

Abb. 1: Hohle Rotorwelle (links: Blank, rechts: gewalzt)

## Applikation Rotorwelle

Formschlüssige Welle-Nabe Verbindung dank Durchschubwalzen auch auf Hohlteilen wie Rotorwellen zur Übertragung des Drehmoments vom Rotor auf die Welle.

### Herausforderungen in der Elektromobilität

Umrichtergeführte Synchron- und Asynchronmotoren bestimmen derzeit die Entwicklung in der Elektromobilität. Für die Bauformen werden im Rotor entweder Permanentmagnete eingebaut, auf Fremderregung über Kupferwicklungen gesetzt oder ein Kurzschlussläufer hergestellt. Alle Konstruktionen bringen dabei neben Vor- und Nachteilen in Wirkungsgrad und Kosten vor allem eine physikalische Herausforderung mit sich: Elemente mit relativ hoher Masse werden in einem sich schnell drehenden System verbaut und müssen die Systemleistung sicher und schlupffrei auf eine sogenannte Rotorwelle übertragen. Dabei kommt es neben der rein mechanischen Belastung auch zu Effekten der Aufweitung auf Grund von hohen Rotationsgeschwindigkeiten im System und damit zu anderen Überdeckungen im Bereich des Übergangs von Rotor zu Welle.

Für die Übertragung der Leistung gibt es verschiedene Konstruktionsprinzipien. Eines ist die Welle-Nabe-Verbindung über die Steckverzahnung. Bisher vor allem im Getriebebau eingesetzt, um eine ähnliche Herausforderung bei Gangrädern zu meistern, kann eine evolventische Verzahnung auch genutzt werden, um das komplette Drehmoment aus dem Elektromotor auf ein Untersetzungsgetriebe und damit letztendlich auf die Achsen des Fahrzeugs zu bringen.

Gleichzeitig sind diese Verzahnungen gut berechen- und beherrschbar und industriell günstig herzustellen.

### Die hohle Rotorwelle

Zur Verringerung von Massen und günstigen Herstellbarkeit gibt es derzeit vor allem den Trend zur „gebauten“ Rotorwelle. Diese Welle besteht aus Rohr- und Flanschstücken, die nach der Bearbeitung der Einzelteile miteinander verschweißt werden. Die Flanschteile besitzen Lagersitze sowie einen weiteren Abschnitt für eine Welle-Nabe Verbindung auf dem später ein Abtriebsrad für ein Untersetzungsgetriebe aufgebracht wird. Ein guter Rundlauf aller Komponenten zueinander ist extrem wichtig.

Bei der gebauten Rotorwelle besitzt der Rohrabschnitt auf dem später die Steckverzahnung aufgebracht werden soll nur noch eine geringe, exakt auf das zu übertragende Drehmoment abgestimmte, Wandstärke. Eine Herausforderung besteht nun darin auf dieses dünnwandige Bauteil eine Verzahnung, am besten umformtechnisch, aufzubringen. Alternativ kann eine solche Rotorwelle auch über andere Kaltumformverfahren hergestellt werden.

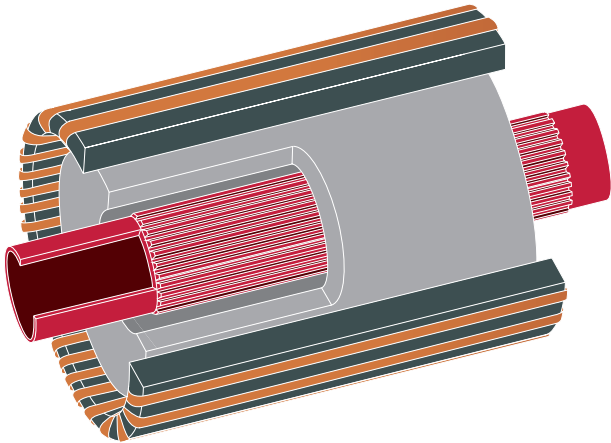


Abb. 2: Hohle Rotorwelle im Schnitt

### Durchschubwalzen

Exakt hier präsentiert sich das Verfahren des Verzahnungswalzens mit dem Durchschubverfahren. Bei der üblichen Steckverzahnung eines Vollteils dringen die Walzwerkzeuge auf gesamter Länge der Verzahnung in das Material ein und formen unter ständigem Vorschub präzise die Steckverzahnung aus. Bezieht man dieses Verfahren auf eine sehr dünnwandige hohle Rotorwelle wird schnell deutlich, dass die Walzkräfte der hier sehr breiten Werkzeuge schnell zu unerwünschten Randeffekten wie dem Aufweiten und Verdrücken des Grundmaterials führen.

