Förderkennzeichen: **03EE2049D**

Zuwendungsempfänger: **HAWART Sondermaschinenbau GmbH**

Teilprojektleiter: **Dipl.-Ing. Andreas Greten**

andreas.greten@hawart.de

Verbundvorhaben: **SmartRoMaIn – Smart Rotorblade Manufacturing and Inspection**

Teilvorhaben: **AP3 und AP5: Entwicklung und Aufbau eines CoBot Handhabungssystems an einer Rotorblattform**

Laufzeit: **01/2023 bis 12/2025, jedoch HAWART-Kündigung zum 31.05.2024**

Projektkoordination: **Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES, 27572 Bremerhaven**

Fraunhofer IWES

HAWART Schlussbericht

Hinweis: Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

I. Kurze Darstellung zu

1. Aufgabenstellung

Rotorblätter von Windenergieanlagen werden unter hohem Kostendruck und, aufgrund der Bauteilgröße, mit hohen Materialdurchsatzraten produziert. Treten Bauabweichungen außerhalb bestimmter Toleranzwerte auf, sind kostspielige Reparaturen in der Fertigung durchzuführen. Werden Bauabweichungen nicht entdeckt, sind Strukturschäden im Betrieb möglich.
Im Projektvorhaben SmartRoMaIn wird ein System zur fertigungsbegleitenden Qualitätsdatenerfassung und Qualitätssicherung entwickelt. Dabei wird speziell auf die Eingliederung von teilautomatisierten Prüf- und Qualitätssicherungsprozessen bei der Rotorblattherstellung eingegangen.
In dem Verbundvorhaben bearbeitet Firma HAWART die Teilprojekte AP3 und AP5: Entwicklung und Aufbau eines CoBot Handhabungssystems an einer Rotorblattform.

2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die Firma HAWART ist als Sondermaschinenbauer bereits seit 25 Jahre im Bereich der Windenergie tätig. Dabei liegt die Erfahrung insbesondere im Bereich der Entwicklung, der Fertigung und dem Aufbau von Fertigungstechnik im Umfeld der Rotorblattherstellung für unterschiedliche Kunden. HAWART kann umfangreiche Expertise zur Definition allgemeiner Anforderungen an Systemtechnik, deren Entwicklung und Auslegung sowie deren Aufbau zum Projekt SmartRoMaIn beisteuern. Die erforderlichen Systeme (z.B. CAD-Systeme), Werkzeuge und auch Mitarbeiter mit entsprechender Erfahrung und Kompetenz sind bei HAWART vorhanden.

