
ORTSVERÄNDERLICHE ROBOTERZELLE ZUM UMWELTGERECHTEN ZERLEGEN VON ROTORBLÄTTERN

Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen in M-V

Rostock, 01. Oktober 2020

Dipl. Kfm. Thomas Drewes

Hanseatic Rohr GmbH

Bargeshagen



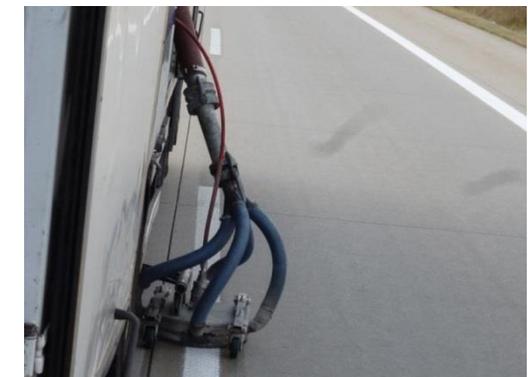


Hanseatic Rohr – Technologie und Innovation

- Gründung 2001 in Rostock
- Fachbetrieb für die Sanierung und Erneuerung von maritimen und industriellen Rohrleitungs- und Kanalsystemen
- Erschließung der Wasserstrahlschneidtechnologie als neues Geschäftsfeld (2010)
 - Einsatz einer Hochdruckwasserstrahlfräse mit Drücken bis 2.500 bar
 - Abtragen von Markierungen auf Straßen und Autobahnen
 - Spezielle Reinigungs- und Entlackungsarbeiten



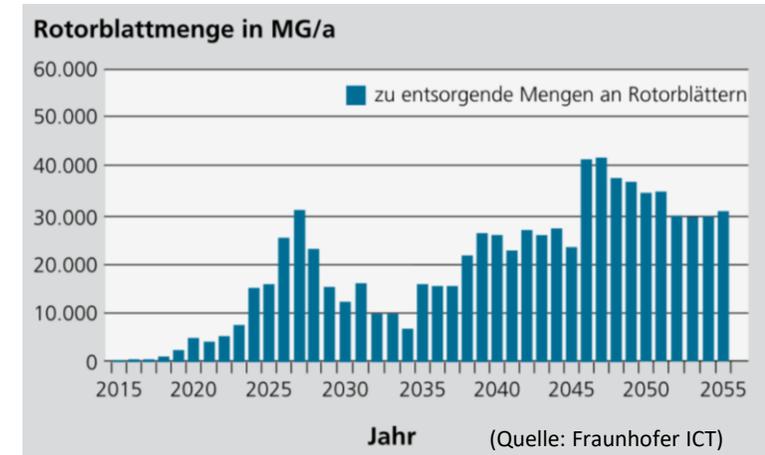
Rohrleitungsbau



Hochdruckwasserstrahlfräse

Vorschau der zu erwartenden Rückbaumaßnahmen von Windenergieanlagen

- Zunehmende Bedeutung der Windenergietechnik
- Rückbau von Windenergieanlagen erforderlich
 - Erreichen des Endes der rund 20-25 jährigen Lebensdauer
 - Erneuerung im Rahmen von Repowering
 - Ablauf der EEG-Förderung
 - Technologische Weiterentwicklung
- Starker Anstieg der zu entsorgenden Rotorblattmenge in den nächsten Jahren
 - Hoher Aufwand beim Transport ganzer Rotorblätter mit einer Gesamtlänge bis zu 60 m
 - Einfachere Logistik durch Zerlegung der Rotorblätter am Ort der Demontage



Prognostizierter Rückbau von Rotorblättern



Transport eines kompletten Rotorblatts

Ortsveränderliche Systeme zur Zerlegung von Rotorblättern

- Eigenschaften derzeitiger Systeme
 - Zerlegung der Rotorblätter in einfach transportierbare Abschnitte
 - Bearbeitung mittels unterschiedlicher Sägeverfahren
 - Vorwiegend manuelle Bedienung
- Mögliche negative Auswirkungen der Sägebearbeitung
 - Entstehung gesundheitsbedenklicher Dämpfe durch Temperatureintrag
 - Entstehung umweltbedenklichen Feinstaubs



