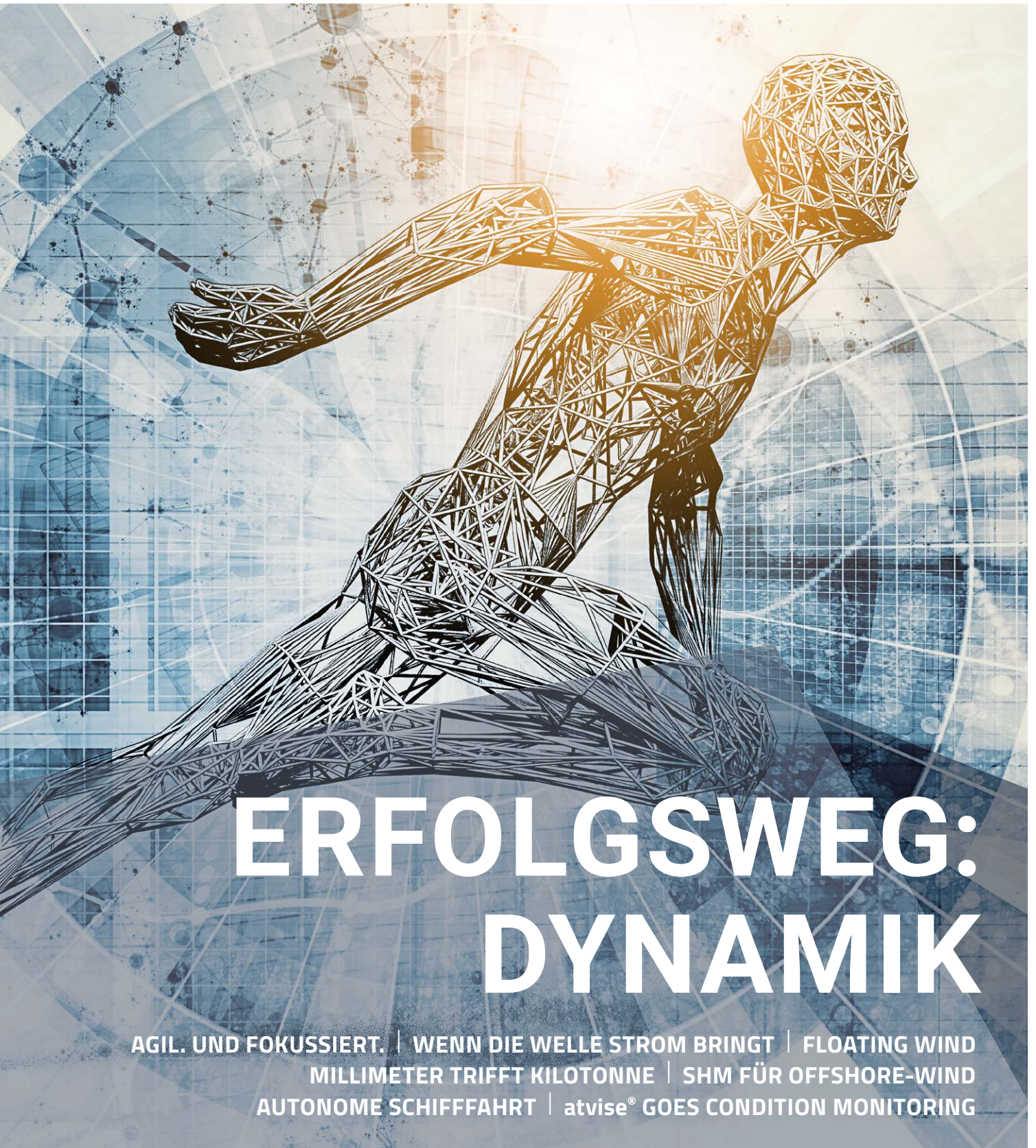




ERFOLGSWEG: DYNAMIK

AGIL. UND FOKUSSIERT. | WENN DIE WELLE STROM BRINGT | FLOATING WIND
MILLIMETER TRIFFT KILOTONNE | SHM FÜR OFFSHORE-WIND
AUTONOME SCHIFFFAHRT | atvise® GOES CONDITION MONITORING



Pragmatismus ist gefragt.

Das Umfeld, in dem wir uns bewegen, wird komplexer. Wandel bedrängt uns gefühlt immer schneller. Schauen wir auf Klima und Umwelt, so werden Entscheidungen immer dringender. Alles keine neue Erkenntnis. Aber handeln wir auch entsprechend?

An vielen Stellen habe ich den Eindruck, dass sich unsere Gesellschaft noch immer lieber an alten Zöpfen festhalten will. Und ich frage mich, ob das im Kampf gegen den Klimawandel oder den Umbau unserer Energieversorgung nicht eine strategische Bankrotterklärung ist.

Wieder einmal zeigt sich auch dabei der Unterschied zwischen Politik und Wirtschaft. Für Letztere geht es nicht um kurzfristiges Wählerinteresse und Stimmengewinn, sondern schlicht um die nachhaltige Sicherung der Existenz. Deshalb muss ein Unternehmen pragmatisch im Hier und Jetzt entscheiden und konsequent auf ein Ziel hinarbeiten.

Um das zu tun braucht es ein gesundes Maß an Agilität und Langfristigkeit, das ich in der Politik schmerzlich vermisse. Stattdessen verheddert sie sich in nicht enden wollenden Überlegungen, plant Regularien und Novellierungen, erlässt Verbote und Gebote – und verdeckt damit oft genug die wahren Herausforderungen. Das führt dazu, dass wir uns nicht selten mit dem Unwichtigen am intensivsten beschäftigen. Und dabei gelingen dann oft nicht die einfachsten Dinge. Oder nicht mehr.

Wir aber sind abhängig von stabilen Leitplanken. Die Politik bedient dabei die entscheidenden Hebel. Darum ist es so wichtig, dass sie sich genau überlegt, mit welchen Regularien sie welche Wirkung erzielt. Auch hier sind pragmatische Entscheidungen mit dem Blick aufs große Ganze nicht einfach nur wünschenswert. Sie sind für unsere europäische Wirtschaft existenziell, denn es geht um den Erhalt unserer Arbeitsplätze. Und die sichern wir nur durch attraktive Rahmenbedingungen, durch Innovationen und das konsequente Verfolgen zukünftiger Trends, zu denen ich die Energiewende ebenso wie beispielsweise die Mobilitätswende zähle.

Auch wenn die Rahmenbedingungen derzeit sind, wie sie sind, dürfen wir nicht in eine Bewegungsstarre verfallen. Gerade in schwieriger Zeit ist es meiner Ansicht nach besonders wichtig, dass wir uns unserer unternehmerischen Tugenden besinnen. Und diese nicht nur beschreiben, sondern sie leben. Sie zum Teil der eigenen DNA machen, zu etwas das man nicht einfach beschließt und exekutiert, sondern das inneres Bedürfnis und gelebte Praxis ist. Veränderung geschieht nicht, sie muss erarbeitet werden.

Auch mit dieser Ausgabe der real.times haben wir versucht, „best practices“ zu portraituren und aufzuzeigen, wie Veränderung gelingen kann. Und wie und womit unsere Kundinnen und Kunden diese leben und ermöglichen. Dazu wünsche ich Ihnen ein spannendes Lesevergnügen.

Herzlichst,

Ihr


Bernhard Zangerl
CEO Bachmann electronic



LEITTHEMA

- 6 Interview
**AGIL.
UND FOKUSSIERT.**
- 9 Unternehmensnews
**DER NORDEN RUFT –
BACHMANN GEHT
NACH NORWEGEN**

ENERGIE

- 12 Energiemanagement
VORAUSS IN DIE ZUKUNFT
- 22 Meeres-Energie
**WENN DIE WELLE
STROM BRINGT**
- 25 Geballte Wind-Kompetenz
**HIER WEHT
EIN NEUER WIND**
- 31 Bachmann-SHM in der Antarktis
**ENERGIE FÜR DAS EISIGE
ENDE DER WELT**
- 42 Überwachung von Rotorblättern
UNBELASTET IM WIND

MARITIM

- 16 Autonome Schifffahrt
AUSGEROLLT
- 28 Autonome Schifffahrt
WIE VON GEISTERHAND
- 35 Flexible Automatisierung
für maritime Anwendungen
MEISTER DER ADAPTION

Impressum

Herausgeber

Verantwortlich für den Inhalt

Redaktion und Umsetzung

Bildnachweis

Bachmann electronic GmbH,
Kreuzäckerweg 33, 6800 Feldkirch, Austria, www.bachmann.info

Stephan Unger (v. i. S. d. P.)

Stephan Unger, Antonija Markovic, Karin Berger, Frank Fladerer,
Thomas Knäple, Simon Mayr, up! consulting ag

Adobe Stock, ADS van STIGT, Alfred Wegener Institut, Bachmann electronic, Calwave, Clipper Windpower, CorPower Ocean, DLR, DOTI, Dredge Yard, EMODnet, FoamaTec, gertvanderros.com, HYCOM B.V., Longroad Energy, MAN Energy Solutions, RHC-Automation, Robert Beckmann/ChatGPT, RWTH Aachen, Untrakdrover über CC-BY-SA-3.0, Verhoef Elektrotechnik, Voith Turbo, W2E, WBR, WEMAG, WLV-NB



INDUSTRIE

- 19 atvise® scada
SICHERE SACHE
- 38 Präzise Synchronisierung
**MILLIMETER TRIFFT
KILOTONNE**

ENGINEERING

- 46 Effizientes Engineering
**KONFIGURIEREN
MIT TURBO-BOOST**
- 48 atvise® in der Cloud
**VON OBEN SIEHT
MAN BESSER**
- 50 SHM für Offshore-Wind
**WELLEN, WIND
UND HIGHTECH**

WISSEN

- 70 Grüne Schifffahrt
SONNENFÄNGER
- 72 Netzintegration
**SMARTE LÖSUNGEN
SIND GEFRAGT**
- 76 Maschinelles Lernen
**INTELLIGENTE
REGELUNG**
- 80 Bachmann
Technologie-Symposium
**ENERGIEVERSORGUNG
VON MORGEN –
KOMPLEXITÄT MEISTERN**
- 84 Erweiterung für
Smart Power Plant Controller
**REDUNDANTE STEUERUNG
FÜR KRITISCHE
INFRASTRUKTUREN**
- 86 Floating Wind
**DIE WINDKRAFT
LERNT SCHWIMMEN**

PRODUKTNEWS

- 56 Drive Middleware
**NOCH UNABHÄNGIGER
DANK ANTRIEBSZUWACHS**
- 58 Flexibles Fernwirken
**AUTONOM.
UND VERNETZT.**
- 59 M100-Buskoppler
MIT DREI DABEI
- 60 Zustandsüberwachung
**FACHKUNDIG.
ZUVERLÄSSIG.
KOSTENOPTIMISIERT.**
- 62 M100-High-Density-Module
MACH MAL PLATZ!
- 62 MX200-Prozessorserie
KLEIN, ABER OHO
- 64 CLS300
**KOSTEN RUNTER,
ERTRÄGE RAUF**
- 66 atvise® scada
**atvise® GOES
CONDITION MONITORING**

AGIL. UND FOKUSSIERT.

Die globalen Rahmenbedingungen haben sich verändert. Sie sorgen für Unsicherheit und bergen ein großes Risikopotenzial. Wenn man genau hinschaut, eröffnen sich aber ebenso Chancen, wie Bernhard Zangerl, CEO von Bachmann electronic, meint. Wir haben ihn zu einem Gespräch getroffen.

Herr Zangerl, Sie sprechen von Risiken, aber immer auch von den Chancen, die sich aus Veränderungen ergeben. Was beschäftigt Sie derzeit?

Natürlich beschäftigen mich wie uns alle die geopolitischen Verwerfungen und die damit veränderten globalen Rahmenbedingungen, die uns alle betreffen, und betroffen machen. Irgendwie scheint alles gefühlt unsicher. Viele ziehen sich zurück und denken, dass Mauern bauen das Problem löst, aber das ist für eine Wirtschaft immer negativ.

Kopf in den Sand funktioniert nicht. Wir müssen uns damit auseinandersetzen, wohin die Reise geht. Oder gehen könnte. Also müssen wir überlegen, wie wir auf veränderliche Situationen möglichst schnell und adäquat reagieren können. Dabei sind „Agilität“ ebenso wie „Fokussierung“ die für mich wichtigen Schlüsselworte.

Und ja, wenn man genau hinschaut, dann tun sich doch Chancen auf. Die sehe ich beispielsweise in allen

Sektoren rund um die Energieversorgung und in den damit verbundenen Bereichen, zum Beispiel der Entwicklung umweltfreundlicher Antriebe für Schiffe. Oder in der Industrie, die der Frage nachgehen muss, wie sie Energie effizienter nutzen und Maschinen effizienter betreiben kann. Das sind die Themen, die uns die nächsten Jahrzehnte mit Sicherheit begleiten werden. Und zwar unabhängig von allen möglichen äußeren Faktoren und Einflüssen, die uns da vielleicht treffen könnten.

Können Sie die Hemmnisse, die Sie zu spüren bekommen, an Beispielen festmachen?

Ein Punkt sind die handelspolitischen Querelen, für uns vor allem zwischen Europa, den USA und China. Irgendwo scheinen da für mich alle gefühlt zwischen den Stühlen zu sitzen. Legt man sich auf die eine Seite, dann reagiert die andere Seite verschnupft. Und umgekehrt genau dasselbe.

Und das spüren wir deutlich, beispielsweise in China. Dort steigt der

politische Druck, dass lokale Hersteller möglichst viele lokale Produkte einsetzen müssen. Oder im Geschäft mit den USA und China, wo man zum Beispiel gewisse Chips, die US-amerikanischen Ursprungs sind, in China nicht mehr für Produkte verwenden darf, die in der kritischen Infrastruktur eingesetzt werden. Und andersherum genauso: Chips, die in China produziert worden sind, darf man in den USA nicht mehr einsetzen. Da sind wir tatsächlich oft auf einer Detailebene, wo es um einzelne Bauteile geht.