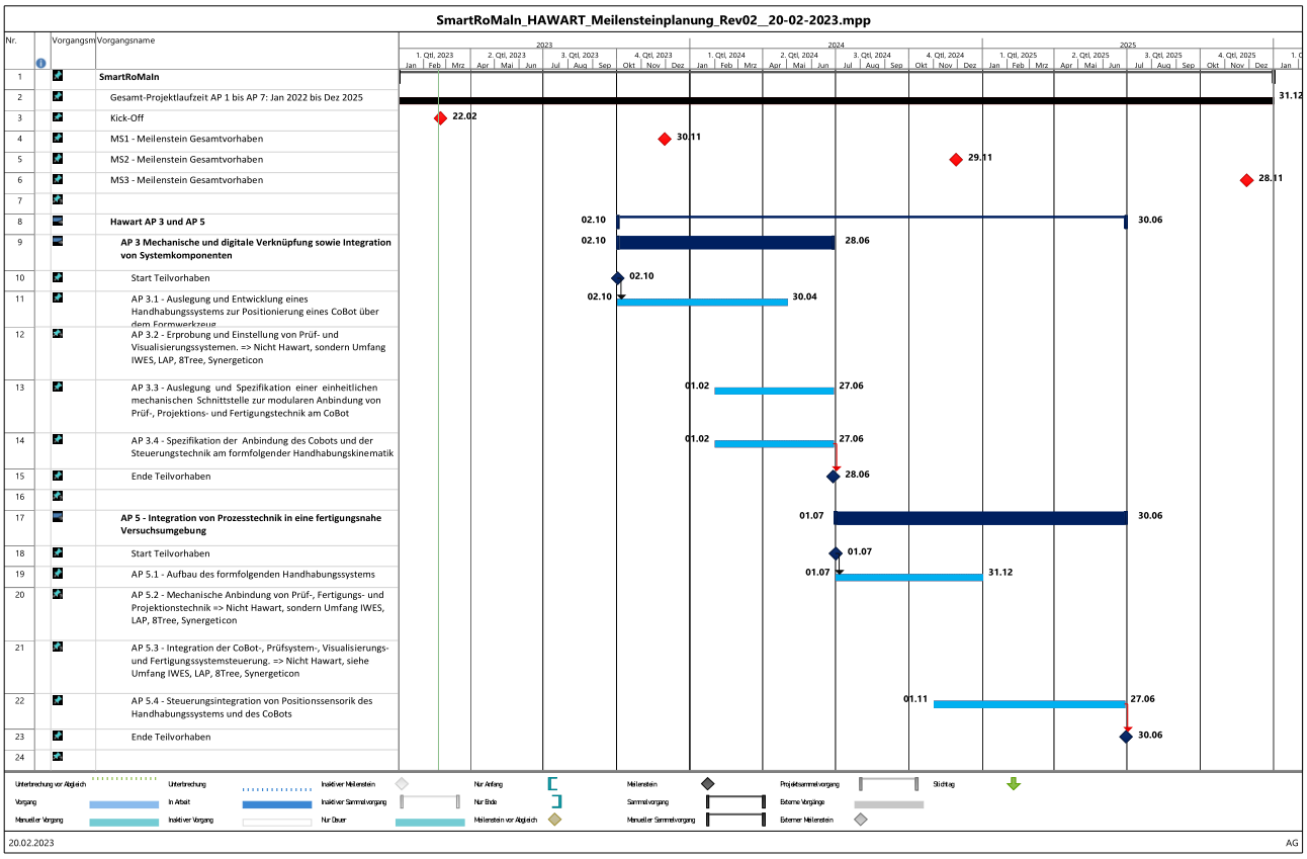

Abbildung 1: SmartRoMaIn_HAWART_Meilensteinplanung_Rev02__20-02-2023.pdf

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Abbildung 1 zeigt den Meilensteinplanung von Firma HAWART. Bei dem Forschungsprojekt SmartRoMaln wird HAWART für die Arbeitspakete 3.1: *Auslegung und Entwicklung eines Handhabungssystems zur Positionierung eines CoBot über dem Formwerkzeug* und Arbeitspaket 5.1: *Aufbau des formfolgenden Handhabungssystems*, hauptverantwortlich sein.
Mit einer Kick-Off Besprechung beim Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES in Bremerhaven ist das Forschungsprojekt am 20.02.2023 gestartet. Bei einem Besuch des Projektpartners Unchained Robotics in Paderborn am 09.03.2023 wurden CoBots (Collaborative Roboter) verschiedener Hersteller vorgeführt und ein Einblick in die Interaktion von Mensch und Roboter gegeben. Am 28.03.2024 war Hawart für ein Aufmaß der Versuchshalle und einer Abstimmungsbesprechung beim IWES in Bremerhaven zu Gast. Am 21.09.2023 hat das zweite Projektreffen beim IWES in Bremerhaven stattgefunden. Unter anderem wurde in einem separaten Workshop das Thema: Handhabungskinematik zur CoBot-Integration – Funktionsfestlegung/ Eingrenzung und Entwurf der System-Steuerungsarchitektur zwischen den Projektpartner IWES, Unchained Robotics, Nordex und HAWART besprochen.
Am 29. Februar 2024 war Hawart gezwungen die Kündigung der Beteiligung am Verbundvorhaben zum 31. Mai 2024 bekanntzugeben. Aufgrund einer zunehmend negativen Ertragslage von HAWART, können wir uns eine Beteiligung an einem Forschungsprojekt mit einer Förderung von 50% nicht mehr leisten. Daher ist eine Weiterarbeit an dem Verbundvorhaben für uns unzumutbar geworden. Wir bedauern diesen Schritt außerordentlich.

