrauben eingebracht sind kann die Vorrichtung weg genommen werden.



Schritt 49

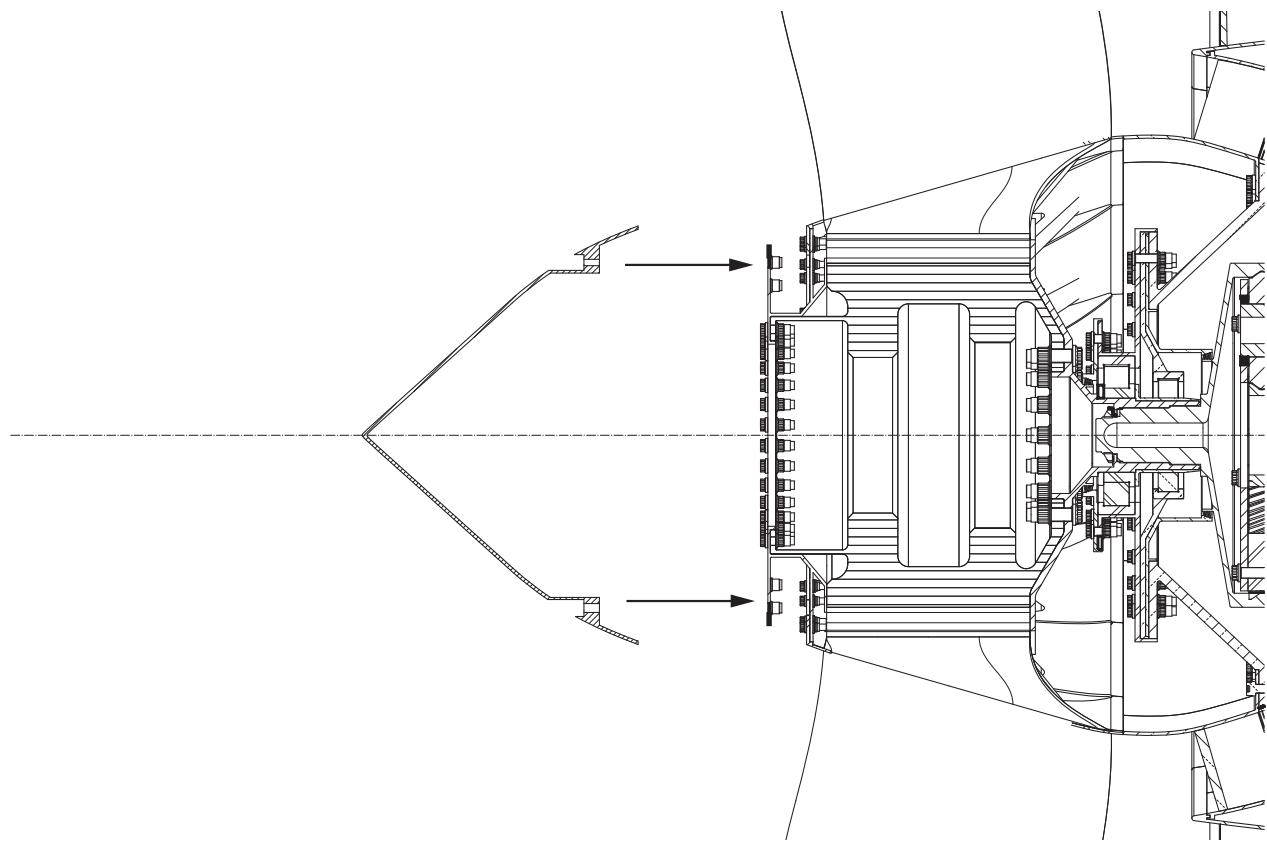
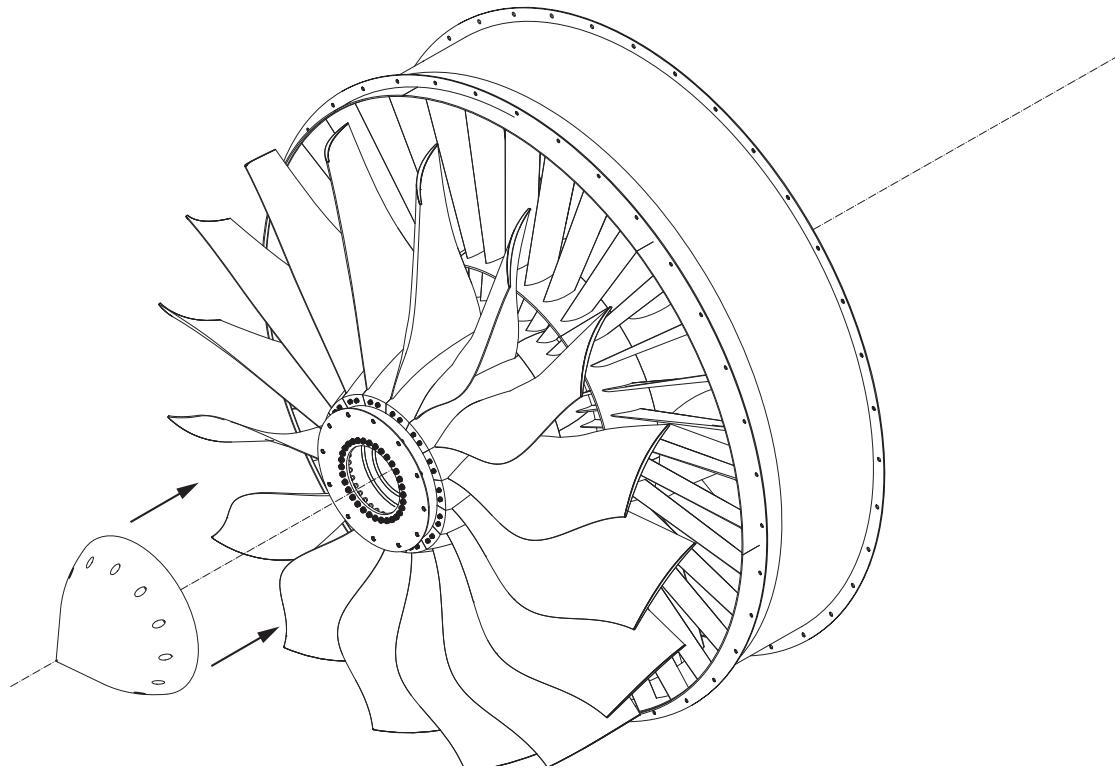
Die Fanabdeckung (Pos. 9) wird nach hinten gedreht von oben zwischen den Fanblades eingeführt dazwischen entlang geführt und kurz vordem aufsetzen auf der Fanscheibe mit einer Drehbewegung in der Fanwelle (A) eingehakt und runter gedrückt.