Das Umfeld wird also immer komplexer, die Veränderungen kommen schneller. Und sehr rasch können diese auch von fundamentaler Bedeutung sein wie beispielsweise die dramatische Energiepreissteigerung. Das ist dann beileibe kein leichter Wandel mehr, sondern kann für manche Unternehmen rasch das Ende bedeuten.

Was sollte man also tun?

Aus meiner Sicht ist hier nicht nur die Wirtschaft, sondern vor allem die





Politik gefordert. Anstelle gegenseitig immer höhere Hürden zu errichten, wäre es viel sinnvoller, halbwegs faire Handelsbeziehungen aufzubauen. Handelsbeschränkungen und Zölle sind keine Lösung. Denn direkt oder indirekt sind heute alle Weltwirtschaftsregionen voneinander in der einen oder anderen Form abhängig. Und wenn man da Hürden aufbaut, wird es letztlich nur Verlierer geben. Ich denke mir, wenn sich diese Fragen im Einvernehmen klären ließen, dann würde dies der ganzen Welt zugutekommen. Dann könnten wir uns endlich auf die Themen fokussieren, die wirklich uns alle betreffen, wie die Bekämpfung des Klimawandels und die saubere Energieversorgung mit regenerativer Energie.

In diesem Zusammenhang gibt es eine weitere Herausforderung, vorderhand für die Politik, aber auch für uns alle: In unseren Bestrebungen, dem Klimawandel entgegenzuwirken, sollten wir uns endlich von diesem Schlangenfahnen verabschieden und, losgelöst von parteipolitischen Ideologien, auf ein gemeinsames Ziel hinsteuern.

Ständig entstehen neue Gesetze und Verordnungen, die heute die eine Technologie verbieten und morgen dann wieder mal eine andere und mal die eine fördern und dann die andere. Ich habe das Gefühl, dass wir nicht in der Lage sind, pragmatische Lösungen zu finden und diese auch umzusetzen. Wir müssen uns immer Extremregulierungen ausdenken, die dann in der praktischen Umsetzung so viele Probleme und Hürden verursachen, dass man letztlich wieder zurückrudern muss. Wenn die Rahmenbedingungen also schon schwierig sind, dann sollten wir sie uns selbst nicht noch schwerer machen als nötig. Dieser Zick-Zack-Kurs kostet ganz viel Energie, Zeit und auch Geld.

Wie gehen Sie und Bachmann mit diesen Schwierigkeiten um?

In meinen Augen ist es wichtig zu antizipieren, was letzten Endes technologisch eine sinnvolle Lösung ist, und darauf hinarbeiten. Weil langfristig, davon bin ich überzeugt, werden sich die technologisch praktikabelsten und

sinnvollsten Lösungen durchsetzen. Natürlich liegt das in der Natur eines Veränderungsprozesses, dass es Argumente dafür und dawider gibt. Und dabei hört man auch immer die Rufer, die sagen, dass das alles nicht funktioniert und man alles so belassen und wieder tun sollte, wie es immer war. Es gibt also genug Argumente, nichts zu tun. Aber nichts zu tun ist aus meiner Sicht die einzige Strategie, die definitiv falsch wäre.

Ein Vorteil unserer Produkte ist, dass sie flexibel und vielfältig einsetzbar sind. Unabhängig davon, ob diese nun in einer Windenergieanlage, einem BHKW oder in der Wasserkraft Verwendung finden. Nur: Wenn daraus politisch vorgegeben untaugliche Energiesysteme aufgebaut werden, die eher mehr als weniger kosten, dann stellt sich die Frage, wer diese Zeche bezahlt. Letzten Endes ist es der Konsument über die Strompreise. Und das sind nicht nur Private, sondern auch die Unternehmen. Und das wiederum betrifft unseren Wirtschaftsraum Europa und damit die Frage, wie



» Anstelle Mauern zu bauen wäre es doch eher förderlich, wenn wir miteinander faire Handelsbeziehungen pflegen würden. «

Bernhard Zangerl
CEO Bachmann electronic

leicht oder schwer es ist, in diesem Wirtschaftsraum international wettbewerbsfähig zu agieren.

Natürlich sind dabei nicht nur die Energiekosten die Treiber, das sind auch und vor allem die Lohnkosten. Auch da bin ich mir nicht ganz sicher, wie sehr das schon in der Politik wirklich angekommen ist, wenn ich beispielsweise die Diskussionen um ein bedingungsloses Grundeinkommen oder Arbeitszeitverkürzung bei vollem Lohnausgleich verfolge. Leiden wir da unter Realitätsverlust? Manchmal habe ich das Gefühl, dass nicht alle verstanden haben, wie fragil dieser Wohlstand in Europa sein kann. Wir leben in einem Luxus, den unsere Eltern und Großeltern über viele Jahrzehnte aufgebaut haben. Aber das Ganze ist ja keine Garantie, dass das immer so bleibt.

Aber schauen Sie deshalb mit Bachmann auch außerhalb Europas nach Alternativen?

Natürlich tun wir das strategisch. Wir benötigen doch Antworten auf die Frage, was wir tun, wenn Europa oder irgendeine andere Region nicht in die Gänge kommt oder sich abschottet. Neben Europa beurteilen wir derzeit vor allem China, Indien und die USA, wo wir alle Optionen bis hin zur lokalen Produktion ausloten.

Das ist auch eine Art Lebensversicherung als Unternehmer, wenn man global tätig ist. Es wäre doch hochriskant, wenn man nur in einer Region oder in einer einzigen Branche unterwegs ist. Nehmen wir nur das Beispiel des Auf und Ab, welches Windturbinenhersteller aufgrund nicht realisierter Ausbaupläne durchleben müssen. Das ist absolut existenzbedrohend. Das kostet wahnsinnig viel Substanz, wenn eine Branche Tausende Arbeitskräfte freisetzen muss, die sie danach wieder in kürzester Zeit bräuchte.

Es geht also ganz konkret um die Frage, wie wir weiterhin auf den Märkten erfolgreich bleiben können. Trotz aller politischen und bürokratischen Rahmenbedingungen oder einer gegebenen Kostensituation. Und dazu gehören auch Optionen wie lokale Produktion oder gar lokale Entwicklung. Solche Überlegungen sind aus meiner Sicht mit Blick auf das unternehmerische Überleben essenziell wichtig. Denn wenn wir uns schon gedanklich abschotten würden, dann wäre das hochriskant.

Sie plädieren für ein globales Zusammenwirken. Wäre denn das alles kein Problem, wenn wir „nur auf uns schauen“ würden?

Derzeit kennen wir ja nur die Politik der Empörung. Das, was jedoch in einer herausfordernden Zeit wie heute notwendig wäre, das wäre doch eine viel engere Kooperation der verschiedenen Fraktionen: Die Suche nach einem vernünftigen Kompromiss. Ich denke, dass es mittlerweile an der Zeit ist,

dass wir das volkswirtschaftliche Ergebnis, das große Ganze, im Auge haben. Unternehmen sind viel globaler aufgestellt als noch vor 20, 30 Jahren und müssen schauen, wie sie sich ihren Platz sichern und auch erfolgreich sein können. Wir können uns gar nicht abschotten, weil die Regionen so stark miteinander vernetzt sind. Aber in dieser Frage stehen ideologische Interessen oftmals sehr dominant im Vordergrund. Der gesunde Pragmatismus geht irgendwie verloren.

Wie arbeiten Sie konkret an der Zukunft für Bachmann?

Wir sind tatsächlich gut unterwegs, liegen solide in unserem Plan. Das haben wir auch dem Umstand zu verdanken, dass uns unsere Branchen deutlich mehr Chancen als Risiken bieten, um damit auch wieder auf die Anfangsfrage zurückzukommen. Daran werden wir weiterhin global arbeiten und versuchen, die diversen Hürden, die von allen Seiten auf uns zukommen, möglichst schnell und möglichst gut zu umschiffen.

Unser vor Jahren gefasstes strategisches Ziel, dem Markt nicht nur Produkte, sondern vor allem unsere Lösungskompetenz anbieten zu können, trägt dabei Früchte. Die konsequente Entwicklung dahin war und ist herausfordernd, denn man muss die Organisation trainieren, dass sie das kann. Ein Seriengeschäft ist etwas ganz anderes als ein Projektgeschäft. Und wenn wir das heute nicht könnten, wäre es für uns deutlich schwieriger uns zu differenzieren und unser Geschäft zu gestalten.

So versuchen wir weiterhin zu antizipieren, wohin die Reise in ein paar Jahren gehen wird, worauf wir uns einstellen und welche Entscheidungen wir heute treffen müssen, damit wir auch in fünf Jahren erfolgreich sind. Selbst wenn es schwierig ist, kann man ja nicht immer den Worst Case planen. Es braucht auch unternehmerischen Mut, denn ohne diesen ist eine selbstbestimmte Veränderung nicht möglich.

Deshalb ist es für uns wichtig, offen und agil zu bleiben und uns ein gesundes Maß an Flexibilität zu erhalten, ohne den Fokus zu verlieren. So gelingt es, schnell zu reagieren, ohne jedes Mal übergeordnete Ziele komplett über Bord werfen zu müssen.

Das alles bleiben aber nur Worthülsen, wenn es nicht durch alle Mitarbeitenden getragen würde. Die Ermutigung und Befähigung jedes Einzelnen zu einer Kultur der Veränderung und des Tuns ist die Basis dafür und macht das Ganze erst möglich. Und daraus entsteht meiner Meinung nach dann auch Wachstum für jeden einzelnen selbst und für uns alle als Unternehmen.

Herzlichen Dank für das Gespräch.

DER NORDEN RUFT – BACHMANN GEHT NACH NORWEGEN

Bachmann electronic hat seinen internationalen Fußabdruck mit einer neuen Niederlassung in Norwegen erweitert. Das Büro befindet sich in der norwegischen Hauptstadt Oslo.

Die Entscheidung für eine eigene Niederlassung in Norwegen fiel nicht zufällig. Bachmann ist hier bereits seit 2014 tätig, und Norwegen ist weltweit für seine Technologie und Innovation bekannt, nicht zuletzt in der maritimen Industrie. Norwegen ist eine bedeutende Schifffahrtsnation mit der sechstgrößten Handelsflotte weltweit. Die Entwicklung hin zu nachhaltigen Lösungen und Innovationen in der Schiffsindustrie führen zudem zu einem wachsenden Bedarf an Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS). Diese Faktoren machen Norwegen zu einem wichtigen Markt für Bachmann electronic.

Jonas Helness, der neue Büroleiter und Key Account Manager, hat bereits Erfahrungen in der Branche gesammelt. Er arbeitete zuvor bei Autic Systems und Siemens, wo er als Vertriebsingenieur und Kundenbetreuer sowie als Key Account Manager tätig war. Helness ist überzeugt, dass Bachmann electronic sich durch seine qualitativ hochwertigen Produkte und seinen ausgezeichneten Support abhebt. "Ich war beeindruckt von der positiven und offenen Kultur innerhalb des Unternehmens", sagt er. "Die Menschen bei Bachmann sind ansprechbar, fröhlich und direkt in der Kommunikation. Das ist wichtig für mich, um erfolgreich im Verkauf zu sein und mich im Berufsleben wohlfühlen."

Die neue Niederlassung in Oslo ist zunächst mit drei Mitarbeitern besetzt, darunter zwei Ingenieure und Helness als Key Account Manager und Office Manager. In den nächsten Jahren sollen zwei weitere Mitarbeiter hinzukommen.



»Agilität muss
sichtbar werden.«

VORAUSS IN DIE ZUKUNFT

Bis 2030 sollen in Deutschland 80 Prozent des Strombedarfs aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Dabei wird die Komplexität der Stromversorgung zunehmen, denn die Anzahl der Teilnehmenden am Energiemarkt sowie der Schnittstellen, Kommunikationswege und Betriebsmöglichkeiten steigt rasant. Daraus resultieren neue Anforderungen an das Verhalten von Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen. Der Bachmann-EZA-Regler hilft zukünftig am MAN-Standort in Augsburg, diese zu erfüllen.





Im Rahmen der Selbstverpflichtung, den absoluten CO₂-Ausstoß an den eigenen Produktionsstandorten bis 2030 im Vergleich zu 2018 um 50 Prozent zu senken, verfolgt MAN ein zentral koordiniertes Programm zur Steigerung der Eigenstromerzeugung. 2024 ging dazu eine weitere Photovoltaikanlage am Standort Augsburg in Betrieb. Weitere sind geplant.

Auf dem Weg zur Energiewende werden in der kommenden Dekade Zug um Zug fossil betriebene Großkraftwerke stillgelegt. Der Strombedarf soll dann mehr und mehr durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Die Volatilität der Erneuerbaren bedingt jedoch, dass es genügend große steuerbare Lasten und Erzeugungsanlagen im Netz gibt, um dessen Stabilität nicht zu gefährden. Entsprechende Studien der Übertragungsnetzbetreiber in Deutschland rechnen mit Lastmanagementpotenzialen von bis zu 4 GW, welche in den kommenden Jahren über ein entsprechendes "Demand Side Management" (DSM) bei Bedarf abgeschaltet oder verschoben werden könnten.

