windEXT

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Fortschrittliche Wartungskonzepte, Verlängerung der Lebensdauer und Repowering von Windparks, unterstützt durch fortschrittliche digitale Tools

2020-2022

windEXT

ÜBER DIESEN BERICHT

Mission

Ziel des Projektes ist es,
standardisierte Fachschulungen zu entwickeln, welche digitale
Tools wie Virtual Reality oder 360º Videotouren beinhalten, die die klassischen theoretischen Methoden ergänzen.

Ergebnisse

WindEXT Moodle Plattform & digitale Tools

Conclusions

Innovation
Bildung
Berufliches Wachstum
Wissen

Project consortium

CONTENTS

I. PROJEKTZUSAMMENFASSUNG 03

II. ERGEBNISSE: WINDEXT MOODLE-PLATTFORM 06

III. PROJEKTKONSORTIUM 09

IV. PILOT TEST 10

V. SCHLUSSFOLGERUNGEN AUS DEM PROJEKTS 11

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

I.PROJEKTZUSAMMENFASSUNG

Das Hauptziel des Projekts ist es, ein standardisiertes Training im Bereich der Windenergieanlagen- und Windparkwartung zu entwickeln, welches der steigenden Nachfrage an spezialisierten Fachkräften und den sich verändernden Marktbedingungen (Verringerung der Stromgestehungskosten, Laufzeitverlängerung (extension, dies ist der Ursprung des Akronyms **WINDEXT**) und Komplexität der Offshore-Anforderungen) gerecht wird.

Diese Standardisierung basiert auf den Erfahrungen der Partner und auf der Verwendung von Computerwerkzeugen wie Simulationssoftware, digitalen Plattformen und Online-Training, die besonders vor dem Betreten von Windenergieanlagen durchgeführt werden können. Es ist schwierig, demontierte Windenergieanlagen für die Ausbildung zu bekommen, weil diese Anlagen werden für die Lieferung von Ersatzteilen für bestehende, noch im Betrieb befindliche Anlagen, verwendet. Darüber hinaus sind diese Windenergieanlagen teilweise schon veraltet und eignen sich nur noch bedingt für Ausbildungszwecke. Es ist deutlich einfacher, bei der Entwicklung neuer Windenergieanlagen auch digitalen Werkzeuge und Simulationen für die Ausbildung mit zu entwickeln.

Daher sind die Zielgruppen des Projekts Techniker und Studenten der professionellen Lehre, die fortschrittliche und innovative Materialien in ihrem Arbeitsumfeld (privaten Unternehmen, Universitäten und Ausbildungszentren) verwenden möchten. Das Projekt möchte auch die Schaffung von neuen Geschäftsfeldern fördern und diejenigen Unternehmen verstärken, die bereits auf dem Markt tätig sind.

Zusätzlich zu den oben genannten Punkten, ist es auch wichtig, die zunehmende Globalisierung des Windsektors zu beachten, die es notwendig macht, die Ausbildung weiter zu standardisieren, um den Einsatz von Arbeitnehmern auf der ganzen Welt zu erleichtern. In diesem Sinne ist die Verwendung von generischen Windkraftanlagen sinnvoll, um die daraus erlernten allgemeinen Fähigkeiten auf länderspezifische Bedingungen und technologische Bedingungen anzupassen.

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Das Projekt ist als Schulungskurs mit einem detaillierten Lernplan organisiert, bei dem die Inhalte und die verschiedenen digitalen Tools integriert sind. Die anfängliche Struktur basiert dann auf den Erfahrungen der Projektpartner und ist nicht nur auf reine Wartung von Windenergieanlagen, sondern auch auf Vertragsgestaltung, Anlagendesign und Risikoprävention ausgerichtet.

