

Großrobotik in der maritimen Fertigung

Dipl.-Ing. Steffen Dryba, Fraunhofer IGP,

18059 Rostock, Deutschland, steffen.dryba@igp.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Alexander Jentsch, Fraunhofer IGP,

18059 Rostock, Deutschland, alexander.jentsch@igp.fraunhofer.de

Prof. Dr.-Ing. Wilko Flügge, Universität Rostock, Lehrstuhl für Fertigungstechnik,

18059 Rostock, Deutschland, wilko.fluegge@uni-rostock.de

Prof. Dr.-Ing. habil Jan Sender, Universität Rostock, Lehrstuhl für Produktionsorganisation und Logistik,

18059 Rostock, Deutschland, jan.sender@uni-rostock.de

Kurzfassung

Das Fraunhofer-Institut für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP befasst sich in enger Kooperation mit der Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik der Universität Rostock mit der anwendungsorientierten Forschung im Bereich Produktions- und Fertigungstechnik. Der Branchenfokus liegt auf dem Schiff-, Stahl- und Windkraftanlagenbau. In diesen Branchen treffen wir immer wieder die gleichen Herausforderungen an. Dazu zählen sehr große Abmessungen, Massen sowie Toleranzen der zu fertigenden Produkte. Zudem haben wir es mit kleinen Losgrößen bis hin zur Unikatfertigung zu tun. Ein bereits über viele Jahre verfolgter Lösungsansatz besteht in der Entwicklung und dem Einsatz von Großrobotersystemen. Wir definieren dabei den Begriff Großrobotik als klassische vertikale Knickarm-Kinematik, die über elektrisch angetriebene Achsen verfügt und in Reichweite und Nutzlast erheblich über die am Markt angebotenen Schwerlast-Robotersysteme hinausgeht. Diese Systeme sollen die Genauigkeit und Steifigkeit von Industrierobotern mit der Reichweite und Leistungsfähigkeit hydraulischer Manipulatoren verbinden und eröffnen damit vielfältige Einsatzmöglichkeiten vor allem im maritimen Umfeld. Dazu zählen die schiffbauliche Vorfertigung, die Bearbeitung von Schiffspropellern und das Fügen von Offshore-Rohrstrukturen. Vertikale Knickarmroboter bieten eine Vielzahl an Lösungen im Nennlastbereich bis 1.000 kg. Einzelne Systeme können bis zu 2.300 kg erreichen. Bestimmte Anwendungen stellen jedoch Anforderungen, die diese Werte übersteigen. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens entstand zwischen 2010 und 2015 für die Montage von Motor-Getriebe-Einheiten in Lkw-Rahmen ein erster Prototyp eines Großrobotersystems, der die Handhabung von bis zu 4.000 kg mit einer maximalen Reichweite von 5.500 mm erlaubt. Um die hierbei entstehenden Lastmomente besonders in den hochbelasteten Achsen 2 und 3 übertragen zu können, sind direkt rotatorisch angetriebene Achsen (einer Kombination von Motor und Stirnrad- oder Planetenradgetriebe zur Roboterachse) nicht geeignet. Aus diesem Grund wurde auf eine Konfiguration mit Koppelantrieben (Abb. 1) zurückgegriffen, die durch Schwerlastlinearantriebe aktuiert werden.