Elektrifizierung schreitet voran

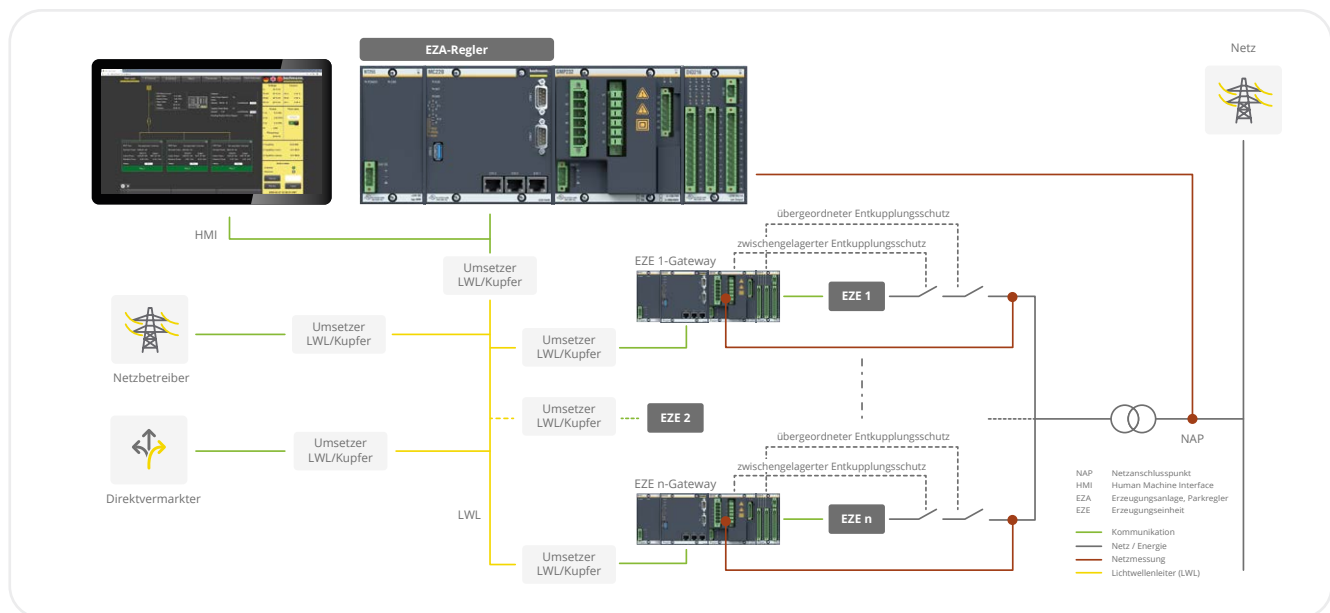
Neben dieser Umstellung der Stromproduktion arbeiten Unternehmen wie MAN mit Hochdruck daran, Lösungen zu finden, wie sich die Bereitstellung der Prozesswärme elektrifizieren ließe. Denn etwa 75 % der Treibhausgasemissionen der Industrie schreibt man der Erzeugung von Prozesswärme zu, die vor allem in der Herstellung von Stahl, Metall, Glas oder Papier und

in der chemischen Industrie benötigt wird. Auch industrielle Querschnittstechnologien wie Heizung, Klimatechnik und Lüftung (HKL), Beleuchtung oder auch Rechenzentren bieten Potenziale im Lastmanagement.

„Damit kommt auf einen großen Produktionsstandort eine Herkulesaufgabe zu, von der wir heute noch nicht genau sagen können, was sie uns in den kommenden Jahren genau abfordern wird“, sagt Michael Kramer, Leiter Energy Plants, Work Services Production der MAN Energy Solutions in Augsburg. „Wurden bisher die Netze ausschließlich nach rein kommerziellen Gesichtspunkten geführt, werden wir uns in Zukunft an der Verfügbarkeit der Energie orientieren müssen. Das bedeutet, dass wir in der Lage sein müssen, die Netze sehr viel dynamischer als heute zu bewirtschaften.“

Pionier stellt sich den Herausforderungen

Die Volkswagen-Tochter MAN Energy Solutions ist sich ihrer Rolle als Pionier für die Schlüsselindustrien der globalen Wirtschaft bewusst. Dabei sucht das Unternehmen nach Lösungen, die einen



Vom Bachmann EZA-Regler können bis zu 100 Erzeugungseinheiten (EZE) gemanagt werden. Die EZE sind bei MAN über standardisierte Gateways angeschlossen, die rasch für die jeweilige EZE parametrisiert werden können.

nachhaltigen Fortschritt ermöglichen. Diese Aufgabe hat Michael Kramer auch für das Energiemanagement des Standorts Augsburg angenommen: „Unser unternehmerisches Ziel ist es, bis 2030 die CO₂-Emissionen in unseren Produktionsstätten weltweit auf die Hälfte zu reduzieren. Aber dazu müssen wir die Weichen heute stellen, damit wir als produzierendes Unternehmen bereit sind für den Umbau der Energieversorgung.“

Seine Standortbestimmung liest sich denn auch als einzige Herausforderung: Es gibt eine wachsende Anzahl von Erzeugern und Speichern, aber auch große Lasten, welche zukünftig steuerbar sein müssen. Klimagesetz und Bauordnungen verpflichten zum Ausbau der Photovoltaik auf Dachflächen. Die VDE-AR-4110/4120 fordert die zentrale Steuerbarkeit von PKW- und LKW-Ladeeinrichtungen. Um Spannungseinbrüche zu verhindern, müssen gegebenenfalls Einschaltvorgänge von Antrieben aufeinander abgestimmt werden. Und, und, und. „Damit sind nur einige „Akteure“ genannt. Denn nicht

alle, die noch auf uns zukommen werden, können wir heute schon genau benennen“, erklärt der Ingenieur.

Suche nach der Lösung

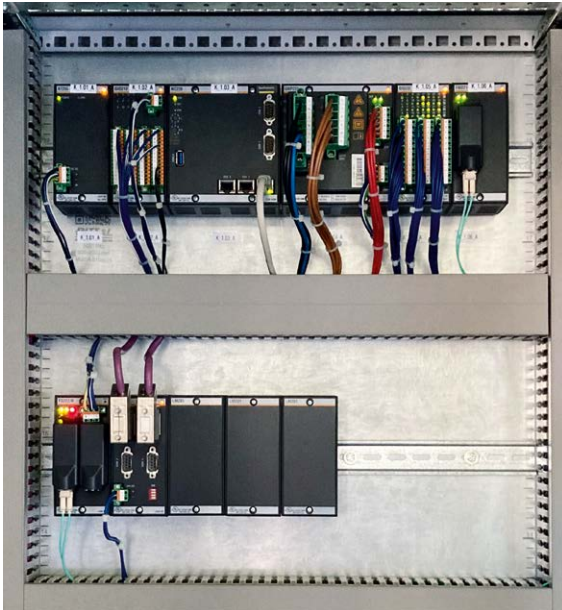
Kramer und sein Team gingen deshalb der Frage nach, wie eine solche Transformation am Standort gelingen könne. Die Faktenlage war klar: MAN muss zu jeder Zeit die in den Normen und Gesetzen geforderten Netzanschlussbedingungen erfüllen können. Und trotz der herausfordernden Randbedingungen muss eine effiziente und gleichermaßen ökologisch wie ökonomisch optimierte Betriebsführung gelingen. Normativ sind diese beiden Anforderungen heute getrennt: Die VDE-AR-N 4110/4120 stellt die Anforderungen an die Netzstabilität über Bezug und Lieferung der Leistung, während die Fragen der energetischen Optimierung aus dem Energiewirtschaftsgesetz abgeleitet werden, welches mit Leistungsmittelwerten argumentiert.

„Wir suchten also ein System, das beide Anforderungen zusammenführen

kann und so zukunftssicher ist, dass wir in den kommenden Jahren perspektivisch einige Dutzend Erzeugungseinheiten – aber Zug um Zug – einbinden können. Gleichzeitig muss es so offen sein, dass wir daraus die Informationen gewinnen können, um ein in weiten Teilen noch nicht überschaubares Konglomerat relevanter Lasten zu steuern.“ Gelandet ist Kramer mit dieser Aufgabe bei Bachmann.

Bachmann EZA-Regler für den Produktionsstandort

Auf Basis des M200-Steuerungssystems hat Kramer nun einen redundanten EZA-Regler realisiert: Die nach der VDE-AR-N 4110/4120 zertifizierten Funktionen des Smart Power Plant Controllers von Bachmann ermöglichen es MAN, die Erzeugung des gesamten Standorts zu zertifizieren und an das Stromnetz anzuschließen. Dem EZA sind sogenannte EZE-Gateways untergelagert, mit denen die einzelnen Erzeugungseinheiten (EZE) eingebunden sind und die deren Entkopplungsschutz sicherstellen. Die theoretische



Der auf Basis des M200-Steuerungssystems realisierte EZA-Regler ermöglicht es MAN, die Erzeugung des gesamten Standorts Augsburg zu zertifizieren und an das Stromnetz anzuschließen.

Grenze von 100 EZE wird Kramer wohl in absehbarer Zeit kaum erreichen, sieht das aber dennoch als entscheidenden Aspekt: „Bachmann ist einer der wenigen Anbieter, dessen Systeme solche Anforderungen schon heute erfüllen können.“

Die Integration des Systems wurde gemeinsam mit Bachmann an zwei großen PV-Dachanlagen am Standort Augsburg pilotiert. Kramer lobt die partnerschaftliche Zusammenarbeit: „Die unterschiedlichsten Akteure haben dabei zusammen eine Lösung erarbeitet, mit der wir unser vorhandenes Lastmanagementsystem auf sehr tiefer Ebene mit dem EZA koppeln konnten. Auch da zeichnet sich die Systemoffenheit aus.“

Alles erst der Anfang ...

Das Wichtigste habe man bereits geschaffen: Eine Plattform, auf der sich die verschiedensten Systeme und Anforderungen der Netzbetreiber und der Energiewirtschaft zusammenführen lassen. Für Kramer ist das alles aber nur der Anfang: „Wir haben einen Standard, auf dem wir aufbauen können. Nun bringen wir Schritt für Schritt weitere Funktionalitäten dazu, welche es uns ermöglichen, unsere Erzeuger systemdienlich zu integrieren und unsere Verbraucher intelligent zu steuern.“ Und Bachmann steht dazu an seiner Seite.



» Wir müssen
in der Lage sein,
die Netze sehr
viel dynamischer
als heute zu
bewirtschaften.«

Michael Kramer

Leiter Energy Plants,
Work Services Production,
MAN Energy Solutions

MAN ENERGY SOLUTIONS

- Weltweit führender Anbieter von Großdiesel- und Gasmotoren sowie Turbomaschinen
- Hauptsitz in Augsburg (Deutschland)
- Rund 15.000 Mitarbeitende an mehr als 140 Standorten weltweit

www.man-es.com

AUSGEROLLT

Seit bald 100 Jahren produziert Voith mit Sitz in Heidenheim (Deutschland) den Voith Schneider Propeller (VSP) und entwickelt diesen stetig weiter. Seit Neuestem ist die elektrische Form dieses Schiffsantriebs (eVSP) erhältlich, optional mit Rollstabilisierung (VRS). Mit der Unterstützung von Bachmann-Technik dämpft die VRS die durch Seegang verursachten Schiffsrollbewegungen effizient.

Der Voith Schneider Propeller ist Antrieb und Steuerung in einem. Schiffe mit VSP zeichnen sich deshalb durch höchste Manövrierfähigkeit aus, denn mit dieser Antriebstechnik kann der Schub sehr fein dosiert und die Schubrichtung extrem schnell gewechselt werden. Ist ein Schiff mit zwei oder mehr VSP ausgestattet, kann es sich in jede Richtung bewegen und sogar horizontal queren. Insbesondere Hafenschlepper, Fähren, Yachten sowie Versorgungs- und Serviceschiffe von Offshore-Plattformen und Windenergieanlagen machen sich diese Antriebsform zu Nutze. Für Letztere ist sie besonders interessant, denn sie ermöglicht es, Schiffe gegen Wind, Strömung und Wellen auf der Stelle zu halten.

Rollen adé – innovatives System für ruhigere Schiffsmanöver

Als „Rollen“ bezeichnet man die Drehbewegung eines Schiffes um seine Längsachse. Bei hohem Seegang macht sie ein sicheres Manövrieren nahezu unmöglich. Gäbe es da nicht die Rollstabilisierung von Voith (VRS): Mit Hilfe von Sensoren erkennt das System die Rollbewegung und steuert die Propeller so, dass sie der Rollbewegung entgegenwirken. Bis zu 90

Prozent können damit im Stillstand wie auch bei voller Fahrt ausgeglichen werden. „Dies erhöht nicht nur die Sicherheit beim Manövrieren und während des Personenüberstiegs, sondern trägt auch entscheidend zum Komfort von Passagieren und Besatzung bei“, erklärt Andreas Leger, Development Engineer Controls, Innovation & Technology in der Division Rail & Marine der Voith Group, den zentralen Nutzen des innovativen Systems.

Vor allem erweitert die VRS damit erkennbar den Einsatzbereich von Arbeitsschiffen: So ausgestattete Schiffe können selbst bei hohem Wellengang noch eingesetzt werden, wo ihre Pendanten ohne ein solches System nicht mehr an einer Offshore-Plattform oder einer Windenergieanlage andocken könnten und im Hafen oder auf Warteposition bleiben müssten.

Alles automatisch – mit nur einer Steuerung

Früher wurden die VSP mechanisch angesteuert: Zur Verstellung der Flügel waren Stellhebel von der Brücke in den Maschinenraum über Gestänge oder eine komplexe Hydraulik verbunden. „Dem Rollen konnte damit praktisch nicht entgegengewirkt werden“,

erinnert sich Andreas Leger. Mit der Entwicklung des elektrisch angesteuerten VSP eröffneten sich für die Ingenieure völlig neue Möglichkeiten: „Wir konnten unsere eigenen Ideen zur Rollstabilisierung unmittelbar einbringen und diese direkt mit der Ansteuerung unserer Antriebe verbinden“, bestätigt der Entwicklungsingenieur. Das ermöglichte nicht nur hochkomplexe Regelungen, sondern spart auch Platz und Kosten: „Die Rollstabilisierung ist auf demselben Bachmann M200-System implementiert, welches bereits für die Steuerung der VSP an Bord ist. Damit erspart sich der Kunde einen zusätzlichen Schaltschrank und wir können das Gesamtsystem mit unseren eigenen Technikern komplett in Betrieb nehmen und warten“, freut sich Andreas Leger.