Diese Struktur ist in drei Inhaltsmodulen aufgeteilt, mit einem zusätzlichen Modul für die digitalen Werkzeuge:

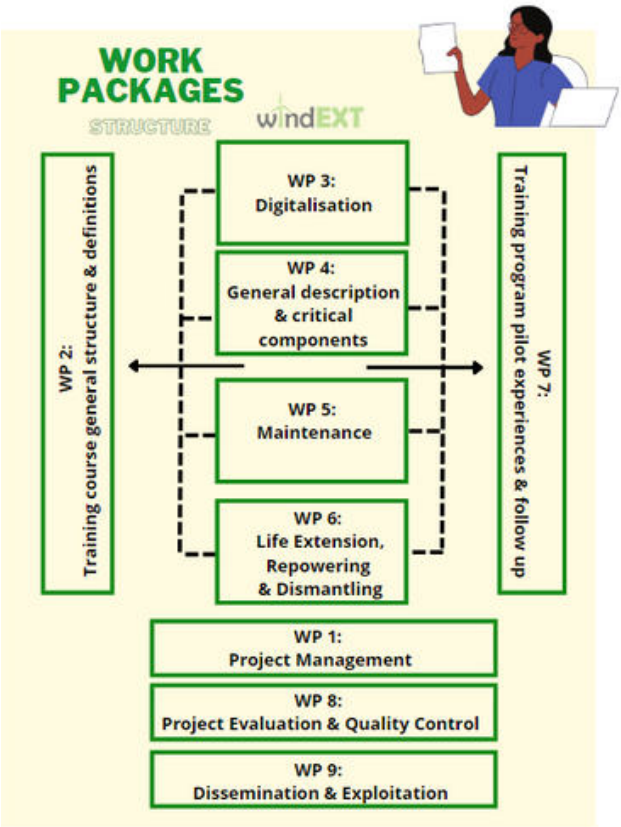
- **Abschnitt A:** Einführung in die Windenergieanlagentechnik
- **Abschnitt B:** Wartung und Instandhaltung
- **Abschnitt C**: Repowering, Life Extension und HSE
- **Abschnitt D:** Digitale Werkzeuge

Das Projekt gliedert sich in 9 Arbeitspakete, 4 richten sich an die inhaltliche Ausarbeitung und Digitalisierung, 2 zur Verfeinerung der Kursstruktur und Validierung der Ergebnisse und die anderen 3 zu Management, Verbreitung und Qualitätskontrolle.

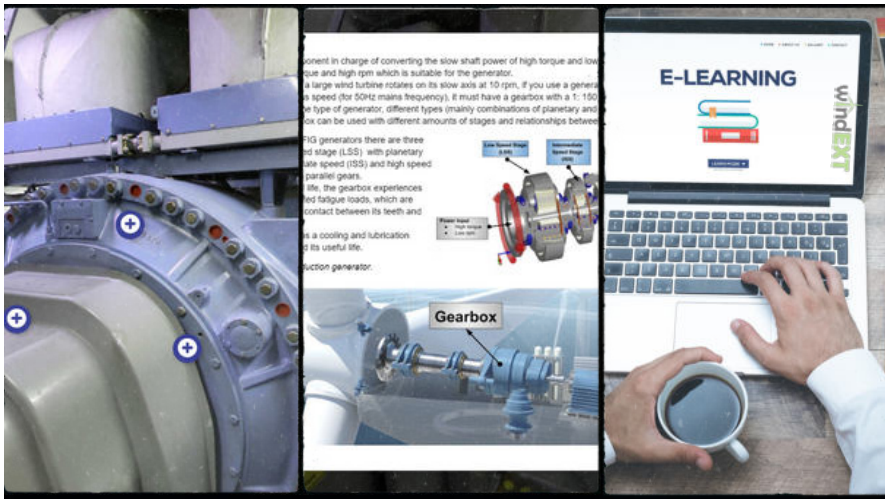
Die Inhalte und Ergebnisse des Projekts werden unter Berücksichtigung spezifischer Fälle und tatsächlicher Instandhaltungsverfahren sehr praktisch sein. Sie werden verbunden mit:

- Fehlertypen und Bäume zur Bewertung der Ursachen
- Instandhaltungstypologien und -verfahren
- Verfahren zur Verlängerung der Lebensdauer der Vermögenswerte
- Repowering, Recycling und Wiederverwendung von Komponenten
- Gesundheit, Sicherheit und Umwelt
- Wichtige Kennzahlen, die in der Branche verwendet werden
- Typische vertragliche Regelungen

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



Die Mittel dieses Projekts ähneln anderen bei der Vorbereitung von Trainingskursen, aber **die wichtigste Neuerung bezieht sich jedoch auf die Ausarbeitung von Simulationen und digitalen Werkzeugen**, zunächst basierend auf Virtual Realität, was aber auch auf andere Instrumente in diesem fortgeschrittenen Bereich ausgedehnt werden kann (Szenario von E-Learning, IOT und Augmented Reality).

