

# windEXT

## Advanced maintenance, lifetime extension and repowering of wind farms supported by advanced digital tools

Newsletter Edition 5, Mai 2022

### Projektüberblick

WindEXT wurde im Januar 2020 gestartet und ist ein ehrgeiziges, von der EU finanziertes Projekt. Ziel des Projekts ist es, spezielle Schulungen zu entwickeln, welche digitale Tools wie Virtual Reality oder 360°-Videotouren integrieren, um die klassischen theoretischen Methoden zu vervollständigen. Das Projekt vereint Partner aus den Bereichen Universitäten, Berufsbildungszentren und privaten Unternehmen, welche ihr vielfältiges Kno-How einbringen, um eine Lernumgebung zu schaffen, welche in verschiedenen Ländern mit dem Ziel genutzt werden kann, die Ausbildungsqualität von Studenten zu erleichtern, welche sowohl Universitäten als auch private Bildungseinrichtungen verlassen.



Das übergeordnete Ziel der Lernumgebung und des Inhalts besteht darin, die Stromgestehungskosten (LCOE) der bestehenden und/oder neuen Windparks zu reduzieren, indem die Qualität der O&M-Services erhöht wird, die Lebensdauer der Anlagen verlängert wird und die Arbeitsbedingungen des Wartungspersonals optimiert werden. Das Projekt **WindEXT** hat eine Laufzeit von drei Jahren und endet im Dezember 2022.

Nach fast zwei Jahren seit dem Start im Januar 2020 hat das Konsortium die Entwicklung eines Trainingskurses grundlegend abgeschlossen und alle Inhalte, sowie die verschiedenen digitalen Tools, welche im Folgenden vorgestellt werden, auf einer Moodle-Plattform zusammengefasst. Die Absicht des Konsortiums besteht darin, die Nutzung des Studiengangs insgesamt oder einzelner unabhängiger Module oder Werkzeuge zu fördern, die immer als praktische Grundlage der theoretischen Lehre dienen sollen.

Das **WindEXT** Projekt wird im Rahmen des [ERASMUS + Programms](#) der Europäischen Union gefördert.

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

- Einführung in die Windturbinentechnologie
- Wartung und Instandhaltung
- Lebensdauerverlängerung und Repowering
- Digitale Werkzeuge

Available sections of WindEXT Course

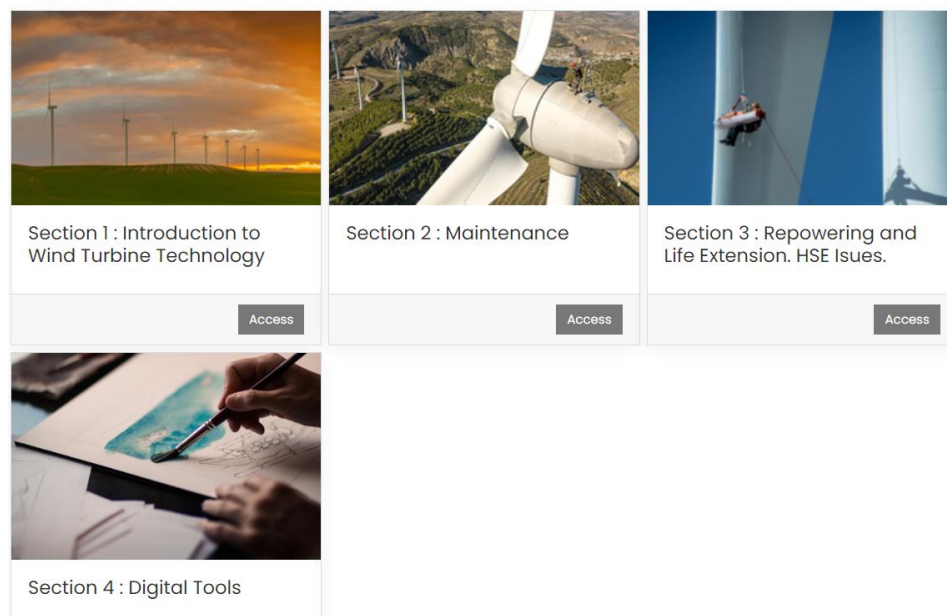


Abbildung 1: Überblick der Kursstruktur auf der Moodle-Plattform

Innerhalb der digitalen Tools beinhaltet **WindEXT**: **WExSiM**, **WExLaB**, **WExViR** und die 'Failure Tree'-Software **CaDWEx**, sowie eine neue Version von SimulWIND.