Mit Bachmann rascher zum Ziel

Zur Entwicklung der komplexen Regelungsalgorithmen setzt Voith auf MATLAB®/Simulink®. „Für uns ist das eine enorme Zeitersparnis, denn wir können auf eine umfangreiche Bibliothek validierter Filter- und Regelungsblöcke zugreifen, die wir sonst nachprogrammieren müssten“, beschreibt Andreas Leger einen der Punkte, der für einen entscheidenden Zeitgewinn in der Entwicklung sorgt. Mithilfe von



Das Prinzip des Voith Schneider Propellers (VSP) ist einfach, seine Dimension beachtlich:

Auf einer kreisförmigen, mit dem Schiffsboden ebenen Rotorscheibe sind senkrecht bewegliche und steuerbare Flügelblätter angebracht – je nach Typ zwischen vier und acht. Während der Rotation wird den Flügeln eine Oszillationsbewegung aufgeprägt, die binnen weniger Sekunden geändert werden kann, ohne die Rotordrehzahl ändern oder gar umkehren zu müssen, was eine einzigartige Reaktionsgeschwindigkeit des VSP bewirkt.



"Edda Breeze" ist ein knapp 90 Meter langes Commissioning Service Operation Vessel und wird im 400 MW-Windpark „Bard Offshore 1“ vor der deutschen Nordseeküste eingesetzt. Sie ist mit zwei VSP ausgestattet.



Ein mit zwei oder mehr Voith Schneider Propellern (VSP) ausgestattetes Schiff kann sich in jede Richtung bewegen und sogar horizontal queren. Durch seine Bauweise erzeugt der VSP Schub in jede beliebige Richtung. Er ist daher Antrieb und Steuerung in einem. Dank kurzer Reaktionszeiten auf Steuerbefehle ermöglicht der VSP auch unter widrigen Bedingungen ein schnelles, sicheres und präzises Manövrieren.

Die Voith Rollstabilisierung verhindert Rollen auch bei hohen Wellen. Ein Video zeigt die eindrucksvollen Eigenschaften des VSP beim Andocken an einer Offshore-Windenergieanlage:



M-Target for Simulink® konnte Voith schließlich den aus den Simulationen automatisch generierten Programmcode direkt auf der M200-Steuerung implementieren: „Ausgehend von der ersten Machbarkeitsstudie erzielten wir damit schnelle Fortschritte und konnten schließlich direkt am Modellschiff die Software-Komponenten verifizieren. Und zwar ohne dass wir dazu nochmals den Umweg über eine andere Programmiersprache nehmen mussten.“

werden, ganz so wie es eine bestimmte Anwendung erfordert oder auch das Vorwissen der eingesetzten Techniker erlaubt.

Ein nicht zu unterschätzender Vorteil seien auch die umfangreichen On-Board-Filterungsmöglichkeiten der verwendeten Bachmann-I/O-Module AIO208 zum Anschluss der Sensorik, wie Leger noch hinzufügt. Voith nutzt diese gleichzeitig zur Vorfilterung der Signale und vermeidet damit Aliasing-Probleme.

VOITH TURBO

- Sitz in Heidenheim (DE)
- Spezialist für intelligente Antriebslösungen und Systeme
- Konzernbereich der Voith Group, gegründet 1867, mit über 20.000 Mitarbeitenden und Standorten in mehr als 60 Ländern

www.voith.com

Umgekehrt nutzte Leger während der Entwicklungsphase M-Target for Simulink® ebenfalls, um sich direkt mit der Steuerung zu verbinden, die Live-Werte des Systems wieder in die Simulationsumgebung zurückzuspielen und dort zu beobachten. Auf der Werft und bei der Inbetriebnahme verwenden die Techniker hingegen meist Scope 3 von Bachmann, um sich einen Überblick in Echtzeit zu verschaffen, Signale zu analysieren und um Parameter zu optimieren. Für Leger ein klarer Gewinn: Die Steuerung kann über die verschiedensten Wege programmiert

Das autonome Schiff wird greifbar

Mit dem Voith Schneider Propeller und einer Rollstabilisierung ausgestattete Schiffe bringen die autonome Schifffahrt in immer greifbarere Nähe: Dabei gilt es ja nicht nur, Schiffe hin zu einem bestimmten Ziel zu steuern, sondern sie dort auch an einer Position zu halten und zu stabilisieren. Und: Was früher einen immensen mechanischen Aufwand und ein unglaubliches Geschick auf der Brücke erforderte, erledigen nun intelligente Steuerungen auf einem bislang unbekannten Niveau.

atvise® scada

SICHERE SACHE

Der Wasserleitungsverband Nördliches Burgenland (WLV NB) versorgt 66 Gemeinden mit Trinkwasser. In den letzten Jahren stieg der Wasserverbrauch im Versorgungsgebiet stark an, das Netz und damit auch die Anlagen wurden entsprechend erweitert. Um langfristig einen zuverlässigen Betrieb gewährleisten zu können, war für den WLV NB ein flexibles SCADA-System gefordert, das auch die stetig steigenden Sicherheitsanforderungen erfüllt. Beim Betriebsdaten-Monitoring setzte der WLV bereits seit Jahren auf atvise® von Bachmann. Im Zuge der Weiterentwicklung musste nun noch die vorhandene SCADA-Komponente samt Automatisierung in atvise® eingebunden werden.



Gruppenhochbehälter in St. Margarethen.

Steigender Wasserverbrauch

Mit einer jährlichen Systemeinspeisung von ca. 15 Millionen Kubikmetern Wasser und einer Gesamtleitungslänge von rund 3.000 km zählt der WLV NB zu den größten Trinkwasserversorgern in Österreich. Aufgrund von Bevölkerungswachstum und nicht zuletzt bedingt durch den Klimawandel wurde auch das Leitungsnetz erweitert, um den steigenden Wasserbedarf zu decken. RHC automation führte im Jahr 2018 eine neue Langzeitdatenbank-Lösung ein, um der damit einhergehenden Komplexität Herr zu werden. Als Interface dafür setzte der Systemintegrator auf atvise® von Bachmann: „Die Visualisierung mit dieser webbasierten Lösung ermöglicht es den zuständigen Mitarbeitenden, auf jedem webfähigen Endgerät in einem beliebigen Browser die für sie relevanten Betriebsdaten einzusehen“, erklärt Roland Hirschmann, Inhaber von RHC automation. Seit der

Einführung von atvise® sind Rohrbrüche und andere Anomalien für den WLV NB nun mit wenigen Klicks erkennbar.

Schrittweise SCADA-Umstellung

Zwar waren damit eine zukunfts-fähige Monitoring-Lösung und ein Langzeitdatenarchiv vorhanden. Mit dem in die Jahre gekommenen SCADA-System des WLV NB konnte hingegen ein zuverlässiger & NIS konformer Betrieb in Zukunft nicht mehr sichergestellt werden, zumal der Hersteller inzwischen nicht mehr am Markt vertreten war. Der WLV NB suchte nach einem Ersatz. atvise® nutzte man bereits für das Betriebsdaten-Monitoring – da sei es naheliegend gewesen, die Software auch als neues SCADA-System anzudenken, beschreibt Hirschmann die damaligen Überlegungen. Auch bei anderen Kunden habe er überdies bereits gute Erfahrungen mit atvise® als SCADA-Lösung in Verbindung mit Langzeitdatenbanksystemen gemacht.



Das Wasserwerk in Kittsee vereint neueste Technik mit moderner Architektur.

Um dem WLV NB einen ersten Eindruck von atvise® als SCADA-Lösung zu verschaffen, band Hirschmann eine über das IEC-104-Protokoll an das bestehende Leitsystem angebundene Station parallel an atvise® an. „Danach folgten noch einige weitere Stationen der Haus- und Schrankensteuerung. Dann war relativ schnell klar: atvise® wird das neue SCADA-System beim WLV NB“, erinnert sich der Inhaber von RHC automation.

Nach und nach sollen nun bis Mitte 2025 die rund 100 Stationen mit ihren gesamt einigen tausend Datenpunkten, die physisch im Feld erfasst werden, in das neue SCADA-System eingebunden werden. Im Endausbau werden die Komponenten über IEC 104, OPC UA sowie Modbus an atvise® angebunden sein.

Besonderheit Funk

90 Prozent der Außenstationen des WLV NB sind via Funk an das SCADA-System angebunden. „Die flache Topologie im Burgenland ermöglicht es, mit erhöht angebrachten Funksystemen große Radien abzudecken“, beschreibt Hirschmann eine Besonderheit der Kommunikation beim WLV NB. Auch zwischen Hochbehältern und Pumpstationen sind in den meisten Fällen keine Kabelverbindungen vorhanden. Somit müssen beim WLV NB übergeordnete Automatisierungsfunktionen fast ausschließlich über das SCADA-System erfolgen.

Während der Umstellungsphase sind allerdings Konstellationen unvermeidlich, in welchen beispielsweise ein Hochbehälter noch am alten System angebunden ist und die zugehörige Pumpstation bereits im neuen System implementiert wurde. Um die zusammenhängende Automatisierung trotzdem möglichst unterbrechungsfrei zu gewährleisten, wird in diesen Fällen der aktuelle Behälterstand des Hochbehälters per OPC UA aus der Langzeitdatenbank in atvise® eingelesen.

Dies wiederum ermöglicht die automatische Ansteuerung der Pumpen über das SCADA-System. „Dieser Parallelbetrieb ist ein großer Vorteil, denn wir müssen nicht alles gleichzeitig umstellen. Auch bei einer hardwareseitigen Erneuerung einer Außenstation wird diese bereits vorkonfiguriert geliefert, sodass ebenfalls nur eine sehr kurze Betriebsunterbrechung bei der Inbetriebnahme erforderlich ist“, so Hirschmann.

Voller Überblick

Mit atvise® erhält der WLV NB eine äußerst flexible Monitoring- und SCADA-Lösung: Dank der Webtechnologie ließen sich neben Kamerabildern und anderen externen Datenquellen auch Internet-Dienste im atvise® Betriebsdaten-Monitoring abbilden – wie etwa Karten aus Google Maps oder Wetterdaten. „Alle Nitratmessstellen im Versorgungsgebiet sind in eingebundenen Google Maps kartiert. Durch Auswahl der Stationenpunkte in der Karte können zugehörige Trendkurven direkt aufgerufen werden und gleichzeitig geografische Zusammenhänge erfasst werden“, zeigt sich der Ingenieur überzeugt. Bei den Trend-Darstellungen werden mit der webbasierten Lösung grundsätzlich deutlich mehr Funktionalitäten geboten als bei den meisten Desktop-Installationen.

Schlüsselfaktor Sicherheit

Neben der Usability wurde beim neuen SCADA-System ein starker Fokus auf die Sicherheit gelegt – nicht zuletzt aufgrund der NIS-2-Richtlinie, die strenge Anforderungen an die Cybersicherheit kritischer Infrastrukturen definiert. Erfolgreich abgeschlossene Penetration- und Vulnerability-Tests bestätigen die Implementierung umfassender Security-Maßnahmen in atvise®.

Der WLV NB setzt aufgrund der Sicherheitsanforderungen zwei separate atvise®-Systeme ein: Zum einen ein IT-fokussiertes Monitoring-System für statistische Auswertungen

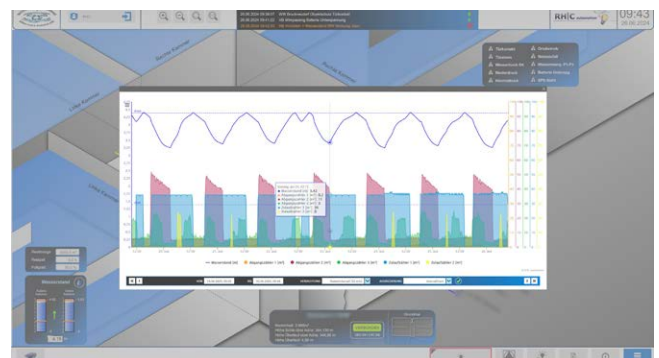
der Daten aus der Langzeitarchivierung, und zum anderen eine strikt getrennte Umgebung für die Operational-Technology-Prozesse, die als SCADA dient und ebenfalls an die Langzeitdatenbank angebunden ist.

Das System für das Betriebsdaten-Monitoring steht dabei einer größeren Anzahl an Usern im IT-Netzwerk zur Verfügung, wobei die Benutzer-Authentifizierung über ein Active Directory basierendes Single Sign-on erfolgt und die Berechtigungen somit automatisch gruppenbasierend aus der Windows-Authentifizierung übernommen werden. Das SCADA-System im OT-Netzwerk hingegen ist nur über den Wartens-Arbeitsplatz oder über streng limitierte VPN-Zugänge mit Zweifaktor-Authentifizierung erreichbar. In beiden Systemen konnten Zugriffsberechtigungen innerhalb der Visualisierung dank der feingranularen Access Control von atvise® zusätzlich benutzerspezifisch weiter eingeschränkt werden.

Auch die Kommunikation zwischen Zentrale und Außenstationen erfolgt mittels VPN-Verbindungen, welche der Funkübertragung überlagert sind. Firewalls und Intrusion Detection Systeme sorgen für zusätzliche Betriebssicherheit. Zudem wurden mit atvise® für das SCADA-System eindeutige Passwortrichtlinien eingeführt und dokumentiert. Für eine erhöhte Ausfallsicherheit sind die atvise®-Instanzen redundant auf zwei physischen Servern installiert. „Damit haben wir eine Lösung etabliert, mit der der WLV NB auch zukünftigen Erweiterungen ganz beruhigt entgegenblicken kann“, so der Ingenieur abschließend.



