Innovative digitale Entwurfs- und Fertigungsverfahren bei Schiffsantrieben

„Innovationen und Kooperationen bei Forschung und Entwicklung im maritimen Mittelstand in Mecklenburg-Vorpommern – Mögliche Perspektiven für die Zusammenarbeit mit russischen Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft“

Dr. Lars Greitsch

greitsch@mmg-propeller.de

- Firmenstandort: Waren (Müritz)
- Spezialisiert auf
  - Aluminium- und
  - Kupferlegierungen
- Schmelzkapazität max. 200 t
- 180 Mitarbeiter
- 40 mill. € Umsatz (2018)

Festpropeller

Verstellpropellerflügel und Naben

Gehäuse, Spindelmuttern

Buchsen, Lager, etc

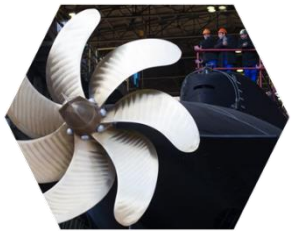
- Weltweit im Einsatz bei

Massengutfrachtern

Containerschiffen

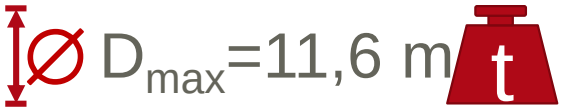
LNG-Tankern

Tankern


Marine- & Forschungsschiffen

Kreuzfahrtschiffen & Yachten

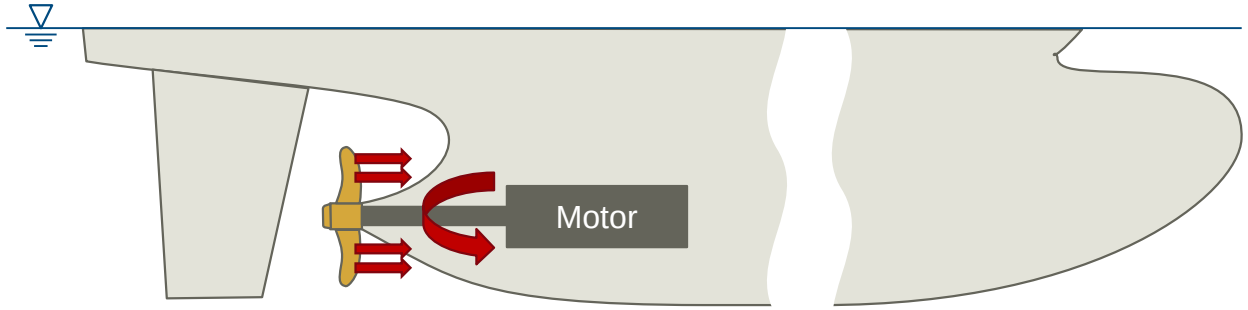
- Ca. 70 Propeller/Jahr „Tailor made“
- Insgesamt über 1600 Propeller gefertigt



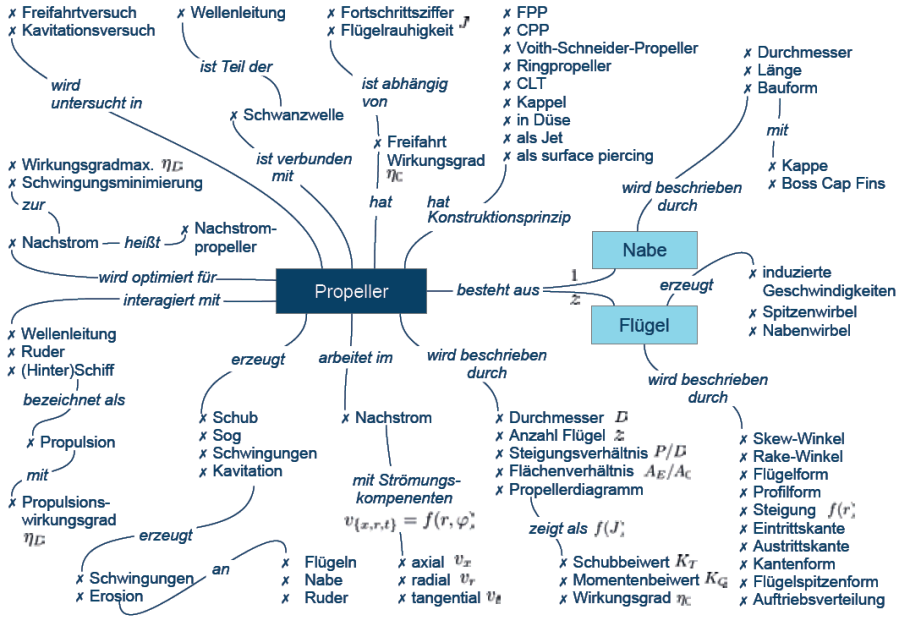
D_{max}=11,6 m m_{max}=130 t

Was ist ein Propeller?