Durch das **WExSiM** -Tool können verschiedene Szenarien in einer 3D-Simulationssoftware abgebildet werden. **WExLaB** zeigt den Studierenden die grundlegenden Konzepte und das Design einer Windkraftanlage. Insbesondere die Auslegung von Windkraftanlagen wird mit Hilfe von MATLAB Simulink® erklärt. **WExViR** zeigt die verschiedenen Wartungsbereiche (präventiv, korrektiv und prädiktiv) von Windkraftanlagen mit Hilfe des H5P-Tool. Schließlich ermöglicht die Software "Failure Tree" durch eine mathematische Funktion, einen Datensatz als Eingabe zu verwenden und die Ausfallwahrscheinlichkeit verschiedener Komponenten als Ausgabe zu erhalten.

## Projektstatus

Nach knapp zweieinhalb Jahren Projektlaufzeit ist die Entwicklung weitestgehend abgeschlossen. Wir haben darüber hinaus mit dem ersten Pilot Test begonnen und das Modul **WExSiM** ausführlich getestet. Darüber hinaus haben wir das Modul **WExSiM** auch auf der Wind Europe in Bilbao auf dem Stand unseres Projektpartners AEE der Öffentlichkeit vorgestellt.

Für unsere "Failure Tree"-Software haben wir ein viertes Modul namens **CaDWE<sub>x</sub>** implementiert.

Wir blicken zuversichtlich auf das letzte halbe Jahr unseres **WindEXT**-Projekts und sind optimistisch, dass wir es entsprechend den erwarteten Ergebnissen zu einem erfolgreichen Abschluss bringen können.

## Projektfortschritt

All the content of **WindEXT** project will be in the MOODLE platform, from the theoretical content to the digital tools, with the exception of **WExSiM**, which will be accessed externally.

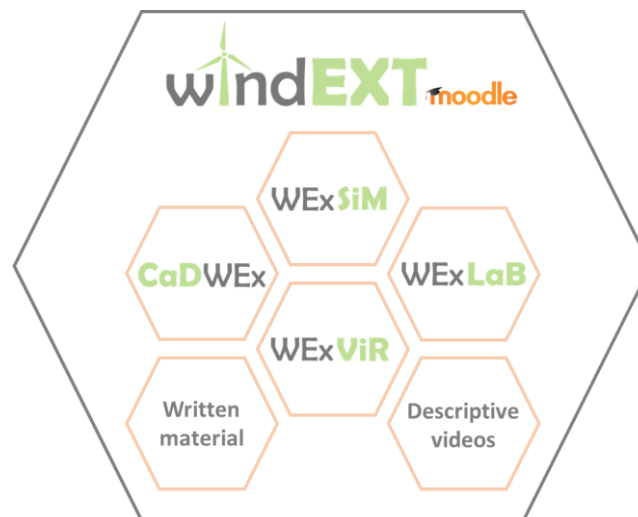


Abbildung 2: Aufbau des **WindEXT** Kurses

## WindEXT . Digital tool: WExSiM

Die Simulation läuft auf der Oculus Quest 2. Wir haben nun 5 Trainingsszenarien fertiggestellt, die auf unserer Homepage [www.windext.com](http://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

Dieser Teil des Projekts ist in seiner Entwicklung abgeschlossen und wir warten nun auf die Rückmeldungen aus den Pilotversuchen, um die einzelnen Szenarien entsprechend zu verbessern und zu optimieren.

## WindEXT .Digital Tool: Neue Version von SimulWind

WindEXT hat eine neue Version von SimulWind entwickelt, mit der die Software in bis zu vier VR-Brillen (Vive PRO, Vive Pro 2, Oculus Rift und Oculus Quest 2) verwendet werden kann. Das macht es möglich, dass 13 Berufsbildungszentren in Spanien jetzt SimulWind verwenden als Trainingsgerät. Die neue Version kann unter [www.simlwind.com](http://www.simlwind.com) heruntergeladen werden.