Ortsfestes Rotorblatt, verfahrbare Sägeeinrichtung



Verfahrbares Rotorblatt, ortsfeste Sägeeinrichtung

Entstehung der Projektidee

- Interesse eines Windkraftanlagenherstellers an einer wirtschaftlichen Zerlegung von Rotorblättern
 - Minimierung der Werkzeugkosten bei der mechanischen Zerlegung
 - Machbarkeitsstudie zum Einsatz der Wasserstrahltechnologie
- Erfolgreiche Vorversuche mittels Hochdruckwasserstrahlschneidens
- Entwicklung einer ortsveränderlichen Zerlegungszelle für Rotorblätter
 - Zerlegung am Ort der Demontage der Windenergieanlage
 - Reduktion des Aufwands beim Abtransport
 - Minimierung der Zerlegezeiten
 - Von externer Medienversorgung unabhängiges, autarkes System



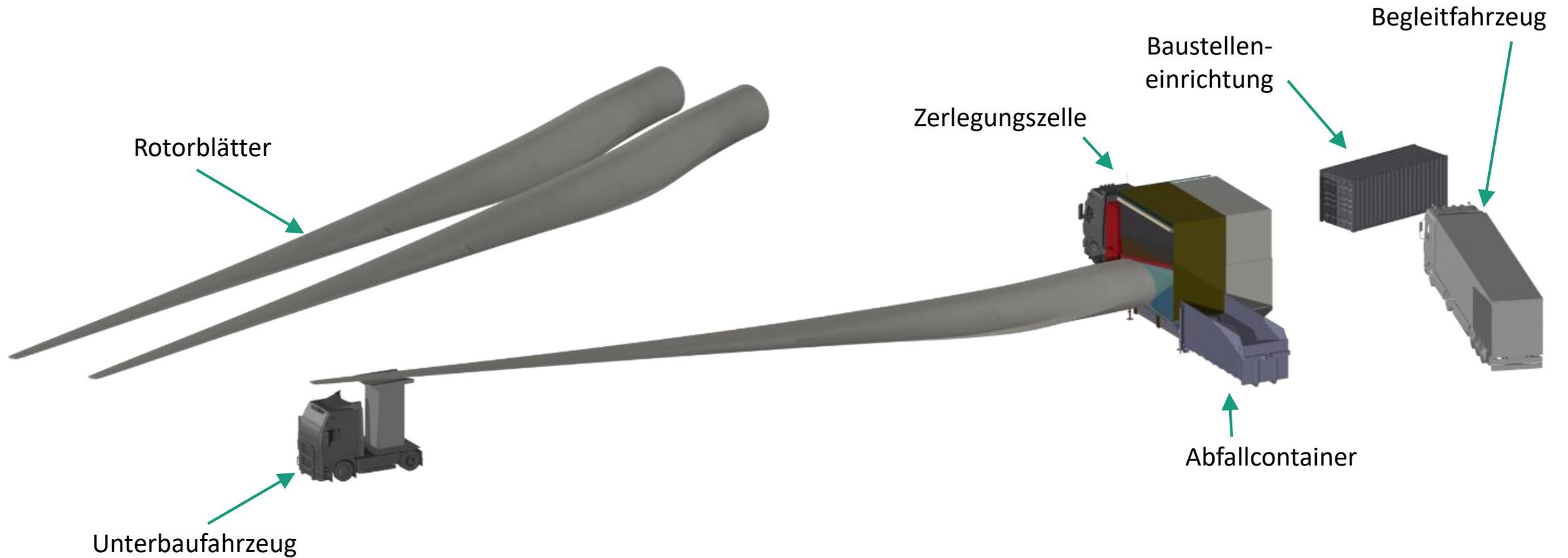
Vorversuche