- Antriebsorgan für Schiffe
  - Umwandlung von Rotations- in Vortriebsenergie

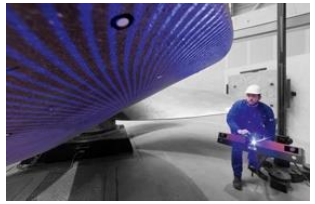


  - Korrosionsbeständig
  - Hoher Wirkungsgrad (η_D=70-80%)
  - Unikat für das jeweilige Schiff
  - Sicherheitsrelevantes Bauteil



entnommen aus: Robert Bronsart, Glossar Schiffstechnik

Der Weg zum fertigen Produkt



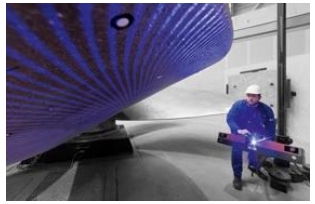
Entwurf	Gießen	Mechanische Bearbeitung	Schleifen	Auswuchten	Qualitäts-kontrolle	Endabnahme & Versand
- Analyse Einsatzprofil - Simulation - Konstruktion - Modellversuche	- Gussmodell - Formbau - Gießen	- Umrissbearbeitung - Nabenbearbeitung - Konusanpassung	- Anbohren des Aufmaßes - Flächen schleifen - Polieren	- Statisches Wuchten von Propeller bis 160t	- Überprüfung der chemischen Zusammensetzung - Ultraschallprüfung - Optische Präzisions-messung	- Class & Owner FAT - Logistik für den weltweiten Versand

Ungefährer Projektumfang pro Propeller:

4 Wo.	8Wo.	2 Wo.	3-4 Wo.	1 Wo.	4-6 Wo.

= 22- 25 Wochen

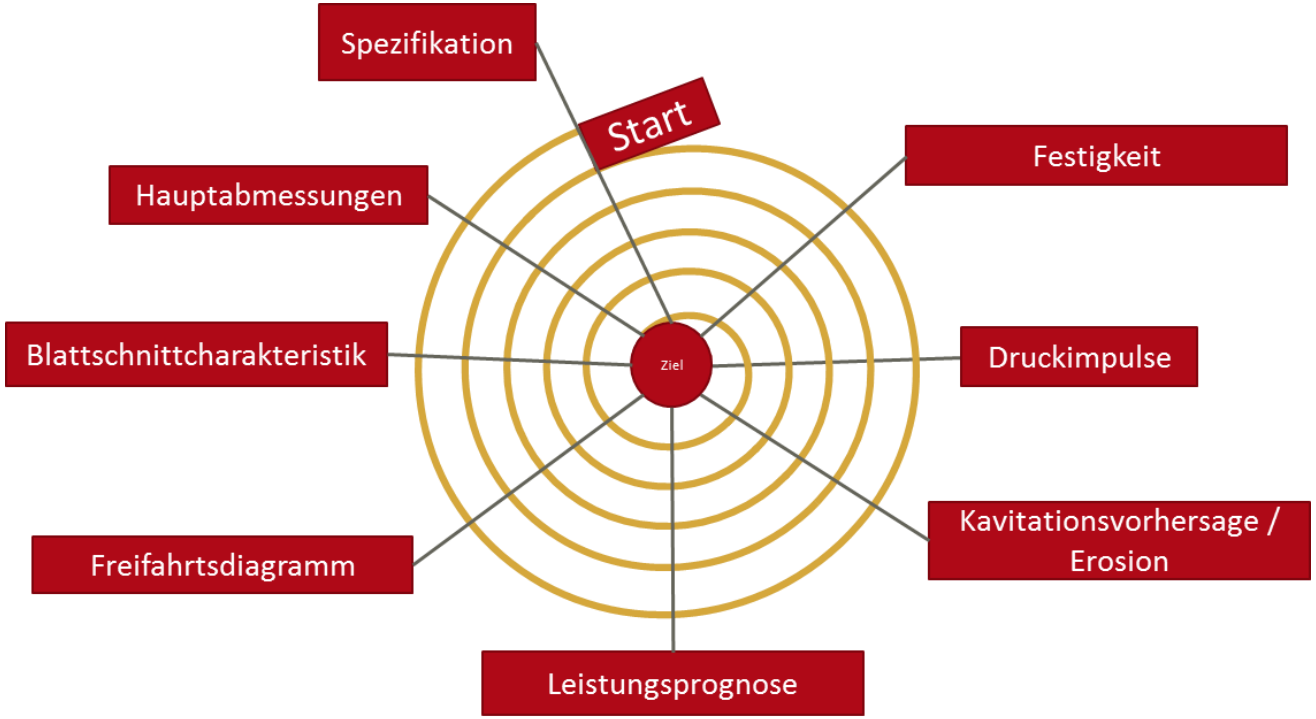
Digitalisierung von Prozessschritten



Entwurf	Gießen	Mechanische Bearbeitung	Schleifen	Auswuchten	Qualitäts-kontrolle	Endabnahme & Versand
- Analyse Einsatzprofil - Simulation - Konstruktion - Modellversuche	- Gussmodellerstellung - Formbau - Gießen	- Umrissbearbeitung - Nabenbearbeitung - Konusanpassung	- Anbohren des Soll - Flächen schleifen - Polieren	- Statisches Wuchten von Propeller bis 160t	- Überprüfung der chemischen Zusammensetzung - Ultraschallprüfung - Optische Präzisions-messung	- Class & Owner approval - Logistik für den weltweiten Versand

Entwurf / Konstruktion

- Propellerentwurf herkömmlich
  - Iterativer Prozess
  - Prozess ist multikriteriell
    - Schiff
    - Anhänge (Ruder, Pre-Swirl)
    - Hauptmaschine
  - Entwurfsmethoden
    - Empirisch
    - Numerische Strömungsmechanik (CFD)
    - Modellversuche
    - Klassifikationsregeln
    - Strukturanalyse (FEM)