## WindEXT. Section 1: Introduction to wind turbine technology. Digital tool:

### WExLaB

Der erste Abschnitt von MOODLE, „Einführung in die Windenergieanlagentechnologie“, ist in sieben Module unterteilt:

- Einführung in die einzelnen Komponenten einer Windenergieanlage
- Design einer Windenergieanlage
- Lastanalyse einer Windenergieanlage
- Betrieb und Steuerung einer Windenergieanlage
- Layout- und Designkriterien für Windparks
- Zuverlässigkeit, Ausfälle, Fehler und Fehlerbaumanalyse
- Vertragsmodelle

Ziel dieser Abschnitte ist es, die Kursteilnehmer mit verschiedenen technologischen Aspekten und Herausforderungen rund um die Windenergieanlage vertraut zu machen. Der Kurs zielt darauf ab, die wichtigsten Fragen zu beantworten, die sich Menschen stellen werden, wenn sie in den Bereich Betrieb und Wartung von Windkraftanlagen einsteigen.

Das mit diesem Abschnitt verbundene digitale Werkzeug ist WExLaB. Diese Software integriert OpenFAST-Quellcode mit einer eigenständigen MATLAB-Anwendung als grafische Benutzeroberfläche. Wir haben 4 Softwareteile entwickelt:

- Systemlevel Analyse
- Modalanalyse
- Lastanalyse
- Betrieb und Steuerung der Windkraftanlage

Die Systemlevel Analyse und die Modalanalyse sind im vierten Newsletter beschrieben worden.

### Lastanalyse

Der Hauptzweck dieses Teils der Softwaresimulation besteht darin, die Belastung jedes Rotorblatts zu berechnen und die verschiedenen Parameter der Windkraftanlage zu verstehen, die die Belastung des Rotorblatts oder Turms verändern können. In diesem Teil der Software kann zusätzlich zur Belastung jedes Blattes die Blatt-Performance und Cp- $\lambda$ -Kurve berechnet werden.



Abbildung 3: Lastanalyse

### Betriebs- und Kontrollsystem einer Windenergieanlage

Dieser Teil der Software zeigt, wie die Windkraftanlage über ihren Betriebsbereich der Windgeschwindigkeit gesteuert wird. Das Blattdrehmoment und der Blattanstellwinkel können während des Betriebs der Windenergieanlage berechnet werden.