Alles im Blick: Die rund 100 Stationsbilder werden mit atvise® dreidimensional und nahezu lagerichtig dargestellt.



Schnell analysiert: Mit einem Klick erhält der WLV dank atvise® einen übersichtlichen Trend der gewünschten Werte.

»Das webbasierte atvise® ermöglicht es den zuständigen Mitarbeitenden, auf jedem webfähigen Endgerät in einem beliebigen Browser die für sie relevanten Betriebsdaten einzusehen.«

Roland Hirschmann

Inhaber von RHC automation

WASSERLEITUNGS VERBAND (WLV) NÖRDLICHES BURGENLAND

- Wasserversorgung von rund 180.000 Menschen aus Grund- und Quellwasser
- 14,92 Mio m³ Wassereinspeisung im Jahr 2023
- 2.974 km Gesamtleitungslänge, 114.972 m³ Speichervolumen, 52 Brunnen und Quellen, 62 Behälter, 30 Drucksteigerungsanlagen

www.wasserleitungsverband.at



Meeres-Energie

WENN DIE WELLE STROM BRINGT

Das Meer ist ein gigantischer Energiespeicher: Geschätzt rund 80.000 TWh pro Jahr stellen ein unglaubliches Potenzial zur Diversifizierung der erneuerbaren Energiequellen und zur Reduktion der CO₂-Emissionen dar. Den derzeit größten erreichbaren Anteil rechnet man der Nutzung der Wellenenergie zu. Die Herausforderungen sind jedoch nicht zu unterschätzen. Äußerst erfolgreiche Pilotprojekte setzen auch deshalb auf Bachmann-Technologie.



Die schwedische CorPower Ocean setzt in ihrer „Wellenfarm“ auf Punktabsorber, um die Wellenenergie zu ernten.

Das reizvolle an maritimer Energie ist, dass sie fast unerschöpflich ist und im Gegensatz zur volatilen Wind- und Solarenergie permanent zur Verfügung steht. Die Nutzung steht zwar noch ganz am Anfang, aber die Energie aus dem Meer könnte einst einen wesentlichen Beitrag zu einem stabilen, verlässlichen Stromnetz basierend auf erneuerbaren Energien leisten.

Unterschiedliche Technologien und Prinzipien

Erforscht werden derzeit vor allem vier verschiedene Systemkonzepte: In Regionen mit markanten Meeresströmungen oder ausgeprägten Tiden wie

beispielsweise an den Küsten Großbritanniens, Kanadas und Frankreichs will man die kinetische Energie der Gezeitenströme durch Unterwasserturbinen in Strom umwandeln.

Osmosekraftwerke (Salzgradientenkraftwerke) machen sich den Unterschied im Salzgehalt zwischen Süßwasser und Meerwasser zu Nutze. Man baut sie beispielsweise dort, wo Flüsse ins Meer münden, und nutzt die Hydrationsenergie der Salzionen. Diese Energieform ist auch als „Blaues Gold“ bekannt.

In tropischen Regionen drängen sich Wärmekraftwerke auf, denen der Temperaturunterschied zwischen warmem Oberflächenwasser und kaltem Tiefenwasser zur Stromerzeugung dient (engl. Ocean Thermal Energy Conversion, OTEC). Für diese Systeme, im Kern funktional vergleichbar mit einer Wärmepumpe, schätzt eine Studie der IRENA (International Renewable Energy Agency) aus dem Jahr 2020 das globale Energiepotenzial auf 44.000 TWh per anno. Um solche Anlagen jedoch wirtschaftlich betreiben zu

können, sind noch erhebliche technische Fortschritte erforderlich.

Greifbarer scheint allerdings das Potenzial der Wellenenergie: Auf 29.500 TWh pro Jahr wird deren weltweite theoretische Kapazität geschätzt, was etwa dem derzeitigen globalen Stromverbrauch entspricht.

Vielversprechende Technologien

Vor allem fünf Prinzipien machen derzeit von sich reden, um Wellenenergie zu verwerten: „Punktabsorber“ sind schwimmende Geräte, welche die vertikalen Bewegungen der Wellen nutzen, um Strom zu erzeugen. Bei den „pneumatischen Kammern“ (Oscillating Water Columns, OWC) wird die Luft über einer Wassersäule durch die Wellenbewegung komprimiert und dekomprimiert, was eine Turbine antreibt. „Attenuators“ sind langgestreckte, in der Wellenrichtung liegende Geräte, welche die Hebe- und Senkbewegungen der Wellen nutzen. Beim Prinzip der „überspülenden Wellen“ (Overtopping Devices) hingegen wird Wasser über eine Rampe in ein



Das kalifornische Unternehmen CalWave erntet mit absenkbaren Metallplattformen die Energie der Wellenbewegung – Bachmann inside!

CORPOWER OCEAN

- Hauptsitz in Stockholm, Schweden. Niederlassungen in Portugal, Norwegen und Schottland
- Entwickelt, baut und installiert schlüsselfertige Lösungen zur Nutzung sauberer Energie aus Meereswellen

www.corpowerocean.com

CALWAVE

- Sitz in Oakland, Kalifornien
- Entwickelt, baut und installiert zuverlässige und kosteneffiziente Technologien zur Nutzung der Meereswellen für eine nachhaltige Energieversorgung

www.calwave.energy

Reservoir geleitet und der Höhenunterschied zur Stromerzeugung genutzt, ähnlich wie bei kleinen Wasserkraftwerken. Unternehmen wie CalWave in Kalifornien setzen erfolgreich auf das Prinzip der „oszillierenden Dämpfungsglieder“ und ernten mit absenkbaren Metallplattformen die Energie der Wellenbewegung unter Wasser (siehe Beitrag ›Meer Potenzial‹, real.times 11.2022).

Große Herausforderungen

Noch sind bei den Wellenenergiesystemen zahlreiche Herausforderungen zu lösen. An einigen wenigen, weltweit verteilten Versuchszentren werden solche Anlagen getestet und weiterentwickelt. Neben den Fragen zu Kosten und Wirtschaftlichkeit muss dabei auch die Problematik der Netzintegration gelöst werden. Ebenfalls ist der Einfluss dieser Anlagen auf die Meeresökosysteme zu klären, der noch nicht vollständig erforscht ist. Mögliche negative Effekte gilt es zu minimieren und nachhaltige Lösungen zu entwickeln.

Zudem müssen derzeit in vielen Ländern äußerst komplexe Genehmigungsverfahren durchlaufen und umfangreiche regulatorische Rahmenbedingungen erfüllt werden. Diese Umstände haben den Ausbau verlangsamt und die Euphorie der vergangenen Jahre gebremst. Viele der an diesem spannenden Thema involvierten Firmen überlebten dies nicht.

Extreme Umweltbedingungen

Wellenenergiesysteme müssen rauen Umweltbedingungen wie Stürmen und Korrosion durch Salzwasser standhalten. Temperaturschwankungen, Schock und Vibration belasten die Komponenten. Die erschwerte Erreichbarkeit erfordert eine hohe Betriebssicherheit und Langlebigkeit der Anlagen.

Die Entwicklung robuster und wartungsarmer Materialien und Konstruktionen ist daher essenziell.

Kein Wunder also, dass Bachmann hier an vorderster Front anzutreffen ist und die renommiertesten Forschungspartner in Kalifornien oder Australien auf das Know-how des Vorarlberger Unternehmens zugreifen. Sie schätzen nicht nur die Vielseitigkeit und den robusten Aufbau der Komponenten, sondern auch die seinesgleichen suchende Offenheit der Steuerungs- und I/O-Systeme M200 und M100. Ein unschätzbare Vorteil für die Forscher ist zudem, dass sie mit M-Target for Simulink® ihre Software-Applikationen direkt aus Simulink™ heraus generieren und unmittelbar während des laufenden Testbetriebs auf die Steuerung portieren können.

Industrialisierung braucht stabile Rahmenbedingungen

Die Nutzung von Wellenenergie befindet sich auf einem vielversprechenden Weg, erfordert jedoch weiterhin erhebliche Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen. Ohne klaren politischen Rahmen und Unterstützung kann eine solch aufwändige Technik nicht zur Serienreife gebracht werden.

Einige Inselstaaten wie die Faröer, Orkney oder Tahiti haben dazu bereits ihre Ziele abgesteckt: Sie wollen sich bereits ab 2030 zur Gänze mit erneuerbarem Ozean-Strom versorgen und so die teuren Importe von fossilen Brennstoffen per Schiff stoppen.

Durch die Überwindung technischer, wirtschaftlicher und regulatorischer Hürden könnte Wellenenergie in Zukunft einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung leisten und helfen, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren. Die Zusammenarbeit von Wissenschaft, Industrie und Politik ist dabei entscheidend, um die vorhandenen Potenziale vollständig auszuschöpfen. Bachmann ist bereit – und dabei!



Geballte Wind-Kompetenz

HIER WEHT EIN NEUER WIND

Longroad Energy betreibt mit dem Milford-Windpark in Utah 165 Windenergieanlagen, die eine Leistung von insgesamt 306 MW bereitstellen. Nach rund 15 Betriebsjahren wird die Instandhaltung teurer, Ersatzteile sind teilweise nicht mehr erhältlich. Longroad suchte nach einer Lösung, die über viele weitere Jahre einen sicheren und produktiven Betrieb ermöglicht. Hier konnte Bachmann seine volle Windenergie-Kompetenz unter Beweis stellen: Parkregler, komplettes Steuerungs-Retrofit der Turbine, SCADA-Retrofit mit übergeordnetem Leitstand-SCADA (SMCS) sowie Zustandsüberwachung waren Teil der umfassenden Gesamtlösung.



Dank der umfassenden Wind-Kompetenz von Bachmann behält Longroad Energy von der Betriebszentrale aus stets den vollen Überblick über die 107 GE- und 58 Clipper-Windenergieanlagen des Milford-Parks.

Die Gesamtkompetenz macht's

Der hybride Windpark von Longroad Energy in der Nähe der Kleinstadt Milford in Beaver County, Utah, besteht aus 57 Windenergieanlagen (WEA) des Typs GE 1.5 SLE, 11 vom Typ GE 1.5 ESS sowie 39 GE 1.5 XLE- und 58 Clipper Liberty 2.5-Turbinen. Der Betreiber wollte den gesamten Windpark mit einem modernen SCADA-System sicher und effizient von der Betriebszentrale aus steuern und überwachen. Dabei wurde großer Wert auf aktuelle Cybersicherheits-Funktionalitäten gelegt. Gleichzeitig sollte ein vollständiger Zugriff auf die Turbinen ermöglicht werden. Bachmann hatte sich bei Longroad mit den Steuerungen in den GE-Anlagen bereits einen guten Namen gemacht: „Dank der Zuverlässigkeit der Steuerungen schenkte man uns das Vertrauen, unsere gesamte Kompetenz in der Windkraft beim Projekt von Longroad einzubringen“, freut sich Nicholas Waters, Longroad Key Account Manager bei Bachmann electronic.

In drei Tagen zuverlässiger und produktiver

Um auch in der Zukunft einen sicheren Betrieb der Anlagen zu gewährleisten, wurde die Anlagensteuerung ersetzt. Hierfür kam das Bachmann M200-Steuerungssystem mit dem Netzschutz- und Überwachungsmodul GMP232 für die Leistungsüberwachung und den Netzschutz zum Einsatz. Die Turbinensteuerung ist über „bluecom“ – einem ethernetbasierten Echtzeitprotokoll von Bachmann – mit dem übergeordneten Parkregler verbunden, welcher ebenfalls von Bachmann umgesetzt wurde. Zudem hatte man das Ziel, die Belastung der Getriebe zu reduzieren und so die Zuverlässigkeit

der Clipper-Anlagen zu erhöhen. „Am Getriebe dieser Turbinentypen treten erfahrungsgemäß asymmetrische Belastungen auf, die nach einigen Betriebsjahren zu Problemen führen können“, erläutert Matthew Mays, Projektleiter und Condition-Monitoring-Experte bei Bachmann electronic. Deshalb wurde eine Echtzeit-Zustandsüberwachung des gesamten Antriebsstrangs in die Retrofit-Lösung integriert. Dazu konnten bestehende Sensoren weitergenutzt werden. „Die Komplett-Erneuerung der Anlagensteuerung dauerte inklusive Inbetriebnahme maximal drei Tage pro Anlage – das ist wirklich beeindruckend schnell“, so Mays weiter.

SCADA Master Control System: Eines für alle

Die bestehenden Bachmann-Steuerungen der Turbinen von GE wurden mit einem Prozessor der neuesten Generation aktualisiert, um sie in das neue Wind Power SCADA (WPS) einzubinden. Dank des SCADA-Retrofits behält Longroad nun von der Betriebszentrale aus den vollen Überblick über den gesamten Hybrid-Park. Dort lassen sich alle GE- und Clipper-Windkraftanlagen sowie die kaskadierten SPPC-Parkregler des kompletten Milford-Parks bequem in einer gemeinsamen Benutzeroberfläche überblicken. Kennwerte wie beispielsweise der Ertrag der einzelnen Turbinen werden summiert und als Gesamt-Parkkennzahl dargestellt. „Unsere offene Lösung unterstützt sowohl IEC 61400-25 als auch IEC 61850. Dank des einheitlichen Datenformats lassen sich die Parameter der unterschiedlichen Anlagen nun gut miteinander vergleichen. Zudem können dadurch Lösungen von Drittanbietern einfach eingebunden werden“, führt Nicholas Waters die Vorteile aus.