4. Stand von Wissenschaft und Technik

In der Fertigung von modernen Rotorblättern werden ein Großteil der Arbeiten, sowohl in der Bauphase des Rotorblattrohlings als auch in den nachfolgenden Arbeitsschritten, händisch ausgeführt. Die Ausführung der Arbeitsschritte, Beurteilung der Prozess- und Bauteilqualität, im Bereich der Qualitätsprüfung, unterliegt dem subjektiven Eindruck der ausführenden QS und ist abhängig von Erfahrung und Verfassung des Prüfenden und unterliegt daher Schwankungen. In den Bereichen der Fügeflächen der Vorder- und Hinterkante des Blattrohlings erfolgt die Kontrolle von Konturen häufig manuell, mittels Schablonen und Lehren. Portalanwendungen zur Unterstützung der Datenaufnahme mit Messsystemen finden bei den Herstellern wenig Anwendung.
Aufgrund der geringen Stückzahlen von Rotorblättern, im Verhältnis zur Automobilfertigung, sind für die Branche schlanke QS unterstützende Systeme von Interesse, welche mit wenig Arbeits- und Materialaufwand in bestehende Fertigungsumfelder integriert werden können und die Möglichkeit bieten Robotertechnik sowie Prüf- und Fertigungsendeffektoren automatisiert einsetzen zu können. Dabei muss ebenfalls auf die kollaborierende Arbeit eingegangen werden, um manuelle Fertigungsprozesse und Laufwege nicht zu stören.

© HAWART Sondermaschinenbau GmbH - Handwerksweg 8 - 27777 Ganderkesee

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Bei dem Forschungsprojekt handelt es sich um ein Verbundvorhaben von 5 Firmen und Instituten sowie 4 assoziierten Partnern. Ein Kooperationsvertrag wurde vom Projektkoordinator, bzw. von der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. in München, für Leistungen ihres Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES in Bremerhaven, geschlossen.
HAWART wird zusammen mit dem IWES und Unchained Robotics GmbH den Aufbau eines Systems zum Einsatz von kollaborierender Robotertechnik und der damit gehandhabter Prüf- und Fertigungsendeffektoren über der Rotorblattform erstellen.

II. Eingehende Darstellung

1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses

Laut Meilensteinplanung beginnt Firma HAWART erst im Oktober 2023 mit dem Arbeitspaket AP 3: Mechanische und digitale Verknüpfung sowie Integration von Systemkomponenten, siehe Abbildung 1. Jedoch bereits ab dem Kick-Off Treffen Ende Februar 2023 sind Informationen und 3D-Modelle vom IWES und den Projektteilnehmern zur Verfügung gestellt worden. Damit diese Informationen nicht verloren gehen, hat HAWART daraufhin begonnen mit CAD eine 3D-Konzept-Darstellung der Versuchsumgebung aufzubauen, siehe Abbildung 2.