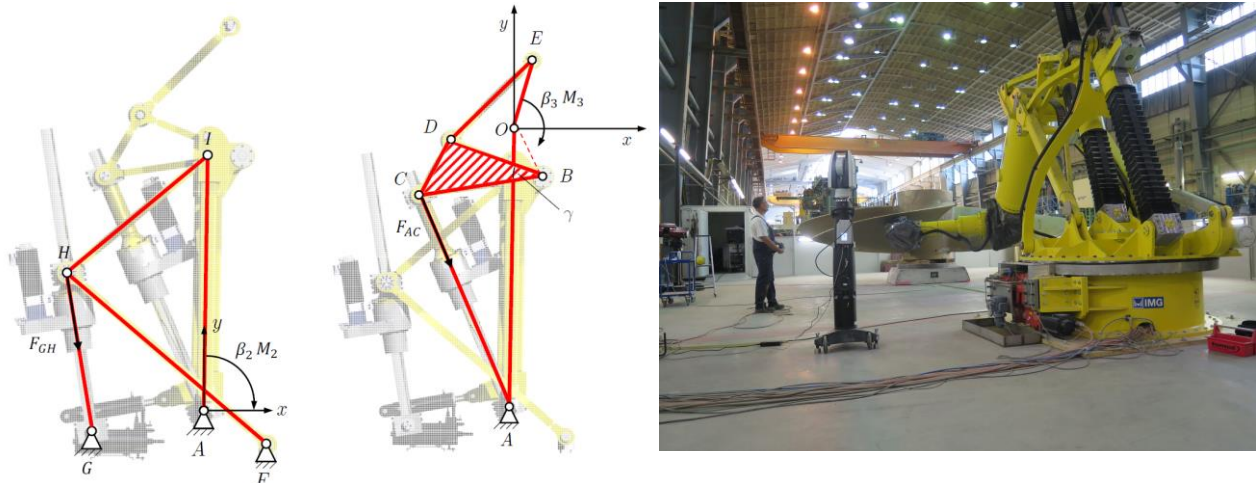


Abb. 1: Kinematisches Konzept Achse 2 (li.) und Achse 3 (mi.) und praktische Umsetzung (re.)

Dieser Aufbau ermöglicht es einerseits die hohen auftretenden Lastmomente zu übertragen und eröffnet andererseits durch eine aufgelöste Struktur und die intelligente Anordnung von Lagerstellen der Koppellemente eine höhere Steifigkeit des Robotersystems. Die geometrischen Parameter der Koppelgetriebe sind dabei Ergebnis von Optimierungsrechnungen bei denen als Hauptkriterium die Minimierung der Spindelbelastung über einen möglichst großen Schwenkbereich der Roboterachse verwendet wurde. Um den Gedanken der Skalierung der vertikalen Knickarmkinematik weiter zu verfolgen, wurde die Handachse als modulare Zentralhand ausgeführt, sodass die Länge des zweiten Armes des Roboters sehr einfach verändert werden kann. Dieses Robotersystem wurde für den Einsatz in der Fertigung von Schiffspropellern ausgerüstet [1] und in einer Applikation zur Bearbeitung von Gussrohlingen in den letzten Jahren

einem umfangreichen Feldversuch unterzogen [2]. Schiffspropeller werden in einem Gussverfahren gefertigt und anschließend mechanisch bearbeitet. Ein Arbeitsschritt, der in der Folge mittels Großrobotik realisiert wurde, ist die Erstellung von bis zu 1.000 Markierungsbohrungen auf der Gussoberfläche. Die Tiefe der Bohrungen bietet dem anschließenden Schleifprozess einen Anhalt, wieviel Material abzutragen ist. Die realisierte Roboterapplikation umfasst dabei die Übernahme von IST-Geometriedaten des Werkstücks, den zusätzlichen Import von CAD-Daten der SOLL-Geometrie des Propellers, die Referenzierung von Werkstück, Roboter und Arbeitsraum zueinander zum Zweck einer automatisch ablaufenden Offline-Programmierung des Roboters. Diese löst die automatische Generierung eines Simulationsmodells der kompletten Roboterzelle inklusive Werkstück, die Optimierung der Propellerausrichtung für eine Maximierung der erreichbaren Bohrpositionen sowie die Kollisionskontrolle. Die Erkenntnisse bei der Umsetzung und dem Feldversuch der Applikation konnten in einem Folgeprojekt für die Weiterentwicklung der Roboterkinematik verwendet werden. Während das System der ersten Generation sich über die Jahre sehr zuverlässig zeigte, ergab sich Verbesserungspotenzial insbesondere in der mechanischen Steifigkeit. Dies und die Erweiterung des Anwendungsspektrums auf Schleifapplikationen gab den Anlass für ein Folgeprojekt zur Entwicklung einer zweiten Generation des Großrobotersystems. Im Rahmen dieser Weiterentwicklung wurden die Parameter der Koppelgetriebe mit dem Ziel optimiert, die Steifigkeit des Gesamtroboters signifikant zu erhöhen. Dazu wurde die mechanische Struktur erheblich verstärkt und nun in einem Aluminiumgussverfahren hergestellt. Dies erweiterte den Designraum, sodass teilweise topologieoptimierte Bauteile [3] (Abb. 2) eingesetzt werden konnten.