Schritt 50

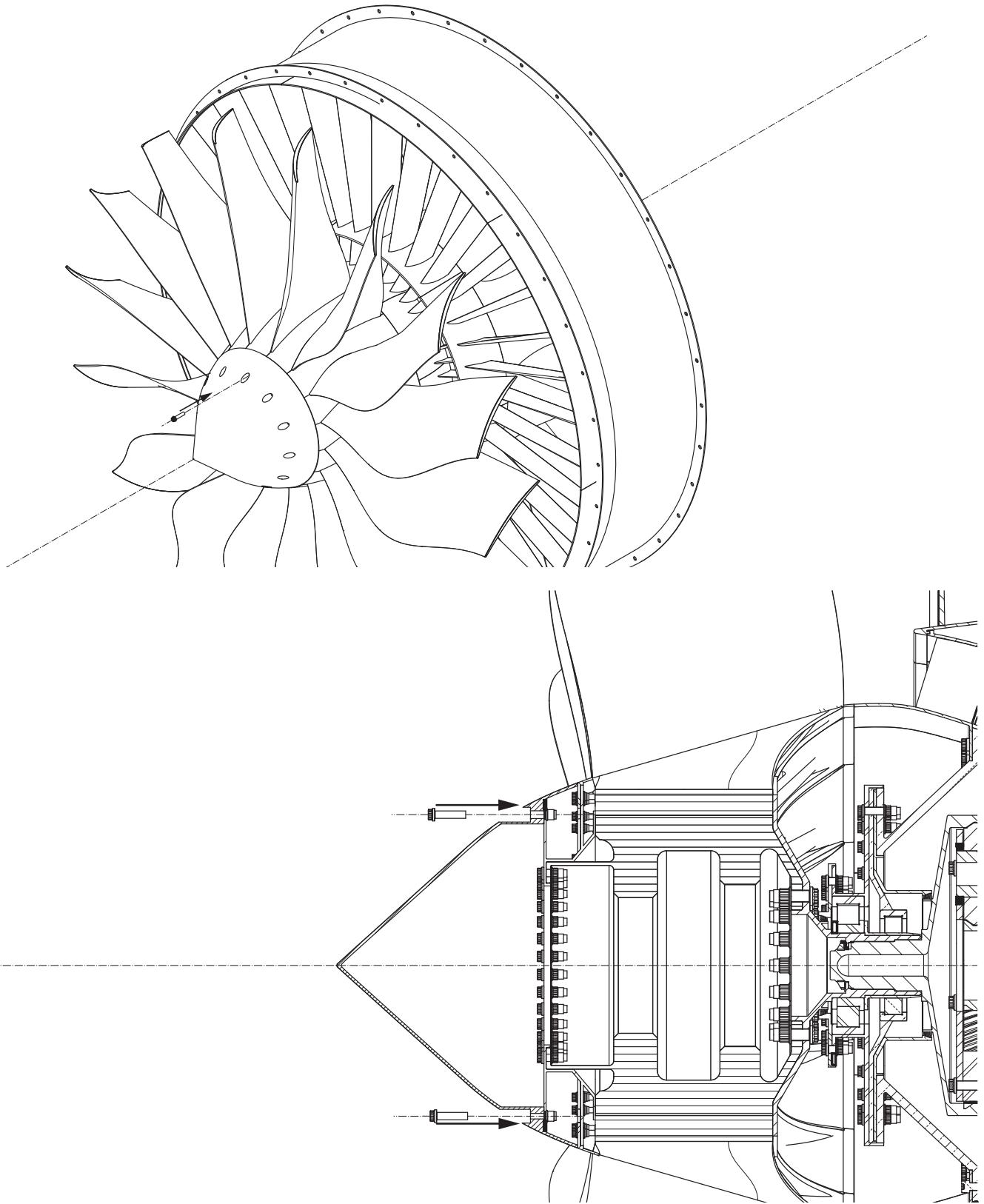
Anschließend wird die Fanabdeckung (Pos. 9) und die Nosescheibe (Pos. 10) mit zwei Schrauben EN 65 438 -MJ6 x 3mm (Pos. 56) verschraubt.

Die weiteren 15 Abdeckungen werden analog zu denen in Schritt 49 und 50 erklärten vorgehen montiert.



Schritt 51

Die Nosecone (Pos. 11) wird frontal auf die Nosescheibe (Pos. 8) aufgeschoben und von vorne von einer Vorrichtung gehalten.