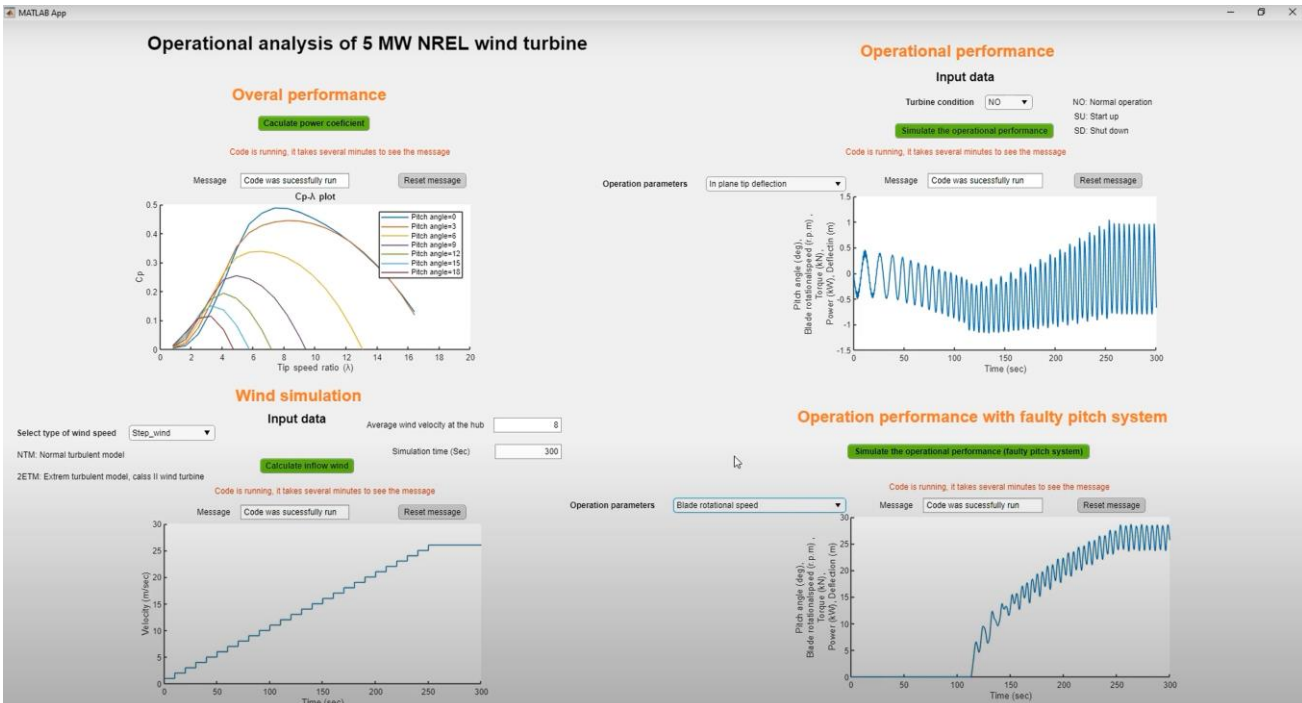


Abbildung 4: Betriebsanalyse

## WindEXT. Digital tool: Failure Tree CaDWEx

CaDWEx ist eine Software, die es erlaubt, die Schadensketten eines bestimmten Bauteils im Bereich der Fehlerbaumanalyse zu untersuchen. In unserem Fall konzentrieren wir uns auf Getriebe von Windkraftanlagen. Alle möglichen Fehler wurden analysiert und aufgelistet. Die Folgefehler wurden für jeden einzelnen Fehler mit fortlaufenden Nummern definiert, wie es in den folgenden Tabellen zu sehen ist, sodass ein vollständiger Fehlerbaum erstellt wurde. Anhand dieses Fehlerbaums können die Schüler nun lernen, welche Fehler auftreten und wie sich einzelne Fehler im Getriebe einer Windkraftanlage im Laufe der Zeit entwickeln. Das Lernmaterial sollte auch aufzeigen, wann und wie auf die jeweiligen Störungen richtig zu reagieren ist. Die Software passt sich leicht an andere Komponenten an, wenn die Informationen der Fehlerentwicklung bereitgestellt werden.

The screenshot shows the CaDWEx software interface for failure tree analysis. It features several data tables and interactive elements:

- Daño a buscar:** Ring 2
- Triplets encontradas:** A table with 12 rows and 3 columns. The first row contains values 1, 2, 3, which are highlighted with a red box.
- Cuartetos:** A table with 10 rows and 4 columns. The first row contains values 1, 2, 3, 13, and the second row contains 1, 2, 3, 14. The first two rows are highlighted with red boxes, and the last two cells of the second row (3, 14) are highlighted with a blue box.
- Nonetos:** A table with 6 rows and 9 columns. The first row contains values 1, 2, 3, 13, 15, 26, 13, 15, 18.
- Damage in bearings:** A text box located below the Triplets table.
- Damage in other gears:** A text box located below the Triplets table.
- Tamaño Cuartetos:** A control with values 20 and 4.
- Tamaño Nonetos:** A control with values 40 and 9.

Abbildung 5: Fehlerbaumanalyse

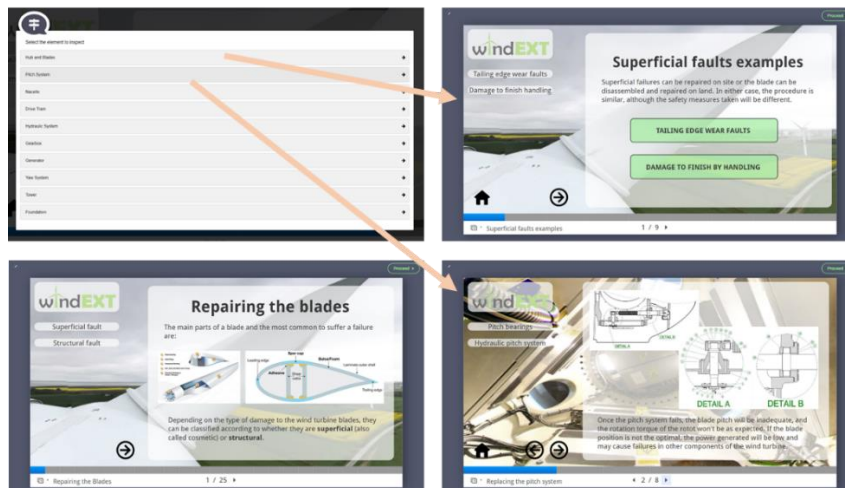
## WindEXT. Section 2: Instandhaltung: Digitales Tool: Virtual Reality WExViR