Konzeption der ortsveränderlichen Zerlegungszelle

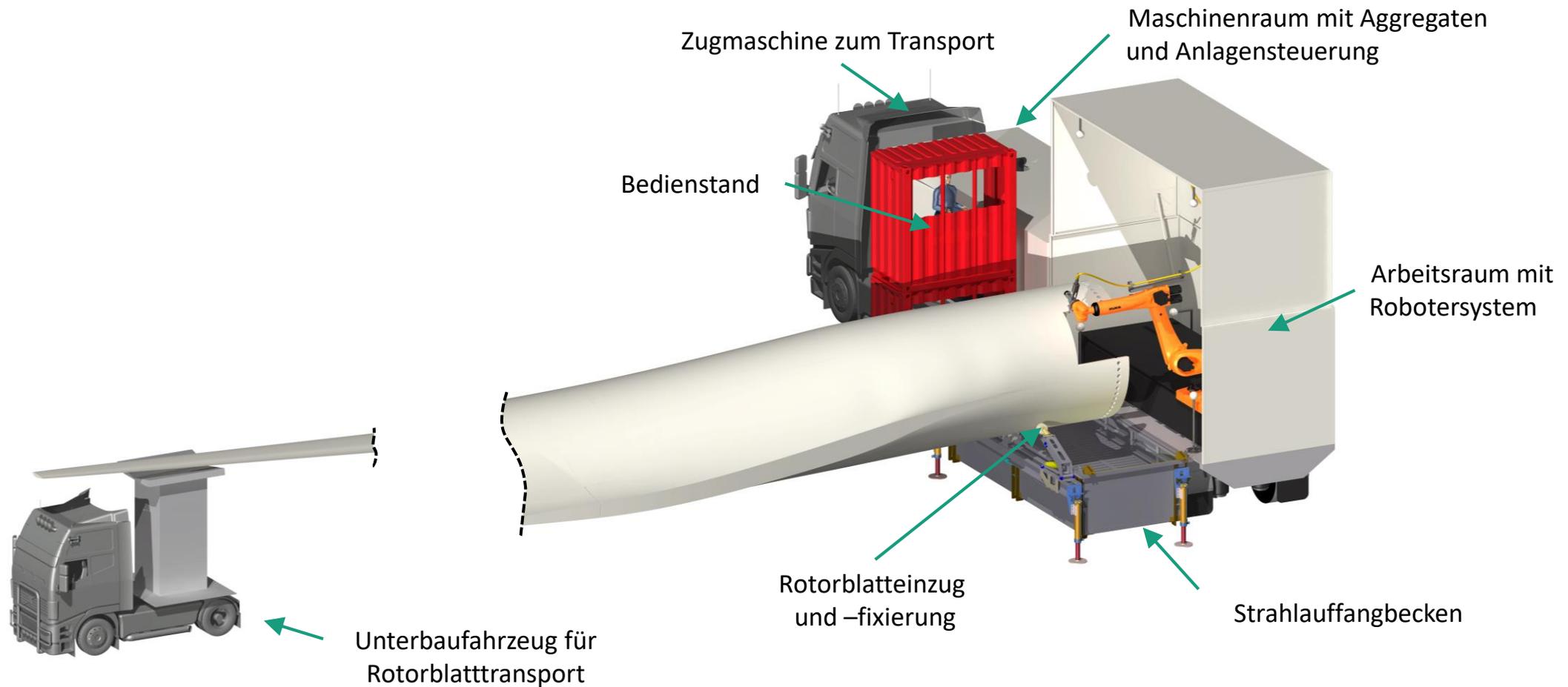
- Einsatz von berührungsloser Wasserstrahlschneidtechnik
 - Verschleißarm und wartungsfreundlich
 - Verminderung der gesundheitlichen Belastung durch
 - Alternatives Schneidverfahren zur Reduktion von Dämpfen und Feinstaub
 - Aufenthalt des Bedieners außerhalb des Gefahrenbereichs
 - Ummantelung des Gefahrenbereichs
- Flexible Schnittführung zur Erzeugung variabler Segmentgrößen zur Weiterverarbeitung
 - Minimierung des Transportvolumens
 - Einsatz eines Robotersystems zur Werkzeugführung
 - Sensorbasierte Objekterkennung zur Optimierung der Bearbeitungsparameter
- Teilautomatisierte Handhabung der Rotorblätter und der geschnittenen Teile