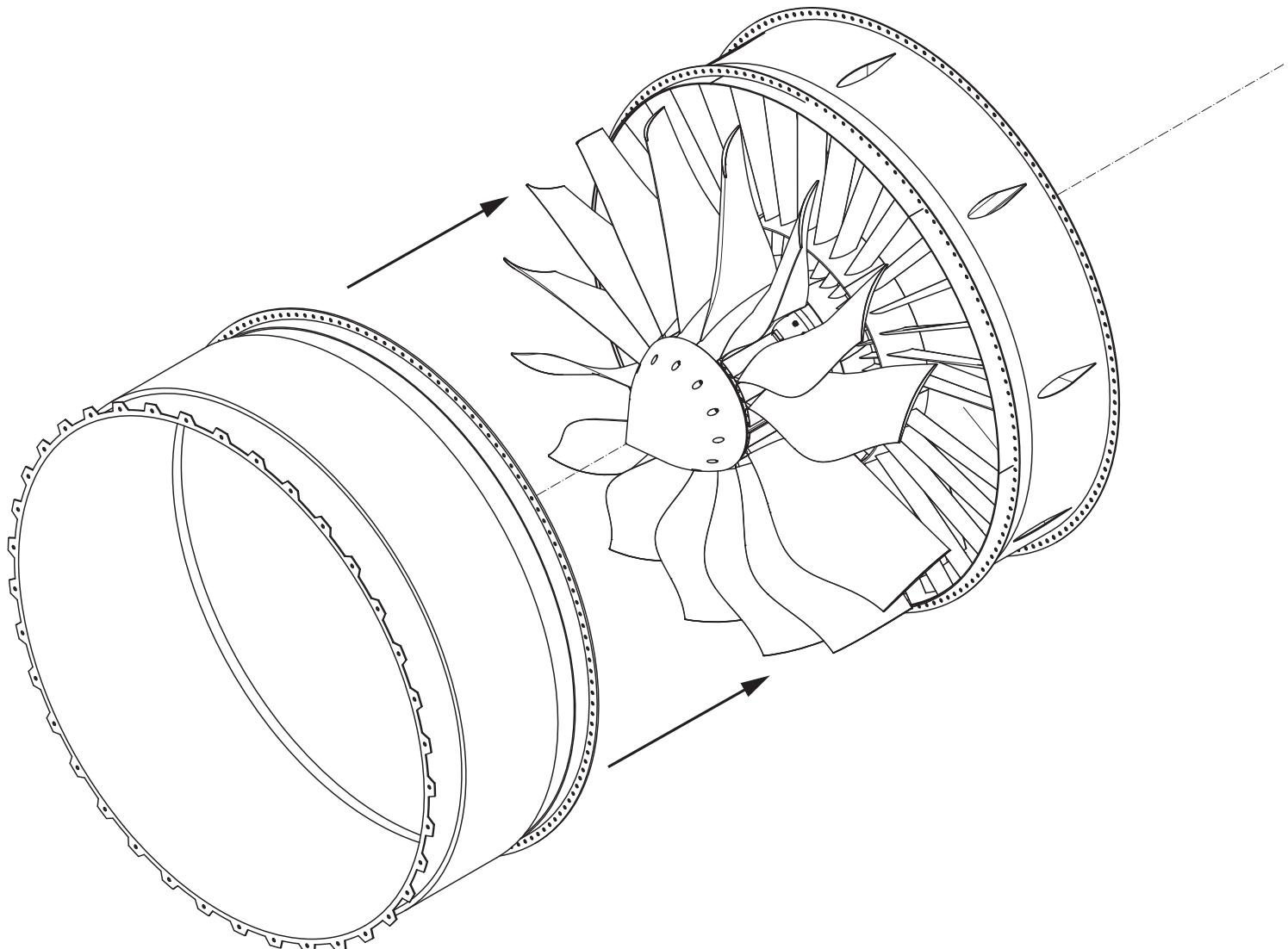


Schritt 52

Die Nosecone (Pos. 11) und die Fanscheibe (Pos. 10) werden mit 12 Schrauben EN 65 438 MJ8 x 20mm (Pos. 57) verschraubt. Die Vorrichtung, welche die Nosecone hält, kann nun entfernt werden.

