

NEUMAYER-STATION III



Foto: AWI / T. Steuer

NUTZUNG VON WINDKRAFT UND REGENERATIVEN ENERGIEN

ENERGIE

Die Energieversorgung ganzjährig besetzter Forschungsstationen in der Antarktis basiert hauptsächlich auf Dieselmotoren. Deren hohe Zuverlässigkeit ist jedoch mit den entsprechenden Schadstoffemissionen bei der Verbrennung fossiler Kraftstoffe verbunden. Um den Kraftstoffverbrauch und damit die Emissionen zu reduzieren, wurde sowohl an der aktuellen Station als auch an ihren Vorgängerinnen in verschiedenen Ausbaustufen bereits die Windkraft genutzt.

Zukünftig soll der Anteil regenerativer Energie an der Energiebilanz der Station durch die verstärkte Nutzung von Wind- und Sonnenenergie sowie Erdwärme deutlich erhöht werden.

Einsatz von WEA an der Stationen GvN und NMII

Nach drei Jahren Entwicklungszeit wurde im Sommer 1991 an der Georg-von-Neumayer-Station (GvN) die erste Windenergieanlage (WEA) installiert. Aufgrund der extremen Wetterbedingungen wurde ein H-Windgenerator mit vertikal stehender Rotationsachse des Generators gewählt und als Prototyp (HMW56¹) neu entwickelt. Durch die Projektpartner AWI, Germanischer Lloyd, Hochschule Bremerhaven und Heidelberg Motor in Starnberg ist nach einjähriger Test- und Modernisierungsphase in

Kaiser-Wilhelm-Koog eine Maschine gebaut und mit einer Leistung von 20 kW in der Antarktis errichtet worden. Die im Projekt angestrebten Eigenschaften, wie die einer robusten und wartungsarmen Konstruktion, wurden vor Ort überzeugend nachgewiesen.

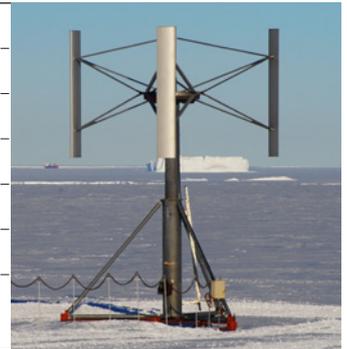
- Als H-Windgenerator kann der Wind aus allen Richtungen effektiv genutzt werden, ohne Blattverstellung oder Nachführen der Gondel.
- Die WEA ist für das örtlich vorherrschende Windfeld ausgelegt. Elektroenergie wird bei Schwachwindlagen von 7m/s bis zu stürmischen Windgeschwindigkeiten von 23m/s erzeugt.
- Das Anlagenfundament ist im Firn gegründet. Durch die geringe Eigenmasse kann die WEA mit einer Spindel im Untergestell, jährlich um den Schneezutrag angehoben werden.

Mit der Eröffnung der Neumayer-Station II im Sommer 1993 wurde die WEA in bestehender Konfiguration an den neuen Standort verlegt. Hier war die Anlage bis Sommer 2008 in Betrieb und wurde mit der Einweihung der Neumayer-Station III demontiert. Sie ist aktuell im Deutschen Technikmuseum in Berlin ausgestellt. In den 17 Jahren ihres Betriebs lief die Anlage ohne gravierende Störungen. Die Steuerungstechnik wurde über die Jahre modernisiert und fortlaufend dem Stand der Technik angepasst.

¹ HMW56 - Horizontal Wind Model 56m²

Technische Daten und Erträge

Maximale Windgeschwindigkeit / tiefste Umgebungstemperatur	68 m/s / -55°C
Rotordurchmesser / Rotorfläche / Blattlänge / Blattbreite	10m / 56m ² / 5,6m / 0,82m
Betriebsdrehzahl	30 - 60 1/min
Gewicht Generator / Gewicht Mast	2,8to / 2,5to
min. / max. Windgeschwindigkeiten für Energieerzeugung	cut-in: 7m/s / cut-out: 23m/s
Nennwindgeschwindigkeit / max. Leistung	14m/s / 30kW
Jahresertrag / Dieseltersparnis / Anteil am Leistungsbedarf der Station NM II (gemittelt)	34.000kWh / 11.300Ltr. / 6%