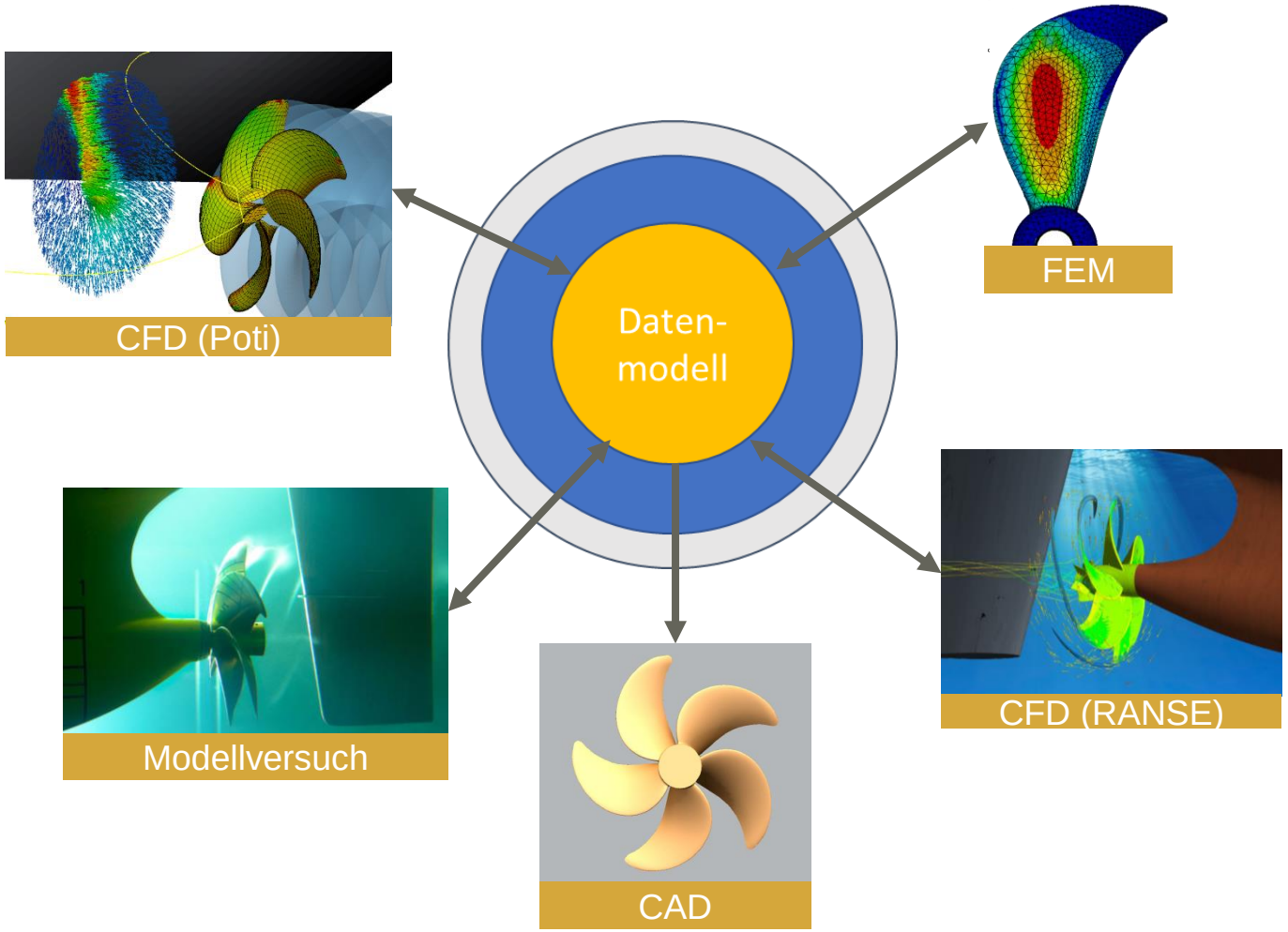


Viele Einflussfaktoren, viele Methoden für die Prozessschritte, sehr produktspezifisch

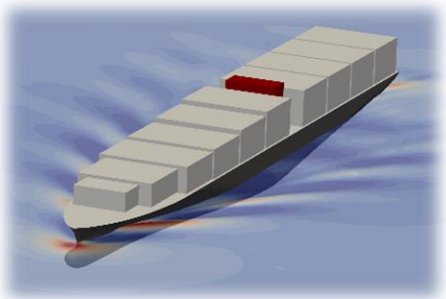
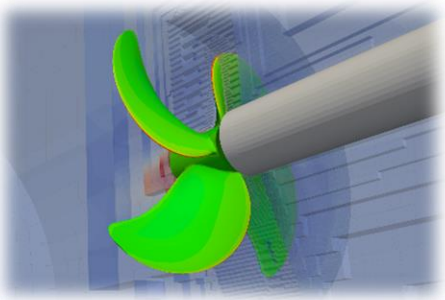
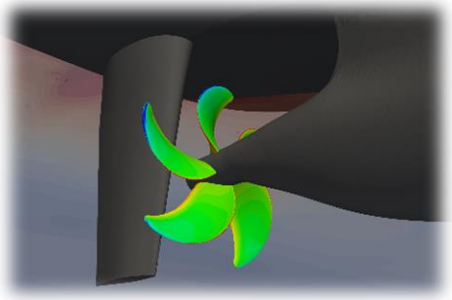
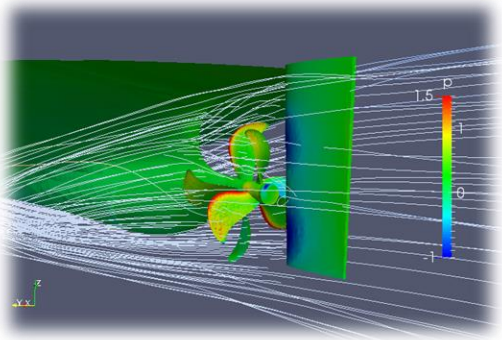
Entwurf / Konstruktion

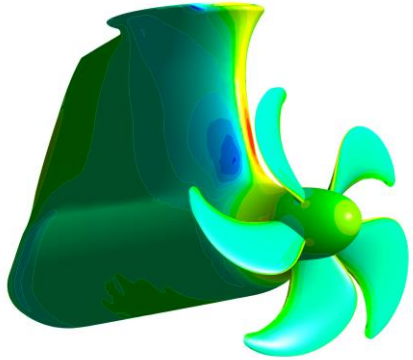
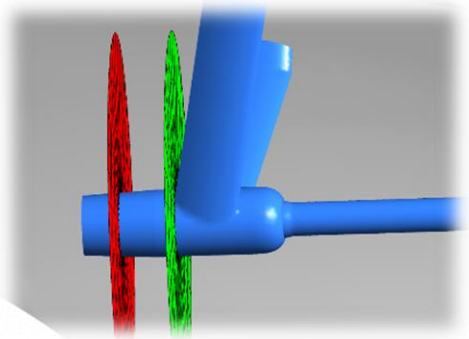
- Interne Entwurfsumgebung
  - Einheitliches Datenmodell
  - Paralleles Arbeiten am Prozess
  - Monitoring
  - Analyse der Propeller Performance
  - Schnittstellen zueinzelnen Entwurfsmethoden
  - Bereitstellung der Geometrie für CAD, CAE