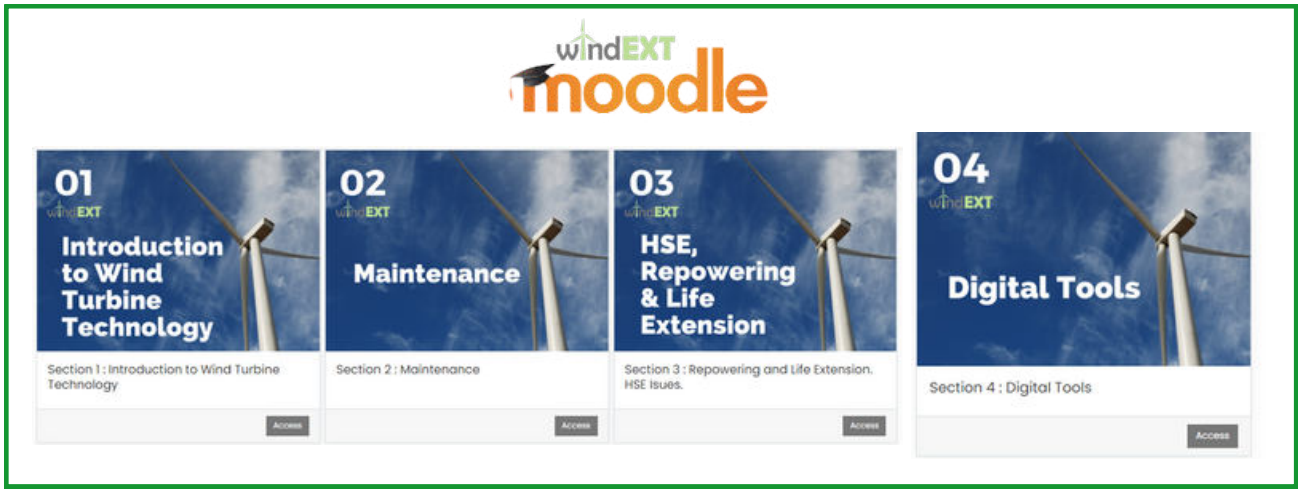


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

II. ERGEBNISSE: WINDEXT MOODLE-PLATTFORM

Das Projekt hat einen Standardschulungskurs, der auf einer MOODLE-Plattform basiert, erstellt, auf der alle Inhalte integriert sind, sowie die verschiedenen digitalen Tools, die im weiteren Verlauf vorgestellt werden. Das Ziel des Konsortiums besteht darin, die Nutzung entweder des Kurses als Ganzes oder die Nutzung einzelner unabhängiger Module oder Tools zu fördern, die immer als praktische Grundlage des theoretischen Unterrichts dienen.
Der Kurs vermittelt die Ausbildungsinhalte der Windenergieanlagentechnik (WEA) inklusive der Beschreibung der verschiedenen Komponenten einer WEA und deren Funktion. Er befasst sich auch mit der Wartung von einzelnen WEA und Windparks aus allgemeiner und spezifischer Sicht sowie mit den Hauptaufgaben zur Verlängerung der Lebensdauer oder zum Repowering von Windenergieanlagen

Die Struktur von **WindEXT** besteht aus vier Abschnitten und jeder Abschnitt hat unterschiedliche Module. Die Abschnitte sind:



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

windEXT

I. ABSCHNITT 1: EINFÜHRUNG IN WINDKRAFTANLAGE TECHNOLOGIE

Dieser Abschnitt enthält einen **Überblick über die verschiedenen Komponenten einer Windenergieanlage**, ihren Funktionen und wie sie zu einer Windenergieanlage zusammengebaut werden.

II. ABSCHNITT 2: WARTUNG UND INSTANDHALTUNG

In diesem Abschnitt werden den Schülern die **verschiedenen Instandhaltungsverfahren beigebracht und die wichtigsten Besonderheiten der Offshore-Wartung** sowie einige allgemeine Konzepte über Vertragsmodelle und Vermögensverwaltung.