Im zweiten Abschnitt des Kurses werden den Studierenden die unterschiedlichen Herangehensweisen an Instandhaltungsstrategien vermittelt. Dazu gehören vorbeugende, korrektive und vorausschauende Wartung. Das theoretische Lehrmaterial für jeden Abschnitt ist auf der Moodle-Plattform verfügbar.

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, in diesem Fall als "Move-around-Tool", das eine unabhängige Nutzung ermöglicht, damit die Schüler einen vollständigen Überblick über die verschiedenen Bereiche einer Windenergieanlage und die dort anzuwendenden Wartungsverfahren erhalten.

# WExViR

Guided tool



# WExViR

360° Move around tool



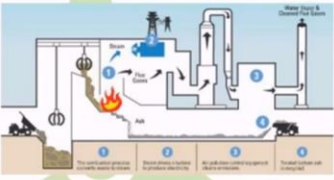
Abbildung 6: Eindrücke des WExViR Tool

## **WindEXT. Section 3: Lebenszeitverlängerung, Refitting, Repowering: Interaktive videos.**

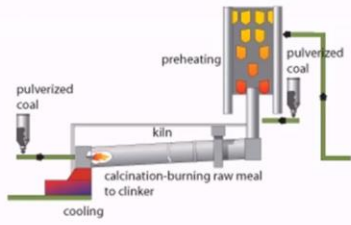
DP2i hat zu diesem Thema verschiedene Schulungsvideos mit der besonderen Funktion der Interaktivität entwickelt. Bei unserem letzten Projekttreffen in Bilbao wurde das erste Video und seine Interaktivitätsfunktion gezeigt. Die Entwicklung erfolgte in Zusammenarbeit mit verschiedenen Pädagogen und Lehrern. Nach der Zustimmung der verschiedenen Mitglieder des Konsortiums werden die verbleibenden Videos aufgezeichnet, um den Kursinhalt zu vervollständigen.

### Energy recovery from blade incineration

**Incineration** consumes polymer but leaves glass fiber behind.




**Cement co-processing**



- Consumes polymer and E-glass
- Substitute 1000kg blade waste= 600 kg coal

Source: University of Cork © Your Company 22



- Waste
- Blades
- Composites
- Recycling
- Mechanical [↗](#)
- Thermal [↗](#)
- Chemical [↗](#)
- Reusing
- 2nd Market [↗](#)
- Energy rec. [↗](#)

Abbildung 7: Interaktives Trainingsvideo

## Testlauf

Der erste Pilottest wurde in Pamplona im TESICNOR-Zentrum durchgeführt.

Die Studenten des Nationalen Referenzzentrums für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz (CENIFER) haben **WExSiM**, den Virtual-Reality-Simulator von **WindEXT**, getestet.

CENIFER-Studenten haben zwei Sitzungen dazu gewidmet, Verbesserungen in Erfahrungen zu identifizieren, die die Arbeitstätigkeit des Windsektors nachbilden. Das erhaltene Feedback war sehr zufriedenstellend. "Es ist wirklich sehr real", gibt Diego Salinas zu, ein Student im zweiten Studienjahr des Höheren Studiengangs für Erneuerbare Energien, der vier Jahre lang in Windparks gearbeitet hat. Seine Partnerin, Verónica Aceña, stimmt zu, dass man durch die virtuelle Realität „sehr klar die Arbeit sehen kann, die man erledigen muss, und die Risiken, die man möglicherweise hat“.



Abbildung 8: Studenten beim Pilottest in Pamplona

Die nächsten Pilotversuche finden bei der Renewable Skills & Consultant GmbH in Deutschland, bei INESTEC in Portugal und bei TU Delft in den Niederlanden statt.