Sicheres Arbeiten,
effizienterer Entwurfsprozess,
bessere Propellerentwürfe



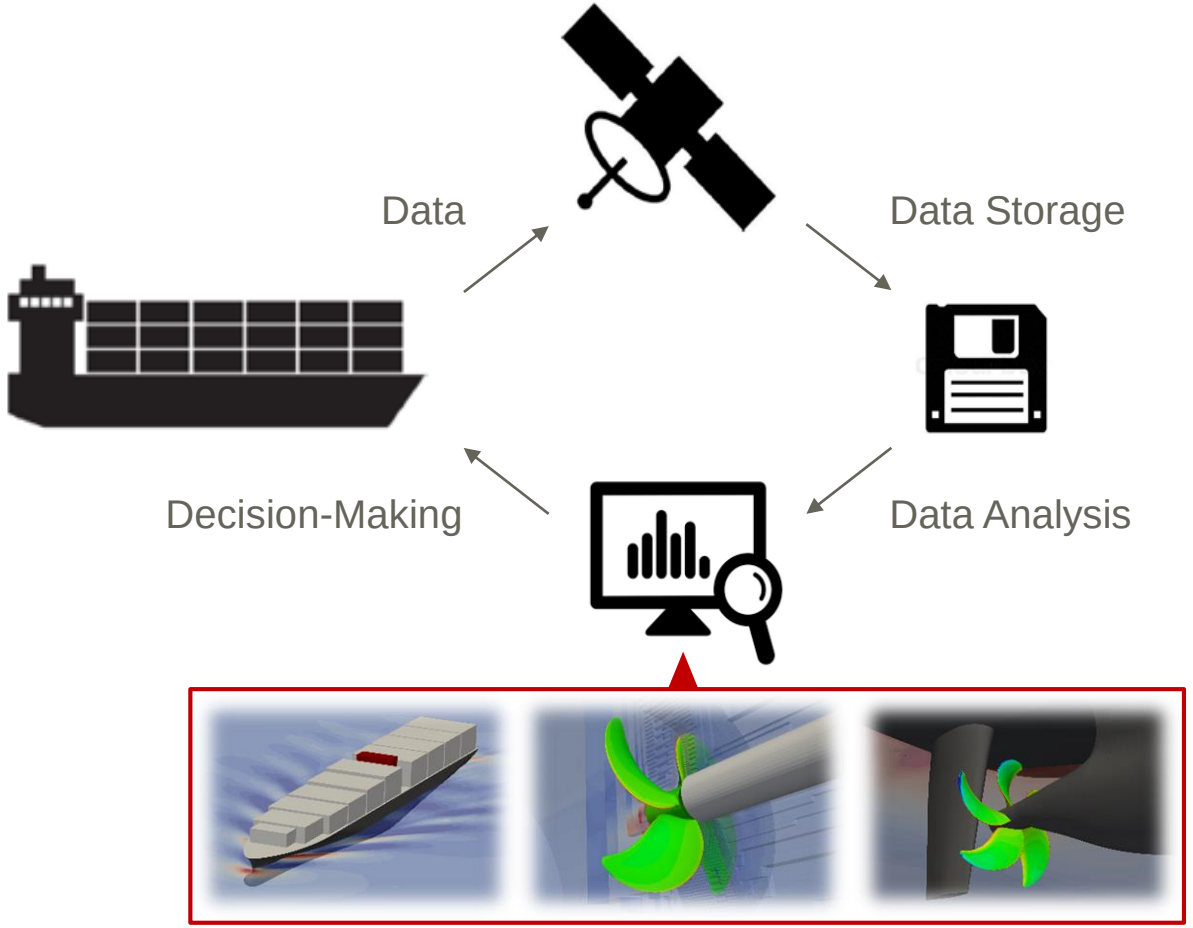
- Anwendung von Simulation zur Unterstützung des Entwurfsprozesses