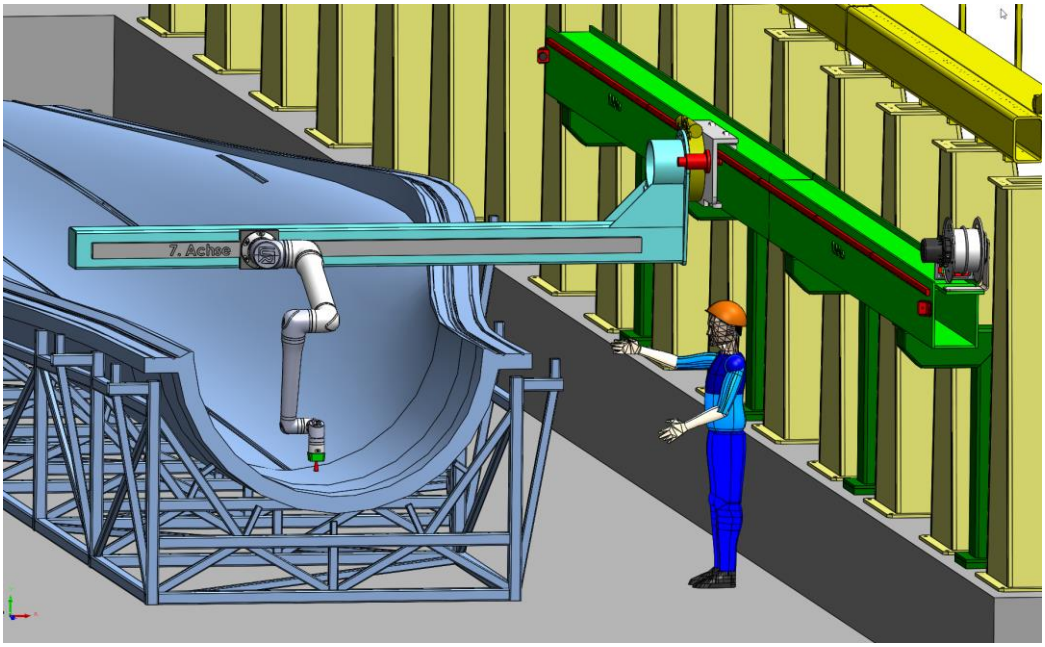

Abbildung 2: 3D-Konzept-Darstellung der Versuchsumgebung

Der Projektpartner Unchained Robotics hat den collaborativen Roboter UR 20 von Universal Robots definiert und HAWART ein 3D-Modell zur Verfügung gestellt. Weiterhin wurde die 7. Achse von LINROB festgelegt.

© HAWART Sondermaschinenbau GmbH - Handwerksweg 8 - 27777 Ganderkesee

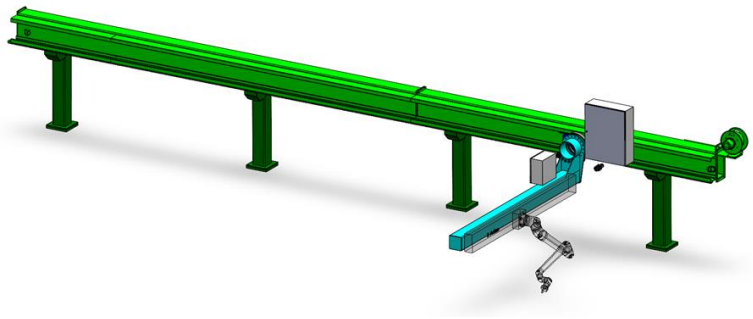

Abbildung 3: 3D-Darstellung Lieferumfang Hawart

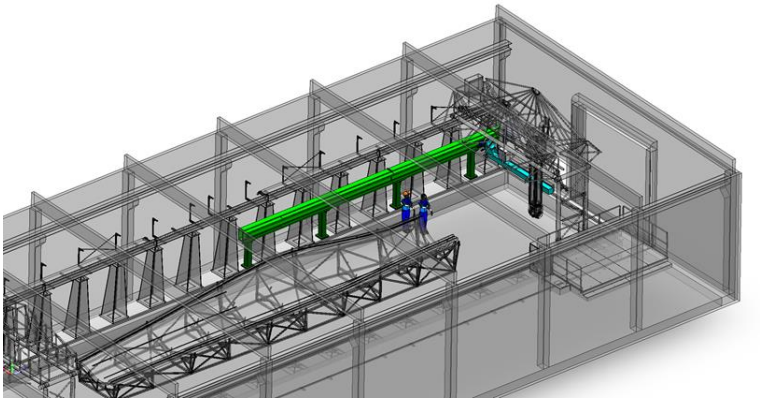

Abbildung 4: Gesamtansicht in der IWES-Halle in Bremerhaven

Am 4 Meter langen Kragarm hat HAWART Verformungsuntersuchung mittels FEM durchgeführt, siehe Abbildung 5:

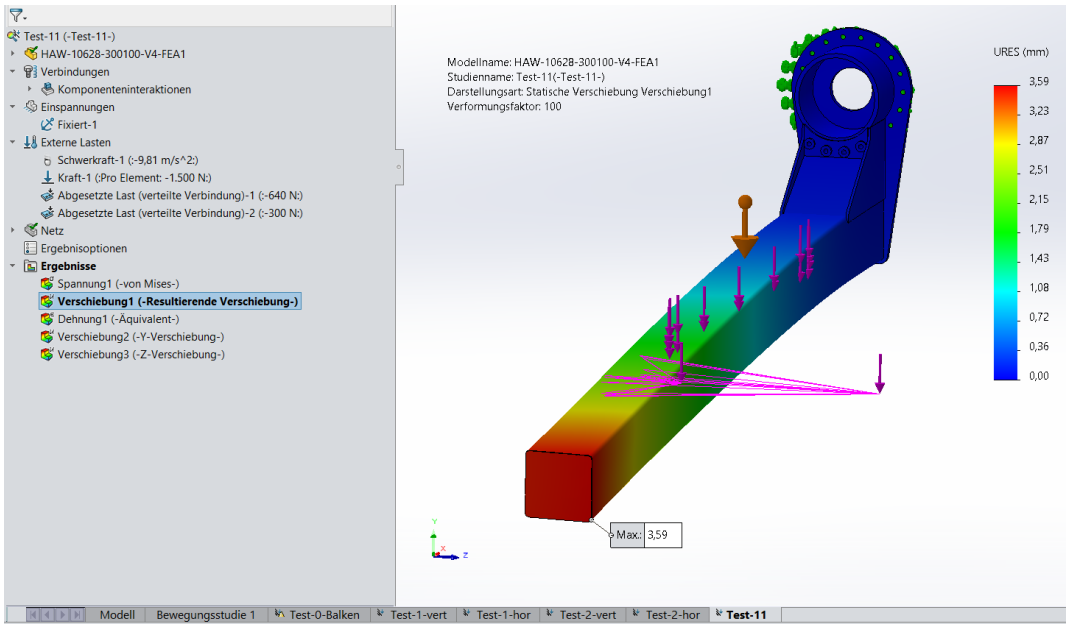

Abbildung 5: Verformungsuntersuchung am Kragarm

Als 8. Achse wird das Schwenkgetrieb von Fa. IMO, Typ WD-E 0343-3 definiert, siehe Abbildung 6:

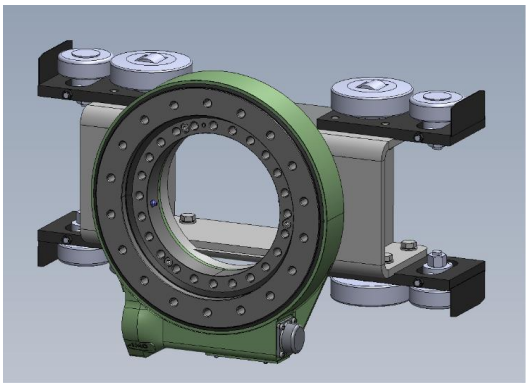

Abbildung 6: Schwenkantrieb der 8. Achse

Konstruktiv hat Hawart im ersten Halbjahr 2024 an der sogenannten 9. Achse (grün dargestellt) gearbeitet, siehe Abbildung 7. Für das Längsverfahren des Kragarms (türkis) parallel zur Mould wurde ein Rollen-Linearsystem von Firma WINKEL gewählt. In einer Mathcad-Berechnungsdatei wurden alle Kräfte und Lasten zusammengetragen und eine Auslegung der Rollenbahn vorgenommen. Der Antrieb erfolgt mit Zahnschiene und Servomotor. Hawart hat weiterhin das Ständerwerk und die Bodenbefestigung ausgelegt.