Bequem und sicher von nah und fern

„Mit der Lösung von Bachmann können wir Milford 1 und 2 auch in den kommenden Jahren sicher weiter betreiben. Gleichzeitig verfügen wir nun über eine Steuerung und einen Partner, die uns in die Lage versetzen den Betrieb innovativ zu gestalten und zu verbessern“, zeigt sich Jeremy Law von Longroad Energy von der Leistungsfähigkeit und dem Potenzial des Systems angetan. Obendrein arbeitet das Team nun nach neuesten Cybersicherheits-Standards und nutzt unter anderem eine Zwei-Faktor-Authentifizierung.

Ein weiterer großer Vorteil für Longroad: Das einheitliche „Look&Feel“ für das Servicepersonal bei der Wartung der GE- und Clipper-Anlagen. Dank der M1 WebMI pro-Visualisierungssoftware

müssen sich die Ingenieure nicht mehr mit verschiedenen, herstellerspezifischen Oberflächen auseinandersetzen. Die offene browserbasierte Lösung hat die Effizienz bei den Wartungsarbeiten deutlich erhöht.

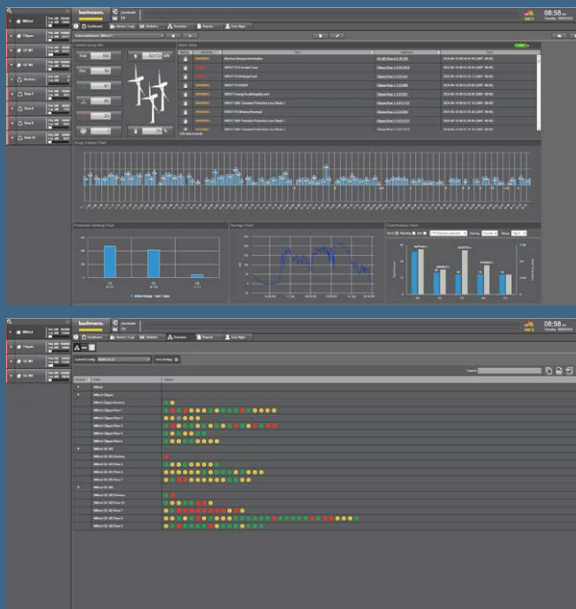
Zuverlässig nach vorne

Dank der Gesamtlösung von Bachmann darf Longroad darauf vertrauen, dass der Milford-Park für viele weitere Jahre produktiv Energie liefert. „Mit dem modularen Ansatz und der standardisierten Kommunikation unserer Lösung ist es ein Leichtes, zukünftig Sensoren oder Ein-/Ausgänge für neue Funktionen zu erweitern“, ist Waters überzeugt. Und sollten wirklich einmal Ersatzteile benötigt werden, ist man bei Bachmann bekanntermaßen ebenfalls in den besten Händen.

LONGROAD ENERGY

- Hauptsitz in Boston, Massachusetts, Niederlassungen in Maine und Kalifornien
- Entwicklung, Betrieb und Verwaltung von Wind-, Solar- und Speicherprojekten in Nordamerika

www.longroadenergy.com



Im SCADA Master Control System von Bachmann ist der Zustand aller Anlagen auf einen Blick ersichtlich – auch bei hybriden Parks. Wichtige Kennwerte werden dabei automatisch zusammengefasst.

SCADA MASTER CONTROL SYSTEM (SMCS)

Bislang war die Größe eines Parks entscheidend dafür, wie viele SCADA-Server zum Einsatz kamen. Mit dem SCADA Master Control System (SMCS) schafft Bachmann die Möglichkeit, ein kaskadiertes SCADA-System einzurichten. Die Daten der verschiedenen Park-SCADA werden dabei korreliert und bequem in einer Benutzeroberfläche mit übersichtlichen Anzeigen zusammengefasst. Dadurch lassen sich Alarmer einfach dem Park und der jeweiligen Turbine zuordnen – selbst wenn das gesamte Asset mehrere hundert Anlagen umfasst.

Außer der übersichtlichen Darstellung erlaubt das SMCS auch detaillierte Analysen einzelner Park-Anlagen direkt vom Master Control System aus. Dank Webtechnologie kann über schnell erreichbare Links zu den unterliegenden WPS-Servern oder auch direkt zur Turbinenvisualisierung gesprungen werden. Dort stehen dann beispielsweise über webMI pro Analysen mit dem Software-Oszilloskop Scope 3 zur Verfügung. Dabei wird mit einem ausgefeilten Benutzermanagement und einer klaren Rechtevergabe stets höchsten Sicherheitsstandards Rechnung getragen.

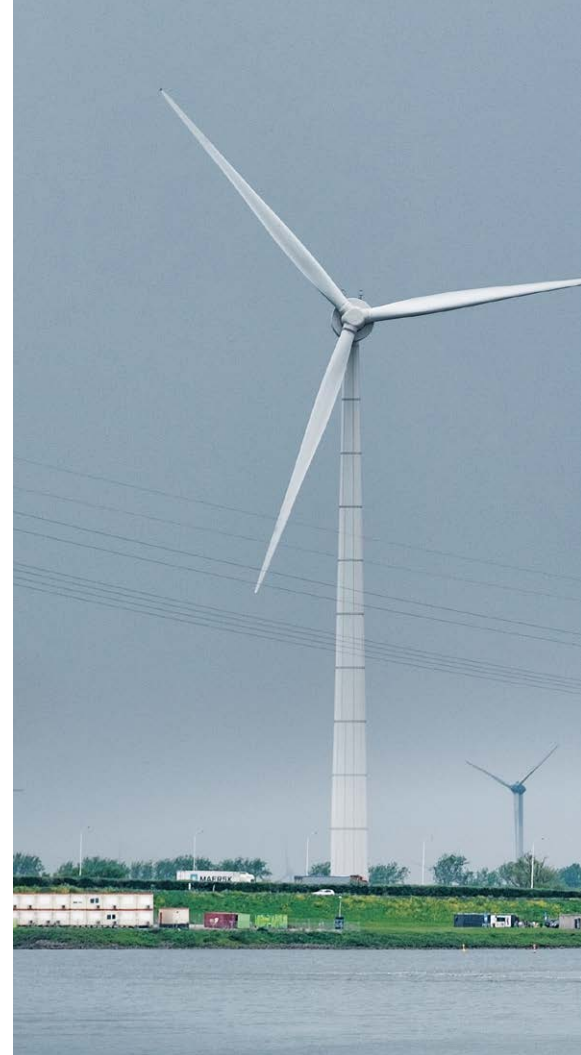
Autonome Schifffahrt

WIE VON GEISTERHAND

Autonomes Fahren ist nicht nur im Straßenverkehr ein heißes Thema. Auch für den Transport auf Binnen-
gewässern bieten sich damit große Potenziale in Bezug auf
Wirtschaftlichkeit und Sicherheit. Zahlreiche Unter-
nehmen investieren deshalb viel Energie in die Forschung
und Entwicklung von selbstfahrenden Binnenschiffen.
Zugegeben, bis zur vollständig autonomen Binnenschiff-
fahrt sind noch ein paar Seemeilen zu fahren. Der teil-
autonome Betrieb ist jedoch im Hier und Jetzt angekommen,
wie die zehn mit Bachmann-Technik betriebenen „River
Drones“ eindrücklich unter Beweis stellen.

Allein auf Europas Flüssen und Kanälen
transportieren etwa 8.000 Binnen-
schiffe Güter aller Art. Die (Teil-)Auto-
matisierung der Navigation dieser
Schiffe birgt große Potenziale: Zum einen
lässt sich dadurch dem steigenden
Mangel an qualifiziertem, nautischem
Personal entgegenwirken. Ein „Büro-
Arbeitsplatz“ in der Zentrale an Land
könnte für künftige Binnenschiffska-
pitäne attraktiver sein als jener an Bord.
Zudem lässt sich mitunter mehr als
ein Frachtschiff gleichzeitig steuern. Und
zum anderen kann das Sicherheits-
niveau erhöht werden, da menschliches
Fehlversagen beim vollautonomen
Fahren ausgeschlossen werden kann.

Unternehmen aus allen europäischen
Ländern, in denen die Binnenschiff-
fahrt eine tragende Rolle spielt, arbeiten
deshalb intensiv an der Transforma-
tion hin zu einem autonomen Betrieb –
nicht zuletzt das Verbundprojekt
FernBin, an dem auch Bachmann im
Zuge der Navigationsplattform
eines ferngesteuerten Forschungs-
schiffs indirekt mitwirkt.



VERHAAR OMEGA

- 1967 gegründet in den Niederlanden
- Marktführer bei Bugstrahlrudern für Binnenschiffe, Lieferung kompletter Antriebssysteme
- Vollständige In-House-Entwicklung der Produkte

www.verhaar.com

2024 nahmen die letzten beiden der zehn teilautonomen „River Drone“-Binnenfrachtschiffe ihren Betrieb auf.

Aus Fernsteuerung wird Autonomie

Die Ausbaustufen der automatisierten Navigation werden von der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt ZKR in definierte Grade eingeteilt, die denen im Straßenverkehr sehr ähnlich sind: Beim Automatisierungsgrad 1 („Steuerungsunterstützung“) wird das Schiff in einem spezifischen Anwendungsfall automatisch gelenkt, bei Grad 2 („Teilautomatisierung“) zusätzlich automatisiert angetrieben. Bei beiden Graden übernimmt der Schiffsführer die verbleibenden dynamischen Navigationsaufgaben selbst. Der dritte Grad („bedingte Automatisierung“) umfasst zusätzlich eine Automatik zur kontinuierlichen Kollisionsvermeidung in spezifischen Anwendungsfällen. Hier werden bereits alle dynamischen Navigationsaufgaben vom Schiff ausgeführt, der Schiffsführer muss nur bei Systemfehlern reagieren. Bei der „erweiterten Automatisierung“ – Grad Nummer vier – reagiert das Schiff in spezifischen Anwendungsfällen automatisch auf Störungen, ohne dass ein menschlicher Eingriff vonnöten ist. Beim letzten Grad spricht man schließlich vom autonomen, also völlig selbstständigen Fahren. Ein menschliches Eingreifen ist hier grundsätzlich nicht mehr nötig.

Ein nebliger Weg

Die Rahmenbedingungen zur erfolgreichen Implementierung der (teil-)autonomen Navigation sind in der Binnenschifffahrt verglichen mit der internationalen See-Schifffahrt

einfacher: Die Umwelteinflüsse sind relativ konstant, die mobile Internetverbindung deutlich stabiler. Letzteres ist Grundvoraussetzung für eine sichere Datenübertragung, über die die Systeme an Bord zuverlässig von außen gesteuert werden können. Und auch weitere technische Voraussetzungen stellen heute keine erkennbare Hürde mehr dar: Digitale Daten von den Gewässern sind meist vorhanden, genauso wie Sensoren, die die Umgebung zuverlässig erfassen. Und mit einer nachgewiesenen Verfügbarkeit von 99,96 % von Bachmanns etabliertem M200-System ist eine ausfall- und vor allem auch cybersichere Steuerungstechnik verfügbar.

Eine zentrale Hürde bleibt hingegen der rechtliche Rahmen, der aktuell noch nicht ausreichend geklärt ist. Stoßen zwei bemannte Schiffe zusammen, ist die Haftungsfrage üblicherweise relativ klar zu beantworten. Fällt jedoch die steuernde Person an Bord weg, könnte eine Haftungslücke entstehen. Und dies nicht nur im Bereich der Halterhaftung: Auch bei der Produkthaftung ist zu klären, ob die Haftung bei einem Systemfehler auf den Hersteller des Schiffes oder den Hersteller der autonomen Steuerung übergeht. Hier müssen erst klare rechtliche Regelungen geschaffen werden, die auch länderübergreifend Anwendung finden können.

Sichtbare Erfolge

Zwar sind bis zur vollautonomen Binnenschifffahrt noch einige offene Fragen zu beantworten. Die teilautonome



Freuen sich über die effiziente Zusammenarbeit und das gute Ergebnis: Joeri ten Napel und Mike Clevers von Bachmann sowie Wilbert Paans von Verhaar Omega.



Eine Person befindet sich zur Überwachung an Bord, gesteuert werden die River Drones jedoch vollständig von Land aus.

Navigation von Binnenschiffen schreitet jedoch schnell voran. Und Bachmann ist ganz vorne mit dabei: In Belgien nahmen in den letzten beiden Jahren zehn ferngesteuerte Binnenfrachtschiffe ihren Betrieb auf, die den Hafen von Antwerpen bedienen. Die 106 Meter langen "River Drones" der Reederei Naval transportieren sowohl Trocken- als auch Containerladung. Sämtliche Navigations- und Kommunikationsaufgaben werden dabei von einer Kontrollzentrale an Land ausgeführt: das Manövrieren durch Gewässer und Schleusenpassagen, das An- und Ablegen, aber auch die Kommunikation über Funk mit anderen Schiffen und Behörden. Das Bedienpersonal an Land verfügt über dieselben Zertifizierungen, die für einen Kapitän an Bord vorausgesetzt werden. Ein Besatzungsmitglied befindet sich an Bord, um den Betrieb zu überwachen.

Je zwei Radarsysteme, fünf Lidarsensoren, welche Abstände und Geschwindigkeiten anhand von Lichtwellen messen, diverse Mikrofone sowie 13 Kameras inklusive Nachtsicht- und Infrarotsystemen erfassen die Umgebung. Alle Daten werden über eine 4G/5G-Verbindung in Echtzeit an die Kontrollzentrale übertragen. Damit erhält das Betriebspersonal an Land alle Informationen, die zum sicheren Betrieb des Schiffes benötigt werden. Sämtliche Daten werden dabei zuverlässig protokolliert.

Klimaschonender Antrieb

Die River Drones werden mit zwei modernen, 550 kW starken EQUADRIVE®-Elektroantrieben von Verhaar Omega angetrieben. Die beiden Bugstrahlruder desselben Herstellers leisten je 420 kW.