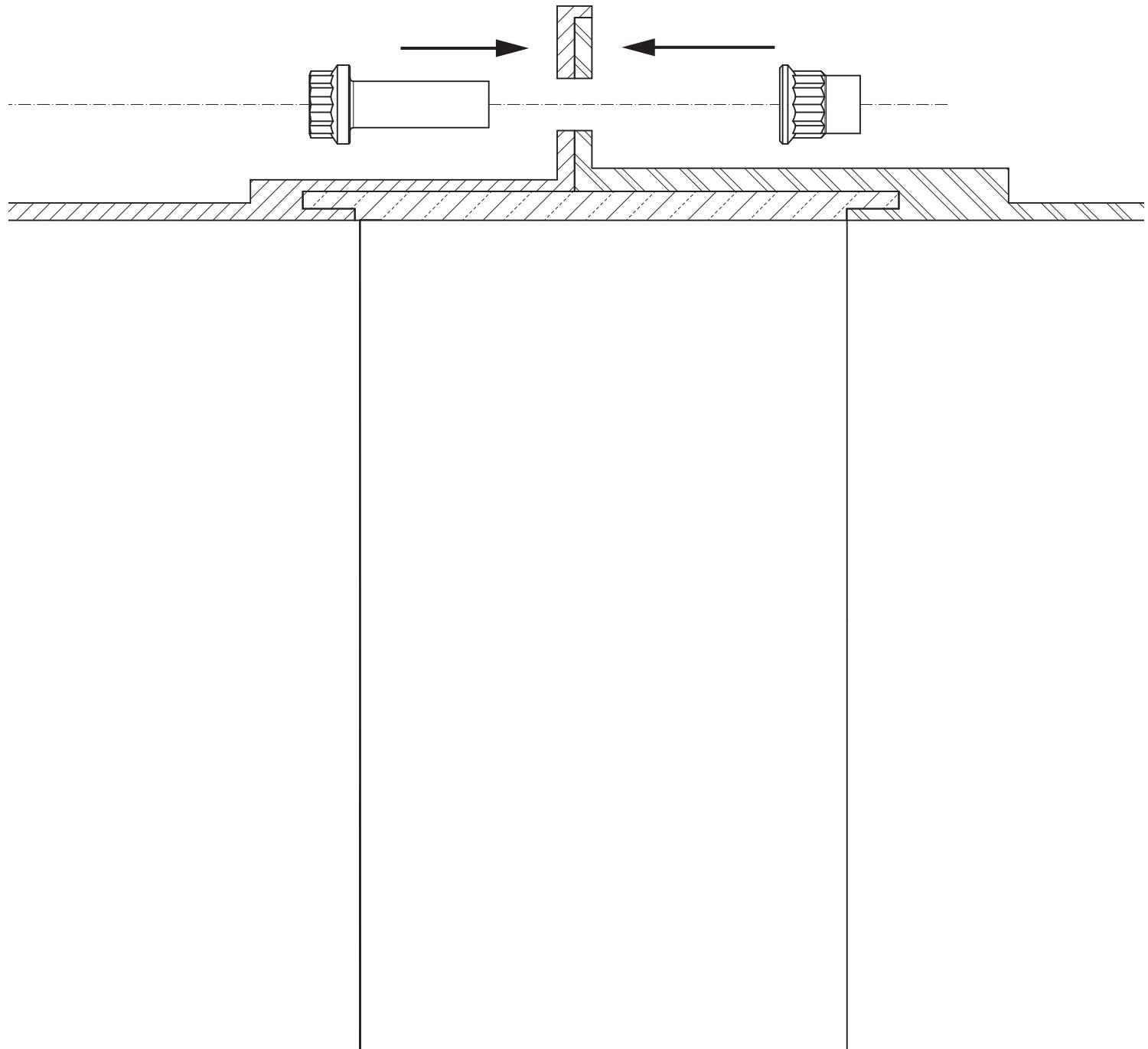
Damit ist die Montage von Modul 6 abgeschlossen.