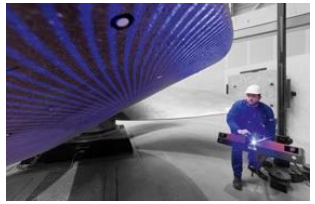



Aufwendige Modellversuche werden reduziert

- Validierung der Entwurfsmethoden mit realen Schiffsbetriebsdaten



Digitalisierung Automatisierung



Entwurf	Gießen	Mechanische Bearbeitung	Schleifen	Auswuchten	Qualitäts-kontrolle	Endabnahme & Versand
- Analyse Einsatzprofil - Simulation - Konstruktion - Modellversuche	- Gussmodell - Formbau - Gießen	- Umrissbearbeitung - Nabenbearbeitung - Konusanpassung	- Anbohren des Soll - Flächen schleifen - Polieren	- Statisches Wuchten von Propeller bis 160t	- Überprüfung der chemischen Zusammensetzung - Ultraschallprüfung - Optische Präzisions-messung	- Class & Owner FAT - Logistik für den weltweiten Versand

3D-Druck

- Sandgussverfahren für Propeller

Fertigung Holzmodell → Abformen des Holzmodells → Trocknen der Form → Abguss → Erstarren des Werkstoffes → Auspacken / Putzen

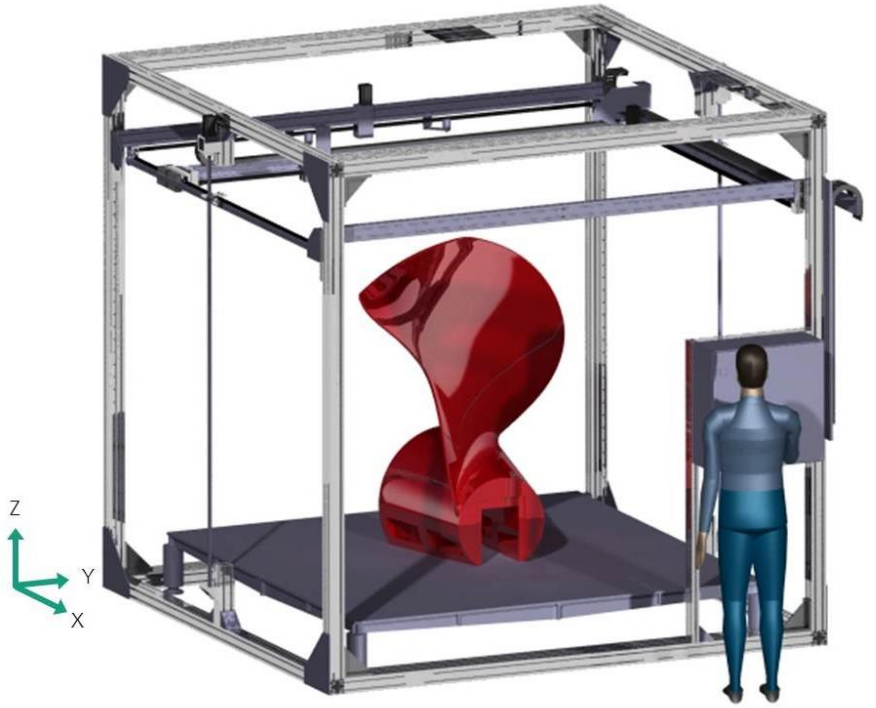
- Fertigung von Holzmodell
  - Kosten- und zeitintensiv
  - Konstruktive Änderungen können nicht mehr durchgeführt werden