Der patentierte, vollelektrische Pod-Antrieb ist um bis zu 360 Grad drehbar. Die auf den River Drones installierte Variante erlaubt eine Drehung von 2x110 Grad. Der EQUADRIVE wird direkt angetrieben und kommt deshalb ohne Getriebe aus. „Dadurch entstehen keine mechanischen Verluste, was zu einer höheren Effizienz führt“, erklärt Wilbert Paans, Elektroingenieur bei Verhaar Omega. Zudem können dadurch Wartungskosten reduziert und ein leiserer Betrieb erreicht werden.

Sichere Manöver

Gesteuert und überwacht werden die Antriebe und Bugstrahlruder durch das maritim-zertifizierte M200-Steuerungssystem von Bachmann. Für die EQUADRIVE-Antriebe kommt je ein MX207-Prozessor mit einem DIO248- und einem AI0216-I/O-Modul zum Einsatz. Die Steuerung der Bugstrahlruder erfolgt mit demselben Prozessor sowie einem DIO280-I/O-Modul und einem RS204-Schnittstellenmodul. „Alle wichtigen Informationen zu den Antrieben werden in einer gemeinsamen Datenbank erfasst. Das Personal an Land hat Drehzahl, Leistung, Temperaturänderungen, Vibrationspegel und vieles mehr stets im Blick“, führt Ronald Epskamp, Manager Business Unit Maritime bei Bachmann, aus.

Effiziente Entwicklung

Innerhalb eines Jahres konnten die Experten von Verhaar Omega und Bachmann das Steuerungssystem für den EQUADRIVE-Antrieb fertigstellen. Die Zusammenarbeit und die Anwendungsentwicklung seien reibungslos verlaufen, bestätigt Epskamp. Und auch bei Verhaar Omega ist man zufrieden: „Wir haben in kurzer Zeit gemeinsam viel Energie in diese Entwicklung gesteckt. Jetzt dürfen wir uns zurücklehnen und freuen uns über dieses tolle Ergebnis.“



Die Neumayer-Station III liegt am Rande des arktischen Festlands und ist auf 250 Meter dickem schwimmendem Eis erbaut. Trotz der unwirtlichen Umgebung soll der Anteil regenerativer Energie an der Energiebilanz der Station durch die verstärkte Nutzung von Wind- und Sonnenenergie sowie Erdwärme deutlich erhöht werden.

Bachmann-SHM in der Antarktis

ENERGIE FÜR DAS EISIGE ENDE DER WELT

70°40' südlicher Länge, 8°16' westlicher Breite – ein Punkt am Rande der Antarktis. Er befindet sich im Ekström-Schelfeis in der Atka-Bucht des nordöstlichen Weddellmeers. An den Ort mit dem surreal klingenden Namen liegt ein Epizentrum der deutschen Polarwissenschaft.

Der Kontinent Antarktika, also die Landfläche der Antarktis, ist mit fast 13,2 Millionen km² etwa 37-mal größer als Deutschland – eine weiße Unendlichkeit. Ein Blick aus dem Fenster offenbart die Unwirtlichkeit dieses Ortes: Überall draußen liegt Schnee und Eis. Der bisherige Kälterekord an dem diesem Punkt der Erde beträgt minus 50,2 Grad Celsius, der Wind pfeift mit bis zu 150 Kilometern in der Stunde.

Doch in der Neumayer-Station III ist es warm. Die Forschungsstation wird vom Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) betrieben und ist die Basis für die deutsche Antarktisforschung.

Die Innentemperatur wird auf 20°C gehalten, um den bis zu 60 Menschen einen komfortablen Arbeits- und Lebensraum zu bieten. – Eine zuverlässige Energieversorgung sichert ihr Überleben.

Man könnte meinen, dass erneuerbare Energien in der Eiswüste keinen Platz haben. Jedoch zeigt die Antarktisforschung, dass selbst unter den unwirtlichsten Umständen umweltfreundlich Energie gewonnen werden kann. Bachmann trägt seit kurzem einen kleinen, aber wichtigen Teil dazu bei, dass die Forschenden ihre Energie sicher nachhaltig erzeugen können.

Die Neumayer-Station III wächst in die Höhe

Das Eis knirscht unter den Schuhen, als Peter Köhler die riesigen Hydraulikstempel unter der Station inspiziert. Der Diplom-Ingenieur ist der technische Koordinator der Neumayer-Station III. In dieser Forschungssaison hat er als Expeditionsleiter für etwa drei Monate sein Büro im idyllischen Bremerhavener Hafenviertel gegen die Arbeit in einer der unwirtlichsten Regionen der Welt eingetauscht.

Die Neumayer-Station III ist ein Gebäude auf einer Plattform oberhalb der Schneeoberfläche. Die vom Alfred-Wegener-Institut (AWI) betriebene Forschungseinrichtung wird von 16 Stelzen getragen. Regelmäßig heben Techniker die Station mit einer hydraulischen Hebevorrichtung an, um den jährliche Schneezutrag von etwa einem Meter auszugleichen. So wächst die Anlage mit der Schneedecke mit und die Plattform liegt immer etwa sechs Meter über dem Eis.

Innerhalb einer Schutzhülle stehen auf der Plattform mehr als 100 Container mit unterschiedlichen Funktionen in zwei Ebenen übereinander: Wohn- und Schlafräume, Hospital, Küche, Messe, Funkraum und Sanitärräume. Die Energiezentrale ist in eigenen Containern über zwei Stockwerke hinweg untergebracht. Die Flure versprühen einen eher rauen funktionellen Charme, der ein wenig an die Atmosphäre in einem Krankenhaus erinnert. Doch die Forschenden und das Personal richten sich durchaus so gemütlich ein, wie es die Möglichkeiten erlauben.

Forschung streben nach diesel-armer Zukunft

Während die Hydraulikstempel die Neumayer-Station III unter den wachsamen Augen von Peter Köhler langsam auf ihre neue Höhe anheben, schnurrt ein Diesel-Motor im Generator-Raum der Station: Die Energieversorgung der ganzjährig besetzten Forschungseinrichtung basierte bislang nämlich hauptsächlich

auf Dieselgeneratoren. Deren hohe Zuverlässigkeit ist jedoch mit Schadstoffemissionen bei der Verbrennung fossiler Kraftstoffe verbunden. Zwischen 350 und 500 Tonnen Diesel verbrauchten die drei eingesetzten Dieselgeneratoren mit einer Leistung von je 160 kW bislang jährlich. Etwa eine Million Tonnen Kohlendioxid gelangten so im Dienste der Forschung in die Luft. Doch das ändert sich nun. – Knapp die Hälfte des Diesels lässt sich durch ein ausgeklügeltes Energiekonzept einsparen, erläutert Peter Köhler gegenüber Bachmann.

Eine logistische Herausforderung

Bislang sicherten drei dieselbetriebene BHKW, ein Not-BHKW und eine Horizontalachs-Windkraftanlage mit 30 kW Leistung die Energieversorgung von Neumayer III. Der weitere Umbau ist auf fünf Jahre geplant – allein schon wegen der logistischen Herausforderungen:

Der Eisbrecher Polarstern legt jedes Jahr im Spätsommer in Bremerhaven zu einer Antarktis-Expedition ab, fährt um die halbe Welt und transportiert während einer mehrmonatigen Forschungsreise auch sämtliche Ausrüstung auf die andere Seite des Erdballs. Die Zeit zum Ausführen der Arbeiten in der Antarktis ist dabei denkbar knapp: Alle Arbeiten müssen in der sogenannten Sommersaison ausgeführt werden, das ist zwischen November und Februar. Im polaren Winter wird es leerer und dunkel: Zwischen Mai und September sind nur noch ein Kochprofi, drei Ingenieure, ein Arzt und vier Wissenschaftler vor Ort. Sie bilden das Überwinterungsteam. Dann herrscht eine eisige Polarnacht. Viele der Maßnahmen beim Umbau der Forschungsstation tragen Pilotcharakter. So auch eine erste Vertikalachs-Windkraftanlage. Sie unterstützt das Blockheizkraftwerk der Station mit einer regenerativen Leistung von bis zu 50 Kilowatt und ergänzt die alte Horizontal-Anlage, die bei den extremen Wetterbedingungen mit vielen technischen Problemen zu kämpfen hatte.

Die Pinguin-Kolonie in der Nähe der Neumayer-Station III nennt eine Idylle in Weiß ihr Eigen: Durchbrochen von Blautönen begrenzen Eisberge das Umfeld.



An manchen Stellen sieht die Antarktis ganz normal aus:

Die elektrische Unterverteilung für die Windkraftanlagen und Batteriespeicher könnte überall auf der Welt stehen.



Vertikal statt horizontal

Die neue Windkraftanlage ist ein sogenannter H-Windgenerator mit vertikal stehender Rotationsachse. Ihr besonderer Vorteil: Als H-Windgenerator kann die Anlage den Wind aus allen Richtungen effektiv nutzen, ohne dass das Rotorblatt verstellt oder die Gondel nachgeführt werden muss. Der Rotordurchmesser beträgt 10 m. Strom wird bei schwachem Windlagen von 2 m/s bis zu stürmischen Windgeschwindigkeiten von 25 m/s erzeugt. Schon diese erste Anlage spart nach Berechnungen des Alfred-Wegener-Instituts bereits 11.300 l Diesel pro Jahr ein.

Wie bei der Forschungsstation ist der jährliche Schneezutrag auch bei der Windenergie eine enorme Herausforderung. Die Krankapazitäten sind begrenzt und die Klimabedingungen sind rau. Daher musste die Windkraftanlage ein geringes Gewicht und gleichzeitig einen robusten Aufbau besitzen sowie obendrein verstellbar sein.

Gelöst wurde die Herausforderung des Schneezutrags durch ein sternförmiges Fundament, das im Schnee gegründet ist. Die Anlage wiegt mit

einem Gesamtgewicht von rund 8 t so wenig, dass sie einem Raupendrehkran jährlich um den Schneezutrag angehoben werden kann. Das Fundament versinkt dabei mit jeder Erhöhung tiefer im Firnschnee. Um das auszugleichen, werden standardisierte Erhöhungselemente zwischen dem konisch zulaufenden Turmelement und dem Fundamentstern eingesetzt.

Zwei weitere Windanlagen gleicher Bauart sind bereits fest eingeplant. Zusätzlich könnten später dann optional noch einmal zwei Anlagen errichtet werden, so dass fünf Windkraftanlagen eine Leistung von jeweils 50 kW bereitstellen würden.



Messdaten dienen für Folgeanlagen

Grundlage für die Konstruktion der noch folgenden Anlagen sind die gesammelten Daten eines von Bachmann entwickelten, hergestellten und gelieferten Strukturüberwachungssystems (SHM; Structural Health Monitoring).

Dieses sammelt am Turm der neuen Windkraftanlage der Neumayer-Station III systematisch Messdaten zu Eigenfrequenz, Neigung und Beschleunigungs-Effektivwerten. „Wir werten das als ersten Erfolg“, sagt Peter Köhler über die bisherigen Erfahrungen, die allen Beteiligten laufend neue Erkenntnisse bringen.



Die vom Alfred-Wegener-Institut betriebene Neumayer-Station III wird von 16 Stelzen getragen. Regelmäßig heben Techniker die Station mit einer hydraulischen Hebevorrichtung an, um den jährlichen Schneezutrag von etwa einem Meter auszugleichen.

Die rauen Umgebungsbedingungen und extremen Temperaturanforderungen erfordern besonderes robuste Hardware und Sensorik. 2D MEMS-Beschleunigungssensoren von Bachmann sammeln unter den schroffen Bedingungen der Antarktis die Messdaten für die Überwachung der Windanlage. Die im Außenbereich installierte Bachmann-Messtechnik ist für einen dauerhaften Betrieb bei Temperaturen von -30° bis $+60^{\circ}\text{C}$ ausgelegt und erträgt Temperaturspitzen von -40° bis $+70^{\circ}\text{C}$.

Speziell für die Kälte entwickelt

Die Messdaten werden durch ein Universal-Ein-/Ausgangsmodul GIO212 CC mit zwölf Kanälen erfasst. Im Schaltschrank am Turm der Windanlage kommt zudem ein Prozessor vom Typ MC212 CC zum Einsatz, „CC“ steht dabei für „Cold Climate“, zu Deutsch „kaltes Klima“. Die Sensor-Daten des SHM-Systems in der Antarktis werden zunächst per Ethernet-Link in das Intranet der Polarstation übertragen und gehen dann später per Satellit nach

Europa, wo sie vom Bachmann-Partner P.E. Concepts systematisch analysiert werden. Die im ersten Betriebsjahr aufgezeichneten Daten befinden sich momentan in der Auswertung. „Wir erwarten uns davon eine Aussage zum gewählten Mast-Design und dazu, ob unsere Ausgangsprognosen zutreffend sind“, erklärt AWI-Ingenieur Köhler. Mit diesen Erkenntnissen wird die Konstruktion der nachfolgenden Windanlagen falls nötig optimiert. – Köhler zeigt sich aber zuversichtlich, dass keine größeren Änderungen notwendig sind: „Wir gehen von der Bestätigung des sicheren Betriebs der Turbine auf dem neu entwickelten Mast aus.“

Zur Datenauswertung und für die Berichte dient die Software „WebLog Expert“. Das ist ein browserbasiertes Softwaretool von Bachmann mit dem mittels eines handelsüblichen Webrowsers eine detaillierte Analyse der Schwingungsdaten und der Zugriff auf die Konfiguration der Systemparameter für die Bachmann-Hardware möglich ist.

Fassade wird mit Solarelementen verkleidet

Die Erkenntnisse aus den Messdaten fließen derzeit in die Konstruktion der zweiten Windturbine von Neumayer III, die in der Sommersaison 2024/2025 errichtet werden soll. Geplant sind die Arbeiten zwischen November 2024 und Februar 2025.