HWM 56 an Neumayer-Station II

Technische Daten der E10² und Erträge

Maximale Windgeschwindigkeit / tiefste Umgebungstemperatur	68 m/s / -55°C
Rotordurchmesser / Rotorfläche / Blattlänge / Blattbreite	10m / 56m ² / 5,6m / 0,82m
Betriebsdrehzahl	40 - 135 1/min
Gewicht Generator + Mast	8,3to
min / max. Windgeschwindigkeiten für Energieerzeugung	cut-in: 4m/s / cut-out: 35m/s
Nennwindgeschwindigkeit / max. Leistung	14m/s / 30kW
Jahresertrag ³ / Dieseltersparnis / Anteil am Leistungsbedarf der Station NM III (gemittelt)	65.000kWh / 17.800Ltr. / 7,8%



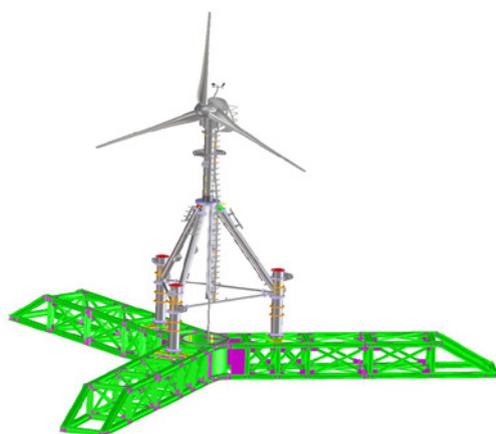
E10 mit Mast und Gründung

² E10 = Enercon mit 10m Durchmesser des Rotorblatts

³ Daten aus Kalenderjahr 2017

Nutzung der Windenergie an der Neumayer-Station III

Nachdem an den Vorgängerstationen erfolgreich regenerative Energie zur Senkung der Abgasemissionen eingesetzt wurde, ist mit der Inbetriebnahme 2009 auch an der neuen Forschungsstation eine WEA



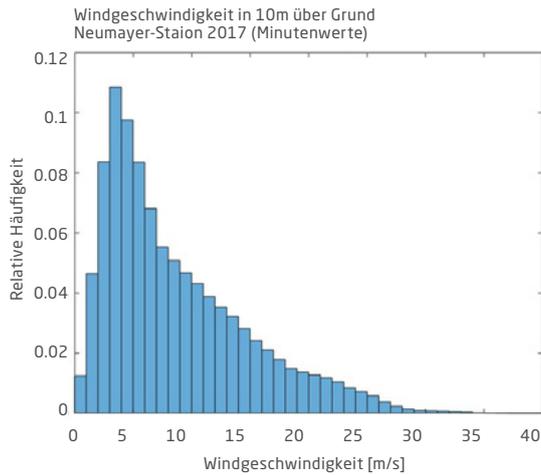
Planung der E10 mit Mast und Gründung

errichtet worden. Da die alte HWM56 nicht mehr lieferbar war, wurde vom AWI zusammen mit der HS Bremerhaven und der Enercon GmbH eine polartaugliche WEA mit horizontaler Achse entwickelt.

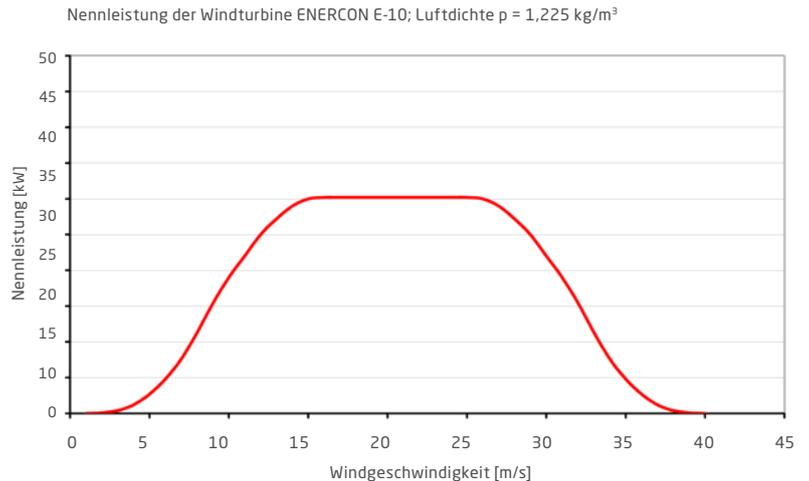
Sie soll die geforderten ökologischen, technischen und logistischen Voraussetzungen für die Montage auf dem Schelfeis erfüllen. Das Hauptanliegen war die Bereitstellung einer zuverlässigen Turbine, basierend auf einer bewährten Technologie

- mit geringem Gewicht,
- effizienter Leistung und Betrieb in einem weiten Bereich der Windgeschwindigkeit (4 bis 35m/s),
- die einfach auf dem Schelfeis zu installieren und jährlich anzuheben ist, ohne schwere Kräne zu verwenden.