→ Reduzierung der Arbeitsschritte / Kosten für Holzmodell

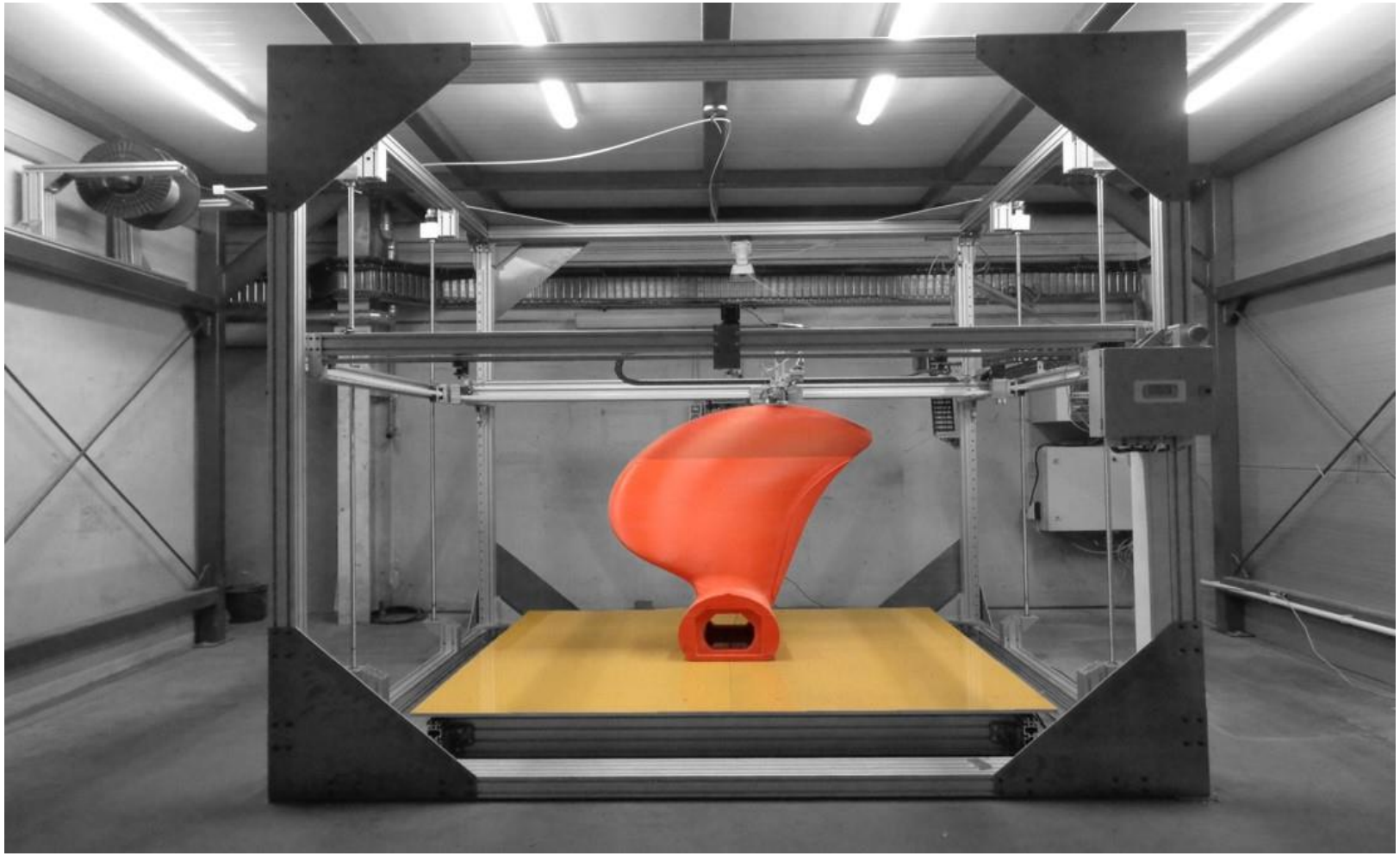
3D-Druck

- Entwicklung eines 3D-Druckers für Gussmodelle
  - Zusammenarbeit mit Fraunhofer IGP, Rostock
  - FDM-Verfahren
  - Kubische Bauweise der Rahmenstruktur
  - Festes, beheiztes Druckbett
  - Druckkopf für maximale Materialextrusion
  - Extruder verarbeitet thermoplastischen Kunststoff (PLA)
  - Bauraum: 2 m x 2 m x 2m

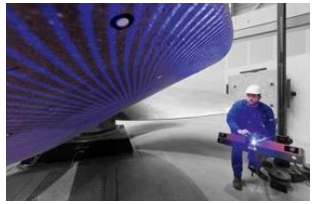
Kostenreduktion um 50 %, bei guter Maßhaltigkeit



3D-Druck



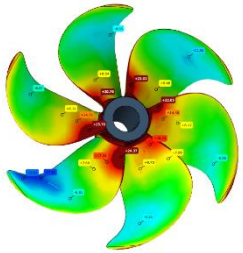
Digitalisierung Automatisierung



Entwurf	Gießen	Mechanische Bearbeitung	Schleifen	Auswuchten	Qualitäts-kontrolle	Endabnahme & Versand
- Analyse Einsatzprofil - Simulation - Konstruktion - Modellversuche	- Gussmodellerstellung - Formbau - Gießen	- Umrissbearbeitung - Nabenbearbeitung - Konusanpassung	- Anbohren des Soll - Flächen schleifen - Polieren	- Statisches Wuchten von Propeller bis 160t	- Überprüfung der chemischen Zusammensetzung - Ultraschallprüfung - Optische Präzisions-messung	- Class & Owner approval - Logistik für den weltweiten Versand

