

Nachhaltige Integration von HPC-Systemen in das dezentrale Energiesystem

ESN4NW – Energieoptimierte Supercomputer-Netzwerke durch die Nutzung von Windenergie

1 Ausgangslage & Motivation

Windenergieanlagen (WEA) bieten Synergien für die Aufstellung und direkte CO₂-arme Stromversorgung von Servern. Innovative Projekte wie WindCORES zeigen, dass dieses Konzept sowohl ökologisch, als auch wirtschaftlich und vorteilhaft für das Digitalisierungspotenzial einer Region ist. Für HPC-Systeme möchte das Vorhaben ESN4NW eine energiegeführte verteilte Lösung erarbeiten. Server werden über mehrere unabhängige WEA verteilt und eng im Windpark vernetzt. Die Auslastung der HPC-Rechenleistung erfolgt entlang einer prognostizierten Energieverfügbarkeit im Windpark. Betrachter wird auch die theoretische Nutzung von sogenannter Abregelungsenergie. Das Projekt ESN4NW beinhaltet die KI-gestützte Modellierung der Energie für zeit- und standortgenaue Betriebsführung von HPC-Systemen. Es plant die Konfiguration der HPC-System in Abhängigkeit der Energieverfügbarkeit im Windpark und untersucht verschiedene Konzepte zur Entwärmung der WEA auch unter dem Aspekt der Abwärmenutzung.

2 Ziele & Fragestellungen

Wichtige Aufgabenbereiche und Fragestellungen, für die technischen und wissenschaftlichen Themen im Verbund:

- **Energiesystem** – Modellbildung des Energiesystems, präzise Aussagen für die Betriebsführung, adaptiv bei Veränderungen der Erzeugerlandschaft, Nutzung von Abregelungsenergie
- **Betriebsführung** – Zuverlässige, energiegeführte Steuerung und Regelung der HPC-Ressourcen in einer WEA und im Kontext des Abwärme-Managements als Gesamtsystem.
- **Messen, Monitoring & Management** – Identifikation und Integration der Leit- und Steuergrößen, Einbindung physikalischer und KI-generierter Modelle, Visualisierung der Wechselwirkungen, Management und Steuerung des Systems
- **Integrationskonzepte** – Architekturvarianten und datentechnische Aufrüstung der Infrastruktur und Erzeugerlandschaft
- **Nachhaltigkeitsbewertung** – Systemischen Bewertung und Optimierung der Architekturen und Betriebskonzepte

3 Grobes Architekturmodell der verteilten und nachhaltigen HPC-Modulaufteilung