Die WEA vom Typ E10 erfüllt die Erwartungen an eine hohe Betriebseffizienz für einen weiten Bereich der Windgeschwindigkeit (4 bis 35m/s). Besonders die hohen Anteile geringer Windgeschwindigkeiten von 2 bis 8m/s können durch die geringe Anlaufgeschwindigkeit der E10 schon zur Energieeinspeisung genutzt werden.



Verfügbares Windfeld im Stationsumfeld



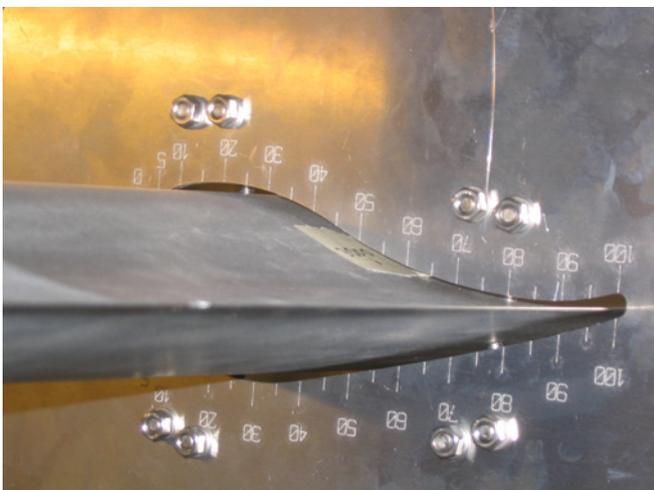
Kennlinie der Leistung zur Windgeschwindigkeit

Praktische Erfahrungen

Der voraussichtliche jährliche Energieertrag am Standort der Neumayer-Station von etwa 120.000 kWh bei einer durchschnittlichen Windgeschwindigkeit von 9 m/s konnte nicht erreicht werden.

Daneben waren in der Betriebszeit seit 2009 Schwingungsbrüche an den Rotorblättern zu verzeichnen, die zu längeren Stillstandszeiten der Anlage führten. Der Windgenerator erwies sich als Luvläufer mit seiner konstruktiv bedingten Nachführung der Gondel zur Windrichtung, als sehr wartungsaufwändig. Vor dem Hintergrund der extremen Wetterbedingungen mussten diese Erfahrungen gemacht werden und die Serviceanforderungen durch das ÜWI-Team erhöht werden.

Das neue Eisfundament sowie die spezielle Mastkonstruktion erfüllten die logistischen Anforderungen. Die Windenergieanlage wurde nahezu jedes Jahr um etwa zwei Meter angehoben, und somit der Schneezutrag ausgeglichen.



Schnitt eines Rotorblatts der E10

Ausblick

Vor dem Hintergrund des Antarktisvertrags zum Schutz der Umwelt, einem hohen Aufwand für den Transport von flüssigen Kraftstoffen zur Station und vor allem dem Anspruch eines Klimaforschungsinstituts, den eigenen ökologischen Fußabdruck klein zu halten, ist geplant, das vorhandene Energiekonzept zu modernisieren und Änderungen sukzessive umzusetzen. Wesentliche Schwerpunkte dieses modernisierten Energiekonzepts sind neben der Deckung des Energiebedarfs aus regenerativen Quellen auch in der Reduzierung des Energiebedarfs der Station festgelegt. Priorität hat immer eine hohe Redundanz der Energieversorgung durch Dieselgeneratoren sicherzustellen.

In Anbetracht der besonderen Lage der Station auf dem Schelfeis seeseits der Grounding-Line und der besonderen Umweltbedingungen an der Station versprechen nachfolgende Verfahren zur Erzeugung und Speicherung regenerativ erzeugter Energien besondere Bedeutung. Eine Vernetzung der Systeme und intelligente Kombination mit Speichermedien ist angestrebt.

Nutzung von Windenergie

Der jährliche Schneezutrag von ca. 1m macht die regelmäßige Erhöhung der WKA erforderlich. Durch begrenzte Krankapazitäten und raue Klimabedingungen sind WKA geringen Gewichts und robustem Aufbau notwendig. Es ist der Einsatz von WKA mit vertikaler Rotationsachse (H-Rotor) vorgesehen.