Anbohrroboter

- Schleifen der Flügeloberfläche



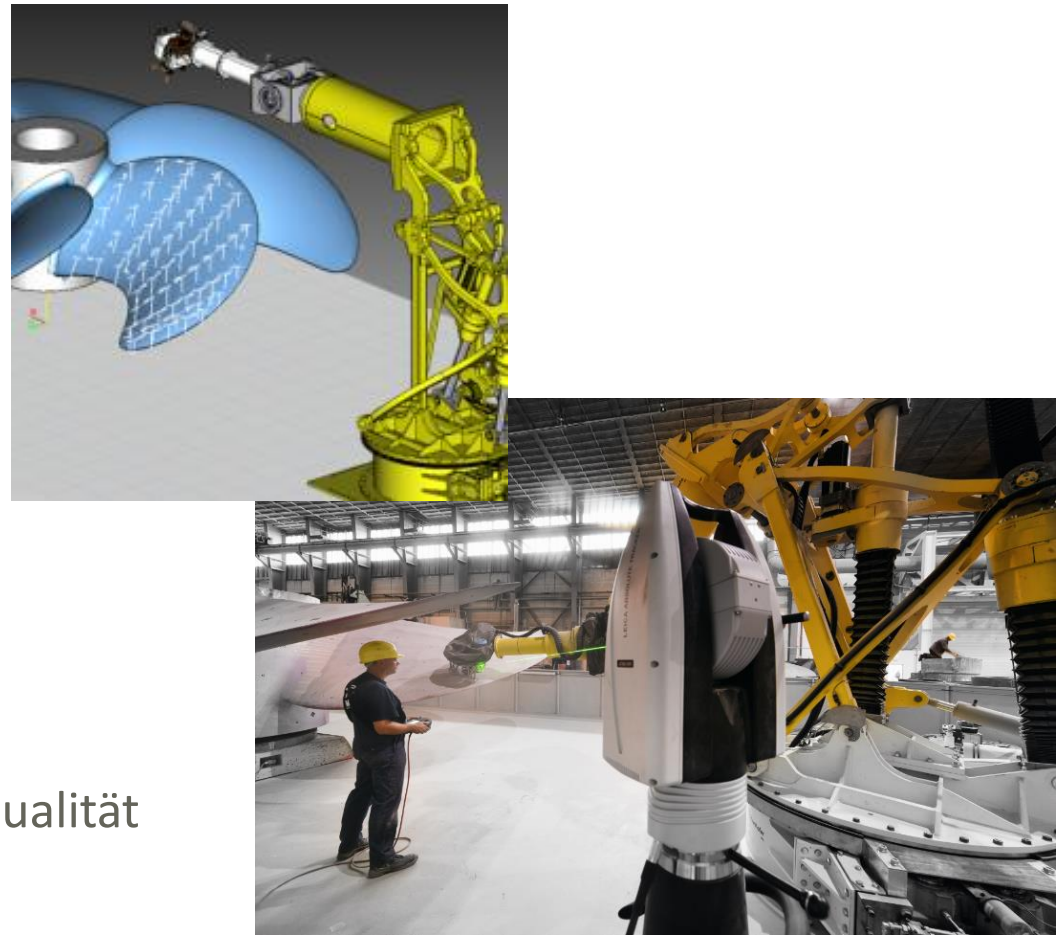
Vermessung Gussrohling → Flächenvergleich / Bestimmung Aufmaß → Anbohren der Aufmaße auf den Flügelseiten → Schleifen auf Soll-Maß

- Anbohren der Aufmaße
  - Zeitaufwendig
  - Wichtig für genaue Flügelflächen
  - Manuell ungenau (Bohrung idealerweise normal zur Oberfläche)

→ Automatisierung der Arbeitsschritte des Anbohrens

Anbohrroboter

- Roboter zum Anbohren des Aufmaßes
  - Zusammenarbeit mit Fraunhofer IGP Rostock
  - Großroboter
  - Kopplung mit Lasertracker für hohe Genauigkeit
  - Offlineprogrammierung erzeugt ein Roboter-programm
    - Kollisionsvermeidung
    - Tracker-Sichtbarkeit
    - Bahnplanung



Reduzierung Arbeitsschritte, Steigerung Produktqualität

Anbohrroboter

entnommen aus: „Das Fraunhofer IGP stellt sich vor – Imagefilm“

Zukunft

- Entwurf innovativer Propellergeometrien
  - Weiterentwicklung der Entwurfsumgebung
- Additive Fertigung von Propellerflügeln
  - Schweißroboter mit WAAM-Technologie
- Automatisierung beim Schleifen
  - Entwicklung eines Roboters zum Schleifen der Propellerflügel

→ Fertigung innovativer Produkte
Erschließung neuer Märkte
Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Lars Greitsch

greitsch@mmg-propeller.de