Daher hat Profiroll bereits für die Hohlwellen aus Doppelkupplungsgetrieben das Verfahren Durchschubwalzen entwickelt. Dieses Verfahren ist prädestiniert für das Aufwalzen von Steckverzahnungen auf Rotorwellen.

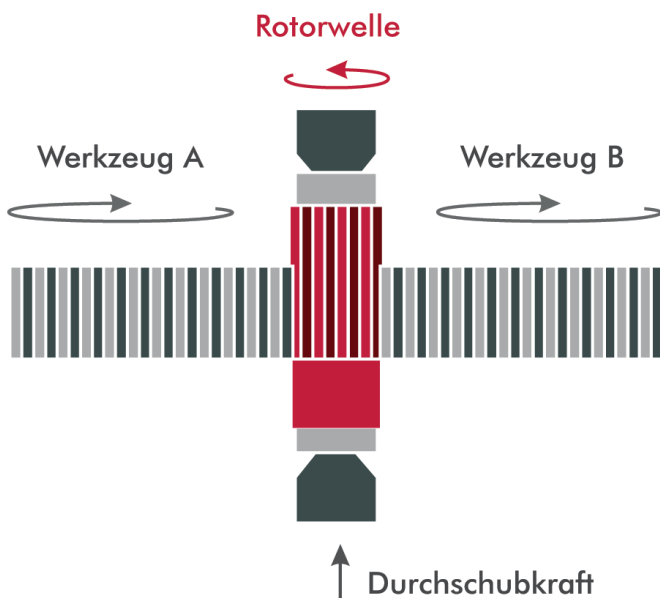


Abb. 3: Hohle Rotorwelle im Durchschub

Ein Werkstück wird zwischen Spitzen gespannt und per NC-gesteuerter Spitzenwalzeinrichtung im Arbeitsraum in der Walzposition positioniert. Dort setzen zwei mit besonderen Einlaufbereichen versehene Kaltwalzwerkzeuge, die komplett synchron zueinander laufen am Einlaufbereich der Verzahnung an. Unter kontinuierlichem Abwälzen der Werkzeuge wird das Werkstück durch die Durchschubeinrichtung

nun langsam in Achsrichtung bewegt. Diese Bewegung überlagert mit der Geometrie der Werkzeuge stellt die Vorschubbewegung dar, die zu einem Auffließen des Materials am Umfang der Rotorwelle und damit zu einem Ausformen der Verzahnung führt. Der Clou dieses Prozesses stellt die Kinematik dar. Durch den sich ständig bewegenden und genau steuerbaren Umformbereich kann eine Walzkraft und damit Spannung im Material eingestellt werden, die zwar zu einem Ausformen der Verzahnung führt, nicht jedoch zu einer Beeinflussung des Grundmaterials. Kontinuierlich wird die Verzahnung auf ganzer Länge des Bauteils ausgeformt.

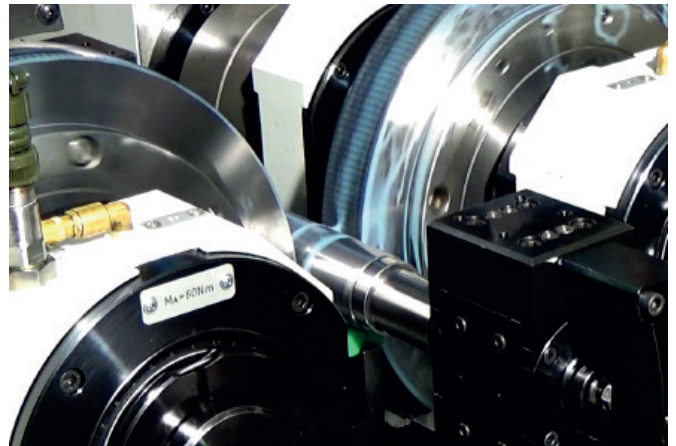


Abb. 4: Verfahren

Eine geometrische Vorhaltung von Verzahnungsparametern auf Grund eines sich anschließenden Härteprozesses kann prozessstabil in das Material eingebracht werden.

Bonus:

Es ist Stand der Technik, dass das Verfahren so genau abgestimmt werden kann, dass eine Unterstützung des umzuformenden Bereichs, beispielsweise durch eine Art Dorn in der Bohrung, nicht benötigt wird. Damit fällt eine notwendige Bohrungspassung weg und die Kosten sinken!



Profiroll Technologies GmbH  
04849 Bad Döben  
Germany

Tel.: +49 34243 74-0  
Fax: +49 34243 22159  
E-Mail: [profiroll@profiroll.de](mailto:profiroll@profiroll.de)  
Web: [www.profiroll.de](http://www.profiroll.de)

ISO 9001:2015 | VDA 6.4:2017