

# Optimierte Sensorlösung

Höchste Präzision bei Drehgeschwindigkeitsmessungen durch intelligente Algorithmen



## Projektziel

Die genaue Messung der Drehzahl von Windturbinen ist entscheidend für die Maximierung der Energieeffizienz und die Gewährleistung der Zuverlässigkeit und Sicherheit des Systems. Die Synchronisierung der Rotordrehzahl mit der Drehzahl des Generators ermöglicht eine effiziente Umwandlung der Energie des Windes in elektrische Energie und damit eine Optimierung der Leistungsabgabe bei unterschiedlichen Windverhältnissen. Die genaue Messung der Drehzahl ermöglicht es den Betreibern, Kontrollstrategien zu implementieren, die die Leistung und Langlebigkeit der Turbinen verbessern. Da die Nachfrage nach erneuerbaren Energien steigt, zielt die laufende Forschung auf die Verbesserung von Messtechnologien ab, um die Nachhaltigkeit von Windkraftanlagen weltweit zu verbessern.

Um diese Herausforderung zu meistern, hat die TWK-Elektronik GmbH den bahnbrechenden Rotornabensensor NBT-D/S3 entwickelt. Dieser fortschrittliche Sensor, der einen Neigungs- und einen Drehratensensor in MEMS-Bauweise vereint, ermöglicht eine präzise Messung der Rotationsgeschwindigkeit, ohne dass eine direkte Verbindung zur Rotationsachse erforderlich ist. Das innovative Design sorgt für eine kosteneffiziente Lösung und hebt den Sensor als eine überlegene und fortschrittliche Option hervor, die sich durch ihre einfache Integration von herkömmlichen Magnetbandsensoren und zusätzlichen Encodern abhebt. ShiraTech-Knowtion wurde im Rahmen des Projekts mit wichtigen Aufgaben betraut, darunter die Entwicklung spezifischer mathematischer Filterfunktionen und deren Implementierung in Embedded Software.



Datenbasierte Maximierung der Energieeffizienz von Windkraftanlagen.

Diese Initiativen zielten darauf ab, die Genauigkeit der Drehratenerkennung zu verbessern und gleichzeitig die strengen Anforderungen an die funktionale Sicherheit (SIL 2) einzuhalten. Ein wesentlicher Teil der Aufgabe von ShiraTech-Knowtion bestand darin, Herausforderungen wie die Minimierung von Störungen des Sensorsignals durch verschiedene externe Faktoren, insbesondere Temperaturschwankungen, zu lösen.



**Der Rotornabensensor NBT-D/S3**

Die entwickelten Algorithmen wurden als Embedded Software in den NBT-D/S3 Rotornabensensor integriert.

# Vorgehen & Lösungsweg

ShiraTech-Knowtion entwickelte in der Anfangsphase des Projekts einen maßgeschneiderten Algorithmus in Python unter Verwendung umfangreicher, von TWK bereitgestellter Testdaten. Alle Entwicklungsergebnisse wurden kontinuierlich mit TWK über ein gemeinsames Repository ausgetauscht. Nachdem nachgewiesen wurde, dass der Algorithmus die Präzisionsanforderungen erfüllt, ging das Projekt in die zweite Phase über. In diesem Arbeitspaket übersetzte ShiraTech-Knowtion den Algorithmus in Embedded C und optimierte ihn für den Einsatz auf einem Mikrocontroller-Zielsystem.

Umfangreiche, gründliche Tests, einschließlich Unit- und MISRA-Konformitätstests, wurden von ShiraTech-Knowtion durchgeführt. Durch Regressionstests wurde sichergestellt, dass die eingebettete Software die gleichen Ergebnisse liefert wie die Python-Version des Algorithmus. Während des gesamten Prozesses wurden alle sicherheitsrelevanten Artefakte wie Anforderungen, Unit-Tests, Verknüpfungen und alle kritischen Kodierungsstandards wie ANSI C und MISRA strikt eingehalten, um eine vollständige IEC 61508 SIL2-Konformität zu erreichen.

Eine umfassende Dokumentation des Codes, der Tests und der Einhaltung der Richtlinien wurde akribisch gepflegt, um die Robustheit und Effizienz des Algorithmus zu unterstreichen. Zum Abschluss jeder Projektphase legte ShiraTech-Knowtion dem Kunden detaillierte Berichte vor, in denen der erfolgreiche Abschluss der einzelnen Leistungsphasen nachgewiesen wurde. In einer abschließenden Schulung wurde der Kunde in die Lage versetzt, den Algorithmus für künftige Entwicklungen selbstständig anzupassen.



**Algorithmen  
Entwicklung**



**Validierung &  
Implementierung**



**Effektives &  
genaues Ergebnis**

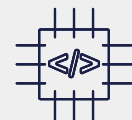
## Ergebnisse & Vorteile



Termingerechte Vollendung  
trotz engem Zeitplan



Effektive Zusammenarbeit  
mit TWK-Elektronik GmbH



Softwareintegration ins  
Embedded System



Minimierung von  
Temperatur- & anderen  
Störungen



Hochwertige & kostengünstige  
Alternative zu herkömmlichen  
Anwendungen



Hohe Messgenauigkeit &  
erfüllte Präzisions-  
anforderungen