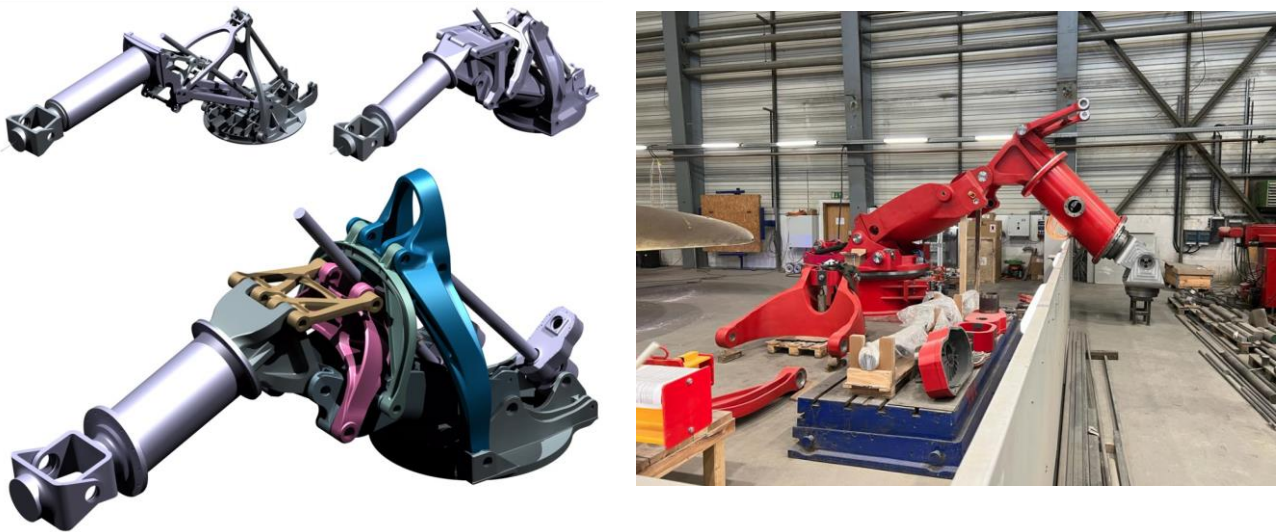


Abb.2: Entwicklung von der ersten zur zweiten Generation (li.) Montage zweite Generation (re.)

In dem vorliegenden Beitrag soll einerseits die Kinematik der ersten Generation als auch die der Zweiten vorgestellt und es sollen der Aufbau der Bohrapplikation sowie die wesentlichen Erkenntnisse des Feldversuchs der Gießerei dargestellt werden. Abschließend wird ein Ausblick auf die in der Zukunft geplanten Entwicklungsschritte gegeben.

Literatur

- [1] Dryba, S, Meißner, J., Wanner, M. und Wurst, O. *Hochpräzises Bearbeiten von Schiffspropellern: Roboterapplikation zum Bohren von tiefengenauen Markierungssacklöchern auf großen Schiffspropellern*. wt Werkstattstechnik online, 2017, 107(3), pp. 182-188.
- [2] Dryba, S., Vinçon, A., Klötzer, C. (2022). *Extra-Large-Scale Robotics: Applications and Advances*. ISR Europe 2022, 54th International Symposium on Robotics, pp. 205-211.
- [3] Jentsch, A., Dryba, S., Klötzer, C., Siegrist, A., Vinçon, A. (2021). *Methodische Strukturentwicklung eines Großroboters*. Forschungsprojekt "FlexGrind"; Research project "FlexGrind". wt Werkstattstechnik Online, 111, S. 628-632.

DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

ub | universitäts
bibliothek

In: Zehnte IFToMM D-A-CH Konferenz 2024

Dieser Text wird via DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: 10.17185/duepublico/81690

URN: urn:nbn:de:hbz:465-20240304-121324-2



Dieses Werk kann unter einer Creative Commons Namensnennung - Nicht kommerziell 4.0 Lizenz (CC BY-NC 4.0) genutzt werden.