Vertical Rotor

Nutzung solarer Energie

Polartag und -nacht beeinflussen neben der Lufttemperatur die Effektivität von fotovoltaischen- und solarthermischen Anlagen entscheidend. Ausgleichend werden Außenobservatorien autark durch Kombination aus Windkraft und Solarenergie betrieben.

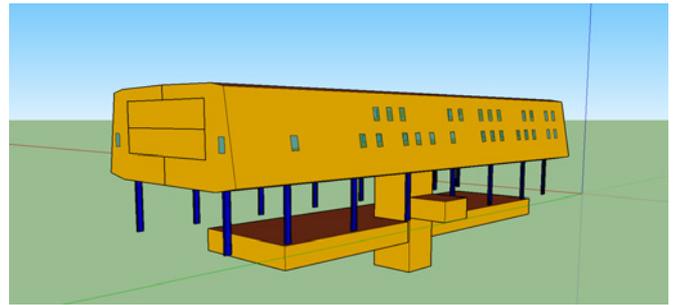
Die verfügbare Fläche auf der Stationsoberfläche ist begrenzt. Kompensierend kann auf Licht- und Schattenseite die direkte als auch die indirekte Sonneneinstrahlung genutzt werden.

Reduzierung des Energieverbrauchs und Energiespeicherung

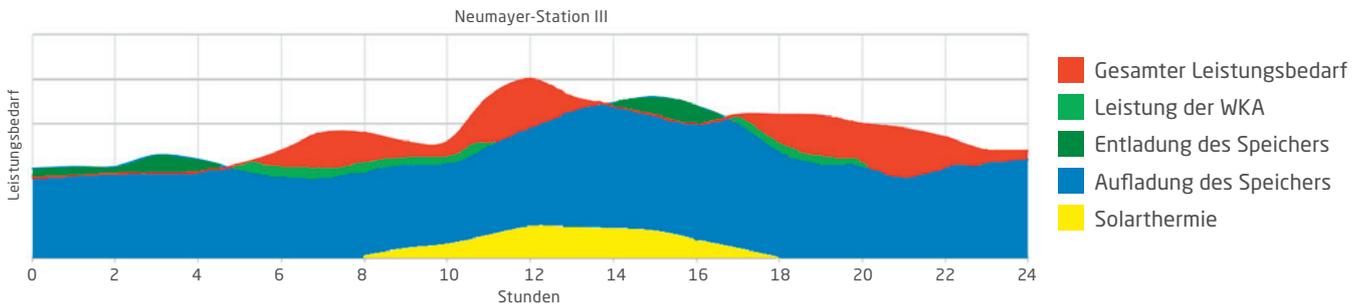
- Erzeugung von Trinkwasser: Der Energieaufwand zum Schmelzen von Schnee ist bedingt durch den notwendigen Phasenübergang beträchtlich. Alternativ ist vorgesehen, Meerwasser durch das Verfahren der Umkehrosmose zu entsalzen und als Trinkwasser an der Station einzuspeisen.
- Speicherung von Energien: Um Lastspitzen oder ertragsarme Zeiten auszugleichen, werden sowohl ein Speicher für elektrische als auch für thermische Energie vorgesehen.

Energetische Simulation

Der Aufwand und die Effizienz verschiedener energetischer Maßnahmen und Technologien unter den besonderen örtlichen Bedingungen werden vorab simuliert. In der numerischen Simulation ist die Station mit ihren Umwelteinwirkungen, ihren Anforderungen aus dem Forschungsbetrieb, als sicherer Lebensort und logistischer Hub für Expeditionen vollständig qualitativ und quantitativ abgebildet.



In energetischer Simulation erzeugtes Gebäude



Prinzipielle Darstellung des Betriebs von zwei Windenergieanlagen à 120 kW Leistung sowie 1 elektrischer Speicher à 100kWh sowie 200m² solarthermische Kollektoren mit 5m³ thermischem Speicher

Kontakt zu den AWI-Experten



Peter Koehler
E-Mail: Peter.Koehler.Logistik@AWI.de
Tel: 0471 4831-2770



Thomas Matz
E-Mail: Thomas.Matz@AWI.de
Tel: 0471 4831-1164

Herausgeber: Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Am Handelshafen 12, 27570 Bremerhaven