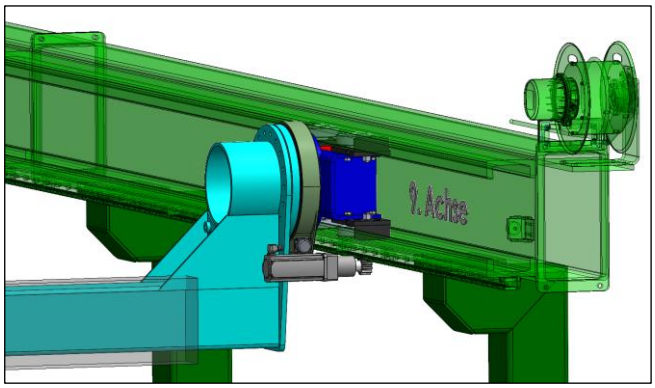

Abbildung 7: 3D-Darstellungen der 9. Achse

2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Gemäß Zuwendungsbescheid vom 19.12.2022 wurde eine Projektförderung von 50% bewilligt und höchstens jedoch 130.057,63 €. Bis zum Projektabbruch sind Förderkosten von 11.447,15 € entstanden, siehe Tabelle 1. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Arbeitsstunden durch die Konstruktion und Projektleitung. Während der ersten Projektlaufzeit sind keine Materialkosten angefallen.

	Jahr 2023	Jahr 2024	Gesamt:
Entstandene Kosten	14.279,54 €	8.614,75 €	22.894,29 €
Anteil Eigenmittel - HAWART 50%	7.139,77 €	4.307,38 €	11.447,15 €
Mittel Dritter und Einnahmen	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Verbleibender Anteil des Bundes - Förderung	7.139,77 €	4.307,38 €	11.447,15 €

Tabelle 1: Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Um ein System zur schienengebundenen CoBot-Handhabung über einer Rotorblattform in einer vorhandenen Testhalle zu integrieren, ist es notwendig, dass eine Konstruktionsabteilung mit CAD ein 3D-Modell aufbaut welches alle Komponenten und Störkonturen beinhaltet. Weiterhin müssen alle Komponenten dimensioniert und konstruiert werden, um einen sicheren Betrieb der Anlage zu gewährleisten.

4. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Da Firma HAWART in einer frühen Phase des Projektes ausgeschieden ist, können wir nicht die fertige Anlage und deren Anwendung erleben und nutzen.
Im Laufe des Projektes konnte die Konstruktionsabteilung von HAWART Kompetenz im Bereich CoBots (Collaborative Robot) aufbauen und vertieften Einblick in die Interaktion von Mensch und Roboter erhalten. Am Verbundvorhaben nehmen namenhafte Unternehmen und Institute teil. Diese Kontakte können für die Wettbewerbsfähigkeit von HAWART in der Zukunft von Vorteil sein.

5. Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Während der Teilnahme am Projekt SmartRoMaIn von Januar 2023 bis Mai 2024 sind uns keine Anwendungen bei anderen Stellen bekannt geworden.

6. Erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses

Zum Forschungsprojekt SmartRoMaIn hat HAWART bisher keine Veröffentlichungen gemacht. Aufgrund der Kündigung von HAWART am Verbundvorhaben sind auch keine Veröffentlichungen geplant.

gez.
Andreas Greten / HAWART

© HAWART Sondermaschinenbau GmbH - Handwerksweg 8 - 27777 Ganderkesee