MODUL 7



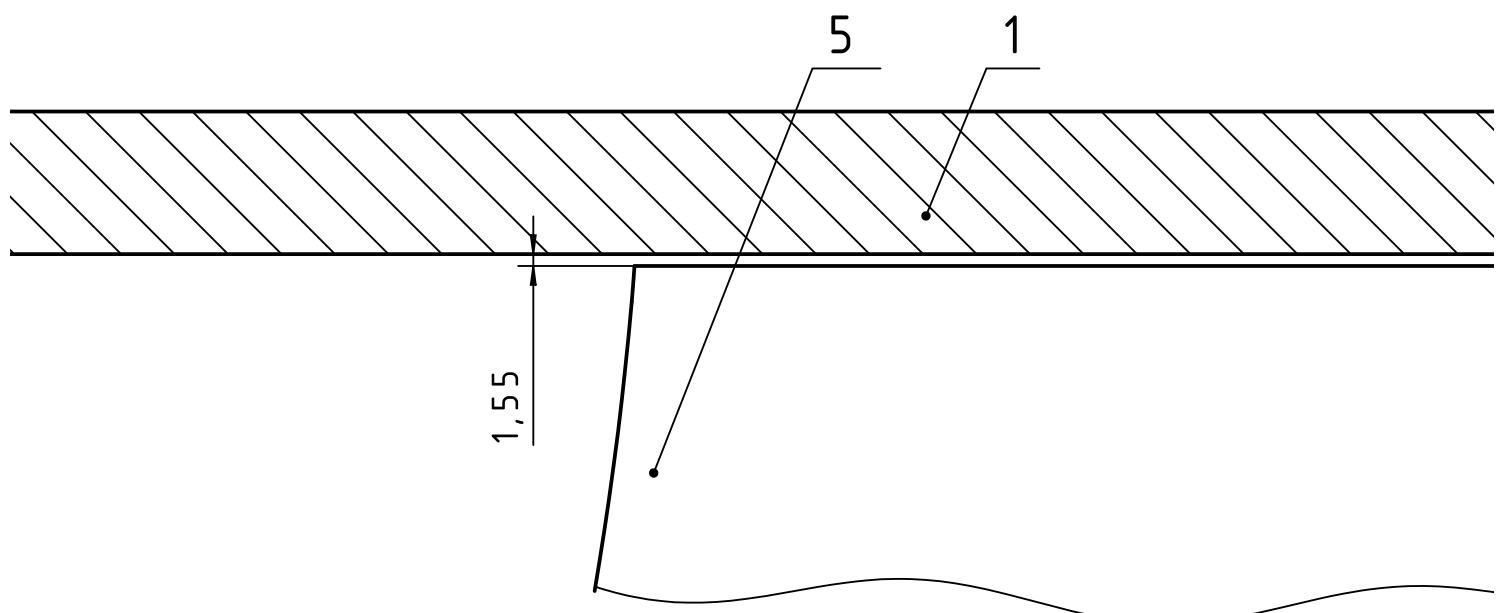
Schritt 53

Das Containment (Pos. 1) wird mit hilfe einer Halterung, welche das Containment von oben hält, auf das bisher montierte Fanmodul aufgeschoben. Es wird an dieser Position gehalten, bis das Containment verschraubt ist.



Schritt 55

Das Containment (Pos. 1) wird mit dem Strutmoudl (Pos. 2) ringsum mit 144 Schrauben EN 3328 MJ8 x 6mm (Pos. 41) und Muttern DIN 65528 MJ8 (Pos. 42) verschraubt. Nachdem alle Schraubverbindungen angebracht wurden kann die Vorrichtung, welche das Containment hielt entfernt werden.



Schritt 56

Nach dem alle Schrauben angebracht wurden muss zu letzt die Spalthaltigkeit überprüft werden. Der Spalt zwischen Fan und Containment muss bei Montage 1,5mm betragen.

Das Fanmodul ist nun vollständig montiert.