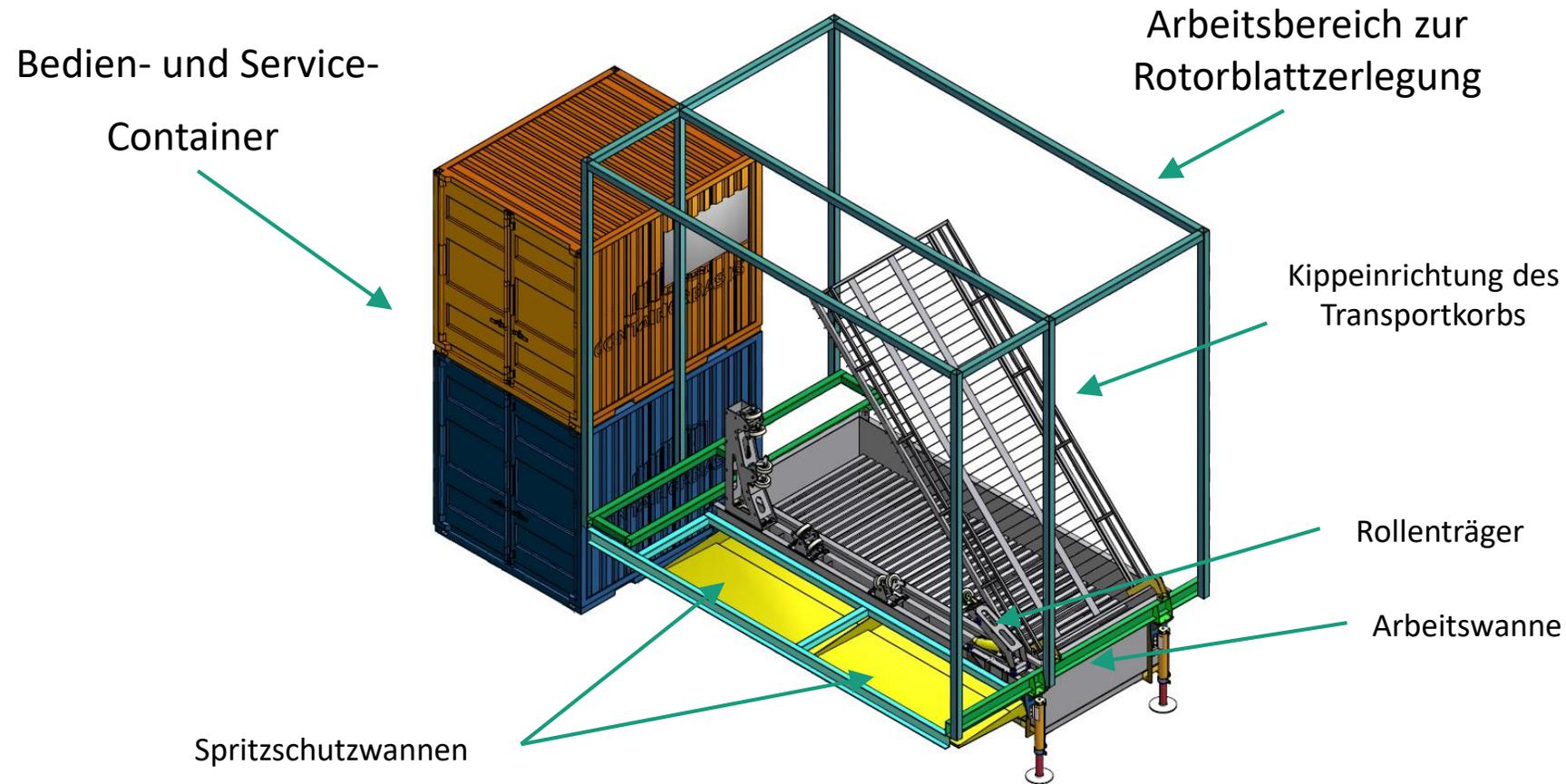
Systemübersicht



Schematische Darstellung der Zerlegungszelle



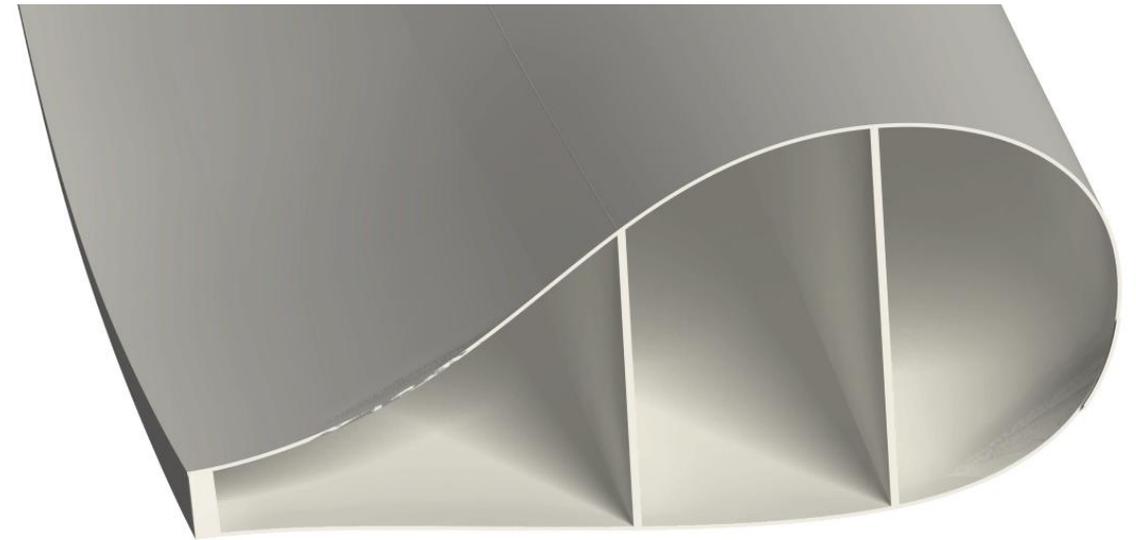
Darstellung des Arbeits-, Bedien- und Servicebereiches



Zerlegereihenfolge

Geeignete Zerlegereihenfolge durch Berücksichtigung

- Der Randbedingungen der Wasserstrahltechnologie
 - Maximal mögliche Schnittdicke
 - Vorzugsweise nach unten gerichteter Wasserstrahl
- Der geometrischen Randbedingungen
 - Erreichbarkeit durch den Roboter
 - Innere Struktur des Rotorblatts
 - Kollisionsfreiheit



Exemplarische Schnittfolge

Messdatenerfassung und Datenaufbereitung

Rotorblattvermessung

- Dreidimensionale Vermessung des Rotorblatts zur Ermittlung der relevanten geometrischen Daten
 - Einsatz eines 3D-Laserscanners
 - Zur Vermessung an Roboter angeflanscht
 - Erfassung nahezu beliebiger Rotorblattformen und -größen durch objektabhängige Vorgabe der Messposition