Andere kleinere Tests wurden von anderen Partnern durchgeführt, beispielsweise in Catarroja (Spanien), wo Simulwind und **WExSiM** von den Lehrern von acht Berufsbildungszentren für



Windindustrie der autonomen Region Valencia in Spanien getestet wurden. Weitere kleinere Tests werden in den nächsten Monaten in León (Spanien) und Lleida (Spanien) durchgeführt, und wir planen einen Test in Frankreich.

### WindEXT auf dem WindEUROPE Jahresevent 2022 in Bilbao

WindEXT war auf der jährlichen WindEurope-Veranstaltung vertreten, die vom 5. bis 7. April 2022 in Bilbao stattfand. Alle Messebesucher konnten WExSiM und SimulWIND, den virtuellen Simulator, am AEE-Stand ausprobieren. Außerdem war am 6. April das gesamte WindEXT-Konsortium am Stand, um das Projekt vorzustellen und Fragen der Besucher zu beantworten.



Abbildung 9: Messebesucher testen WExSiM

Die TU Delft war auch bei der jährlichen WindEurope-Veranstaltung und -Ausstellung in Bilbao anwesend, um das WindEXT-Projekt und das Pilotprojekt der Moodle-Plattform zu fördern.



Abbildung 10: Simon Watson (TUDelft) erklärt unser Projekt WindEXT

## Projektmeetings

### Viertes transnationales Meeting, April 6, 2022, Bilbao

Unser viertes transnationales Projekttreffen fand am 6. April auf der Messe Wind Europe in Bilbao statt. Nach der Corona-Pandemie konnte auch unser Projektpartner UTEC aus Uruguay persönlich an dem Treffen teilnehmen.

Inzwischen sind mehr als zwei Drittel der Projektlaufzeit verstrichen und die Entwicklung der einzelnen Module nahezu abgeschlossen. Wir haben die letzten Details jedes Moduls während des Projekttreffens besprochen. Darüber hinaus wurden Vorbereitungen für weitere Pilotversuche getroffen, damit diese im Mai und Juni 2022 durchgeführt werden können. Das bereits fertiggestellte **WExSIM**-Modul wurde von den Projektpartnern bereits ausgiebig mit Hilfe der VR-Brille getestet. Wie in jeder Sitzung wurden auch die administrativen Angelegenheiten besprochen und eine zeitnahe Bearbeitung gefordert.



Abbildung 11: Projektkonsortium beim Projektmeeting in Bilbao

Insgesamt sind wir mit dem Verlauf unseres Projekts sehr zufrieden und freuen uns, die Ergebnisse der Öffentlichkeit präsentieren zu können.

### Verbreitung und Verwertung der Projektergebnisse

Auf der Projektwebsite [www.windext.com](http://www.windext.com) werden alle Ergebnisse veröffentlicht. Während des Projekts werden außerdem 6 Newsletter veröffentlicht. Wenn Sie an diesen Newslettern interessiert sind, können Sie sich in unserer Datenbank unter [info@windext.com](mailto:info@windext.com) registrieren, um die Newsletter automatisch zu erhalten.

Schließlich hat das Projekt einen eigenen Twitter-Kanal. Folgen Sie [@Wind\\_EXT](https://twitter.com/Wind_EXT) und Sie werden kontinuierlich über den aktuellen Projektstatus informiert.

### Projektkonsortium

Ein Konsortium aus europäischen Schlüsselakteuren der Windindustrie (Unternehmerverbände und Wartungsunternehmen), Universitäten und Schulungszentren kommen zusammen, um den Referenzschulungskurs **WindEXT** zu erstellen. Die Anwesenheit von UTEC / CEFOMER aus Uruguay wird als grundlegend angesehen, um die Inhalte an ein anderes soziologisches / rechtliches Szenario wie die LATAM-Länder anzupassen.

**Projekt Leader:**  
Asociación Empresarial Eólica (AEE)



**Projektpartner**



8.2 | The Experts in  
Renewable Energy



Web: [www.windext.com](http://www.windext.com) | E-Mail: [info@windext.com](mailto:info@windext.com) | Twitter: @Wind\_EXT