III. ABSCHNITT 3: REPOWERING, LIFE EXTENSION UND HSE

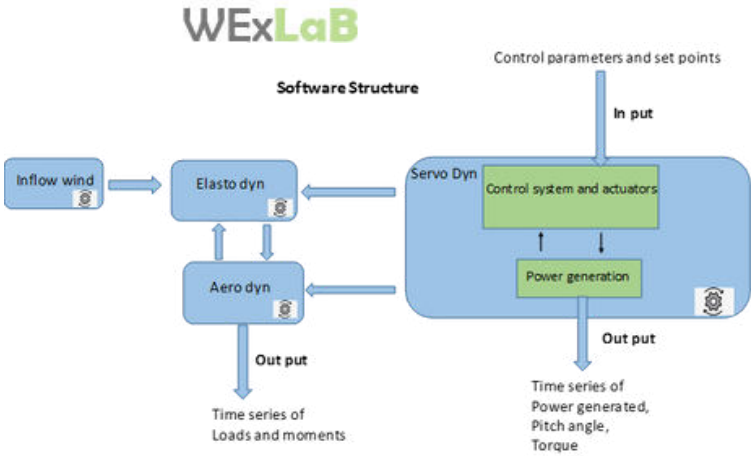
In diesem Abschnitt werden die **wichtigsten Herausforderungen und Kriterien für das Repowering von alten Windenergieanlagen sowie Methoden und Verfahren zur Wiederverwendung und Recycling von Komponenten**; einem kritischen Punkt der Kreislaufwirtschaft im Windenergiesektor.

IV. ABSCHNITT 4: DIGITALE WERKZEUGE

1

Diese Software integriert einen OpenFAST Quellcode mit einer „standalone“ MATLAB-Anwendung als grafische Benutzeroberfläche. Die Software besteht aus vier Teilen:

- Systemanalyse
- Modalanalyse
- Lastanalyse
- Bedienung und Steuerung der Windkraftanlage

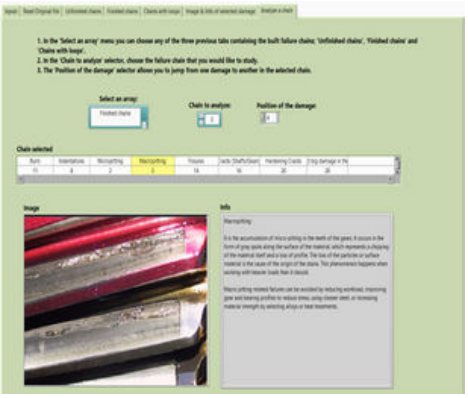


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

windEXT

2

CaDWEx



CaDWEx (Cascade Damage Explorer) ist eine Software, die es den Studierenden ermöglicht, die Schadensketten eines bestimmten Bauteils im Bereich der Fehlerbaumanalyse zu untersuchen. Jede Schadenskette ist eine zeitlich geordnete Liste von Schäden, die eine Komponente betreffen, da sich ein Schaden im Laufe der Zeit entwickelt und unterschiedliche Schäden verursacht. Innerhalb des WindEXT Projekts hat sich CaDWEx auf das Getriebe einer Windenergieanlage konzentriert, da dieses Bauteil in der Windindustrie mit am kritischsten anzusehen ist.

3

Durch das digitale Tool **WExViR** können die theoretischen Konzepte dieses Abschnitts besser assimiliert werden, indem interaktive Inhalte in H5P als Guided Tool entwickelt wurden, die einen freundlicheren Zugang ermöglichen als das traditionelle schriftliche Material. Außerdem wurden virtuelle Rundgänge durch eine Windkraftanlage mit 360°-Bildern unter Verwendung des H5P-Tools entwickelt.

WExViR

360° Move around tool

4

WExSiM

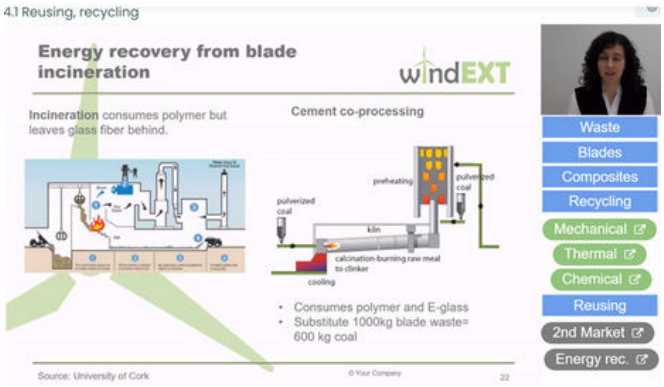
Die Simulation läuft auf der Oculus Quest 2. Wir haben nun 5 Trainingsszenarien fertiggestellt, die auf unserer Homepage www.windext.com und auf unserem YouTube®-Kanal WindEXT zu sehen sind. Die 5 Trainingsszenarien sind:

- Wartung und Austausch eines Azimutmotors
- Verwendung der hydraulischen Haltebremse
- Evakuierung aus dem Servicelift
- Hydraulisches Anziehen von Schraubverbindungen
- Austausch einer Sicherung

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

5

In Abschnitt 3 werden die Inhalte durch verschiedene Schulungsvideos zu den Themen Lebenszeitverlängerung und Repowering vermittelt, mit der besonderen Funktion der Interaktivität. Die Entwicklung erfolgte in Zusammenarbeit mit verschiedenen Pädagogen und Lehrern.



III. PROJEKTKONSORTIUM

Ein Konsortium aus europäischen Schlüsselakteuren der Windindustrie (Unternehmerverbände und Wartungsunternehmen), Universitäten und Schulungszentren ist zusammengekommen, um den Referenzschulungskurs WindEXT zu erstellen. Durch die Anwesenheit von UTEC / CEFOMER aus Uruguay im Konsortium konnten wir die Inhalte an ein anderes soziologisches / rechtliches Regime wie die LATAM-Länder anzupassen.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

VI. PILOT TESTS

SPAIN
TESICNOR - AEE

PORTUGAL
INESTEC - AEE

HOLLAND
TUDELFT - AEE

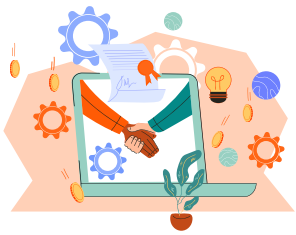
GERMANY
RSC - AEE

+ 8 EXTRA

UCLM WINDTALENT WINDEUROPE LEÓN SEVILLA LLEIDA VALENCIA MADRID

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

IV. SCHLUSSFOLGERUNGEN DES PROJEKTS



Die Erfahrung bei der Entwicklung des Projekts hat es erlaubt, mehrere Schlussfolgerungen zu ziehen:

- ·Die Bedeutung und das Interesse, Verbindungen zwischen Universitäten und Berufsbildungszentren herzustellen, war nicht immer einfach. Universtäten haben Schwierigkeiten, das Inhaltsniveau zu senken, und für Berufsbildungszentren ist es nicht einfach, den theoretischen Hintergrund zu verstehen, um die Fehler und Ursachen zu erklären.
- ·Die Schwierigkeiten bei der Koordinierung von Teams mit unterschiedlichen professionellen Herangehensweisen und unterschiedlichen Herangehensweisen an die vorgesehenen Aufgaben des Projekts.
- ·Die Arbeit mit so unterschiedlichen Einrichtungen war jedoch auch motivierend und hat den Teilnehmern ermöglicht, voneinander zu lernen. Tatsächlich hatte die COVID-Pandemie einen positiven Einfluss, da sie durch die deutlich mehr Videokonferenzen abgehalten wurden und dadurch ein kontinuierlicher Austausch zum Projektfortschritt möglich war.
- ·Die Bedeutung digitaler Werkzeuge für die Annäherung an den Wartungssektor im Bereich Windenergie, der aufgrund der Vielzahl der beteiligten Technologien sehr komplex ist und Arbeitsbedingungen unter anspruchsvollen physischen Bedingungen besitzt: Arbeiten in der Höhe und auf engstem Raum.
- ·Die Piloterfahrungen und die ersten Simulationen wurden von Berufsbildungszentren begrüßt und ermutigen, diesen Weg in der Zukunft zu gehen.

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

www.windext.com

@Wind_EXT

@windext9445

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

The European Comission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents whisch reflects the views only of the authors, and the Comission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

These contents have been developed by AEE (Spanish Wind Energy Association) in consortium with other companies through a European project, Erasmus+ 2015-1-ES01-KA202-015935. All rights are reserved to AEE and prior written permission from AEE is required for its use.