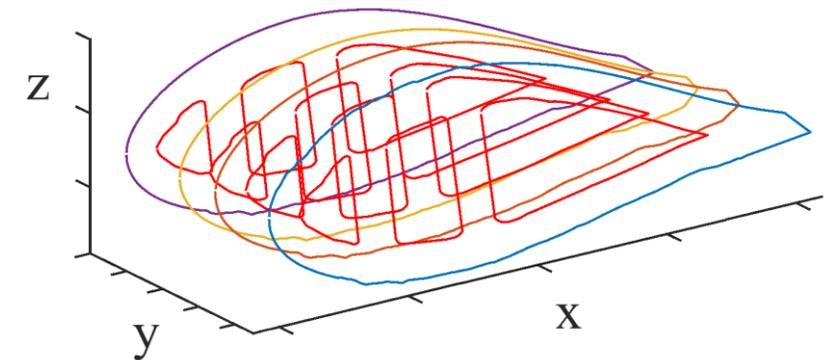


Rotorblattvermessung

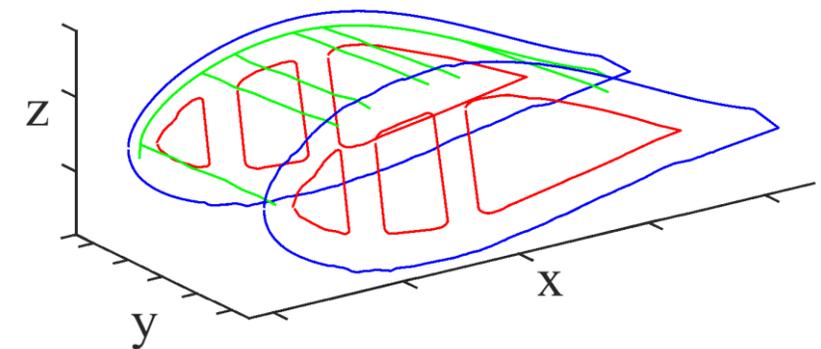
Roboterprogrammierung

Ermittlung der Schnittkonturen

- Analytische Beschreibung der Merkmale der abschnittsweise ermittelten Rotorblattkomponenten
- Festlegung der Schnittparameter zur Zerlegung des Rotorblattsegments
 - Lage der Einzelschnitte
 - Richtung der Einzelschnitte
 - Schnitttiefe
 - Schneidreihenfolge



Beschreibung eines Rotorblattsegments durch Querschnitte



Schnitte der Oberseite eines Rotorblattsegments (grün)

Zusammenfassung

- Prototypische Umsetzung einer ortsveränderlichen Zerlegungszelle für Rotorblätter
 - Sensorische Erfassung nahezu beliebiger Rotorblattgeometrien
 - Automatische Generierung der Roboterprogramme
 - Teilautomatisierte Rotorblatthandhabung
- Charakteristische Merkmale der Zerlegungszelle
 - Autark
 - Aufbau auf mobilem Auflieger
 - Transport der weiteren Ausrüstung und aller Betriebsstoffe mittels Begleitfahrzeug
 - Umweltfreundlich
 - Einsatz emissionsarmer Wasserstrahltechnik
 - Wiederaufbereitung des Schmutzwassers
 - Kapselung des Arbeitsbereichs und Rückgewinnung der Zerlegereste

Ausblick

- Rollout der Zerlegungszelle für den industriellen Einsatz
- Integration der Zerlegungszelle in den umweltgerechten Rückbau von Windenergieanlagen
 - Funktionserweiterung zur sensortechnischen Erfassung verschiedener Werkstoffe
 - Weiterverarbeitung der Bestandteile der Rotorblattsegmente
 - Metalle → Rückführung in den Wirtschaftskreislauf
 - CFK-Strukturen → Gewinnung der Kohlefasern im Solvolyseverfahren
 - GFK-Strukturen → Zerkleinerung durch Schreddertechnik und Verwendung als Rohstoffersatz in der Betonindustrie

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Fraunhofer

IGP