Doch das komplexe energetische Konzept der Neumayer-Station III reicht noch sehr viel weiter als nur bis zu den Windkraftanlagen: Für die Gewinnung regenerativer Energie spielt künftig auch die Fassade der Station eine wichtige Rolle. Sie wird mit Photovoltaik-Elementen ausgestattet. 53 kWp sollen die Module liefern. – Bei den Windverhältnissen vor Ort ist das ebenfalls eine knifflige Aufgabe. Um die Energie zwischenspeichern wird außerdem ein Batteriespeicher mit einer Leistung von 500 kW/h installiert. Hinzu kommt ein Thermospeicher: Ein Wasserspeicher mit 10 m^3 Fassungsvermögen. Last but not least werden die bisherigen BHKW durch zwei große und zwei kleinere neue Blockheizkraftwerke ersetzt. – All das sorgt künftig für nachhaltige Energie.

Ein letzter Blick aus dem Fenster: Draußen pfeift der Wind, Schneeböen stoben auf. Drinnen ist es angenehm warm. Moderne und zuverlässige Technik sorgt dafür, dass das so bleibt und die Forschenden ihre Arbeit verrichten können.

ALFRED-WEGENER-INSTITUT

– Koordiniert Deutschlands Polarforschung und stellt Schiffe und Stationen für die internationale Wissenschaft zur Verfügung

– Betreibt die Neumayer-Station III, benannt nach dem deutschen Forscher Georg von Neumayer

www.awi.de

Flexible Automatisierung für maritime Anwendungen

MEISTER DER ADAPTION

Der Systemintegrator Verhoef Elektrotechnik aus Sliedrecht in den Niederlanden setzt für seine Kunden in der Maritim-Branche schlüsselfertige elektrotechnische Systeme um. Dabei ist sehr viel Engineering-Know-how gefragt, denn kein Projekt gleicht dem anderen. Die flexiblen Hard- und Software-Lösungen von Bachmann sorgen bei den Projekten für eine kostenoptimierte Integration mit kurzer Umsetzungszeit.

Verhoef Elektrotechnik bietet seinen Kunden ein breites Spektrum an elektrotechnischen Dienstleistungen. Für die Maritim-Branche realisiert Verhoef Elektrotechnik Systemlösungen, die einfach zu bedienen sind und leicht gewartet werden können. Neben der Integration entwickeln und installieren die Ingenieure auch komplette Antriebs- und Steuerungssysteme für alle Arten von Schiffen.

Erfahrung zählt

Bei seinen Automatisierungslösungen setzte Verhoef Elektrotechnik ursprünglich auf unterschiedliche Anbieter. Mangelnde Lieferfähigkeit und gleichzeitig steigende Preise wurden jedoch zunehmend zur Herausforderung, erinnert sich Erwin Ströhmeijer, Senior Software Engineer bei Verhoef Elektrotechnik.

Bei seinem früheren Arbeitgeber Bakker Sliedrecht sammelte der Software-Ingenieur bereits gute Erfahrungen mit Bachmann. Verhoef Elektrotechnik ging deshalb auf Bachmann zu. „Begonnen hat unsere Zusammenarbeit im Zuge der Steuerung kompakter Baggerschiffe von



Dank der PVA208-Proportionalventilverstärker-Module kommen die Baggerschiffe von Dredge Yard ohne hydraulische Verstärkerkarten aus. Das spart nicht nur Hardware-Kosten und Platz im Schaltschrank; auch die Einstellungen sind einfacher zu handhaben.

Dredge Yard. Und das lief wirklich rund“, freut sich Ströhmeijer. Für die Schiffe nutzte Verhoef Elektrotechnik zum ersten Mal das Proportionalventilverstärker-Modul PVA208. Dieses Modul sei einzigartig, so der Spezialist, denn einerseits müsse kein hydraulischer Verstärker angesteuert werden, um den Ölfluss zu regulieren. Und andererseits entfielen auch die mühsamen, weil schwer messbaren Einstellungen in der Verstärker-Karte. „Mit dem PVA208 steuern wir den Aktor des Hydrauliksystems einfach direkt an – kontrollierbar und verifiziert. Damit sparen unsere Kunden Hardware, Platz im Gehäuse und schlussendlich Geld“, zeigt Edwin van den Dool, Sales Manager bei Verhoef Elektrotechnik, die Vorteile auf.

Für die kompakten Baggerschiffe von Dredge Yard nutzen die Experten einen einzelnen MX207-Prozessor von Bachmann. „Für die meisten Aufgaben bei unseren kleinen und mittelgroßen Projekten ist diese kompakte Prozessorfamilie ausreichend schnell“, sagt Ströhmeijer. Für größere Schiffe kommen je nach Projektumfang bis zu drei CPUs der MC-Reihe zum Einsatz.



» Wann immer wir die
Möglichkeit haben,
Bachmann-Lösungen zu
nutzen, tun wir das.
Das ist unsere erste Wahl. «

Edwin van den Dool
Sales Manager bei Verhoef
Elektrotechnik

Flexibilität ist alles

Die Projekte von Verhoef Elektrotechnik weisen sehr unterschiedliche Anforderungen auf. Selbst bei weniger großen Baggerschiffen sei die Komplexität nicht zu unterschätzen, klärt Edwin van den Dool auf. Die Steuerung dieser Schiffe könne sich ähnlich komplex gestalten wie bei ihren großen Pendants. Auch hier müsse man sich um Dinge wie Energiemanagement- und Batteriesysteme, Kraftstoffmonitoring oder die korrekte Lastverteilung kümmern.

Dementsprechend häufig seien maßgeschneiderte Neuentwicklungen notwendig. Dafür brauche es offene und flexible Lösungen mit umfassenden Kommunikationsfähigkeiten. Die Unterstützung verschiedenster Bus-Systeme wie CAN (J1939), Profinet oder Modbus beim M200-System ist deshalb für Verhoef Elektrotechnik bei der Projektumsetzung äußerst hilfreich, so der Senior Software Engineer: „Wir haben Profinet-Encoder, Steuerungen, die über CAN-Bus angebunden sind, und Modbus-Kraftstoffzähler. Hier sind flexible Lösungen gefragt. Das Gute ist: Auch wenn wir mehr Performance benötigen, bietet Bachmann mit größeren Steuerungen die nötige Flexibilität.“

Voller Überblick

Die Visualisierung erfolgt beim Großteil der Projekte von Verhoef Elektrotechnik mit WebMI pro. Für die Bachmann-Software entwickelt das Team rund um Erwin Ströhmeijer auch eigene Komponenten: „Bei Baggerschiffen ist die Erfassung von Dichte und Durchfluss des gesammelten Gemischs aus Sand und Wasser beispielsweise eine wichtige Information. Diese Kenngrößen geben Auskunft über die Produktion. Die Programmierung dafür war anspruchsvoll, aber gemeinsam mit Bachmann haben wir das hinbekommen.“ Für Überwachungssysteme wie das Kraftstoffmonitoring von Schiffen nutzt Verhoef Elektrotechnik inzwischen auch die intelligenten Funktionen von atvise®.



Ein von Verhoef Elektrotechnik umgesetzter Getriebeprüfstand: Erfolgte die Dokumentation der Prüfung bislang durch das Bedienpersonal von Hand, erhält der Kunde dank WebMI pro und Scope 3 nun automatisch einen detaillierten PDF-Bericht der kompletten Prüfung inklusive Trend der Ein- und Auskupplung. © ADS van STIGT

Die erste Wahl

In den letzten beiden Jahren verzeichnete Verhoef Elektrotechnik ein starkes Wachstum und konnte auch im Bereich der Steuerungstechnik große Fortschritte erzielen. Ihr OEM-Lieferant steht dabei fest: „Wann immer wir die Möglichkeit haben, Bachmann-Lösungen zu nutzen, tun wir das. Das ist unsere erste Wahl“, stellt Edwin van den Dool klar.

Maßgeblich dafür verantwortlich ist neben den Lösungen selbst der intensive Austausch der beiden Parteien auf Augenhöhe. Man arbeite sehr eng und gut zusammen, freut sich Erwin Ströhmeijer: „Sobald wir eine neue Applikation entwickeln, diskutieren wir mit Bachmann, was die beste Möglichkeit ist, ein Projekt umzusetzen. In unserer Zusammenarbeit steckt ganz viel positive Energie.“

Aber auch die zuverlässigen Lieferzeiten seien ein Grund dafür, warum man auf Bachmann vertraut. Während der Corona-Pandemie habe man sich auf Lieferzeiten von wenigen Wochen oder sogar Tagen verlassen können. Das sei auch für die Kunden von Verhoef Elektrotechnik ein starkes Argument gewesen, Bachmann-Lösungen einzusetzen.

Gemeinsam in die Zukunft

Die Projekte von Verhoef Elektrotechnik werden zunehmend umfangreicher und komplexer. Dennoch ist man beim Systemintegrator beruhigt. Denn

mit einem Partner wie Bachmann könne man die Risiken, die damit verbunden sind, getrost eingehen.

Und auch seitens Bachmann bestärkt man diese Richtung, wie Joeri ten Napel, Key Account Manager Marine & Offshore, klarstellt: „Eine der ganz großen Stärken der Spezialisten von Verhoef Elektrotechnik besteht darin, dass sie genau wissen, wozu sie fähig sind – und dann auch gemeinsam klare Entscheidungen treffen. Das bringt einen weiter. Verhoef Elektrotechnik belässt es nicht bei Visionen. An dieser Entwicklung transparent und offen teilhaben zu dürfen, ist eine echte Freude für uns. Heute und auch in Zukunft.“

VERHOEF ELEKTROTECHNIK

- Gegründet 1954 als Verhoef Elektrotechnik (ETB), 2017 Zusammenschluss mit Europe Marine Control (EMC)
- "One-Stop-Shop" mit breiter elektrotechnischer Dienstleistungs-Palette für seine Kunden
- Sitz in Sliedrecht (Niederlande), 55 Mitarbeitende

www.verhoefemc.com/en



Das Mega Jack 5200 System von Mammoet stemmt dank der perfekt synchronisierten Hydrauliklösung von Hycom Dutzende Kilotonnen Gewicht sicher in die Höhe. Die Zylinder heben die Baugruppe wiederholt jeweils einen Meter in die Höhe. Dann wird maschinell ein stabiles Element eingeschoben, auf dem die Struktur wieder abgestellt wird.

Präzise Synchronisierung

MILLIMETER TRIFFT KILOTONNE

Hubzylinder-Lösungen von Mammoet heben extrem schwere Strukturen viele Meter in die Höhe. Die zahlreichen dafür nötigen Hydraulik-Zylinder müssen tausende Tonnen millimetergenau und perfekt synchron nach oben bewegen, um die Sicherheit vor Ort zu gewährleisten. Auf Basis des M200-Steuerungssystems von Bachmann entwickelte der Systemintegrator Hycom B.V. aus Enschede (ehemals Hydrodynamics B.V. Niederlande) ein Hydrauliksystem, das diese Ansprüche bravourös erfüllt.

Hycom ist auf die Entwicklung und Fertigung fortschrittlicher hydraulischer Systeme spezialisiert. Das Unternehmen wurde 1974 gegründet und 2013 vollständig in die Hydac International Group integriert. Zu den Kunden von Hycom zählen namhafte internationale Werften, Baggerbetriebe und Offshore-Anlagenbauer. Einer dieser Kunden ist Mammoet mit seinem Hubzylinder-System Mega Jack 5200.

Mit dem revolutionären System lassen sich enorm große und schwere Aufbauten effizient und sicher in die Höhe heben. Für die Kunden von Mammoet steigert es die Sicherheit, denn ein Großteil der Arbeiten kann vorab in Bodennähe erfolgen. Zudem lassen sich dadurch Kosten bei der Konstruktion einsparen und die Montage beschleunigen. Das schlüsselfertige System verfügt theoretisch über eine unbegrenzte Hubkraft, da sich die starken Hubzylinder-Türme in beliebiger Anzahl erweitern lassen. Mit dem Mega Jack 5200 wurden bereits Strukturen mit über 40.000 Tonnen Gewicht in die Höhe gestemmt.

Vorgänger war zu komplex

Hycom wurde damit beauftragt, die bestehende Hydraulik-Steuerung des Mammoet-Hubsystems zu optimieren. „Das vorherige System hatte einen großen Nachteil: Ein Hubzylinderturm aus vier Zylindern wurde durch zwei kombinierte Doppelachsregler mit je einer eigenen Steuerung, eigenen Schnittstellen und eigener Softwarelösung realisiert.



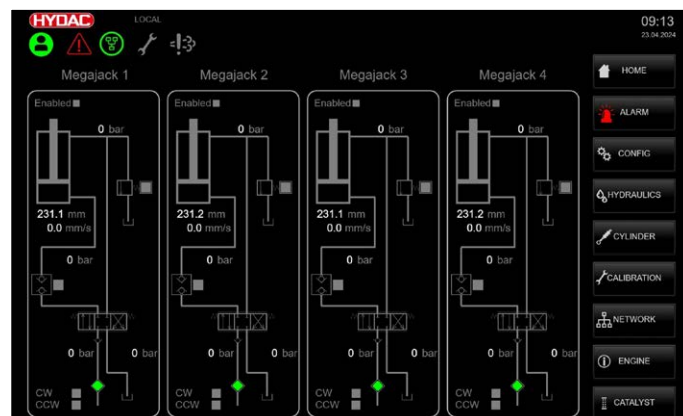
» Mit dieser Lösung lassen sich 40 Zylinder oder mehr mit maximal einem halben Millimeter Toleranz in die Höhe bewegen. «

Roy Beverdam

Geschäftsführer von Hycom B.V.



Je vier Hubzylinder werden von einer Bachmann-Steuerung synchron bewegt. Die Gesamtanzahl dieser Zylinderkombinationen ist theoretisch unbegrenzt und wird je nach Gewicht und Größe der zu hebenden Struktur erhöht.



Klar visualisiert: Mit WebMI pro gewinnt Mammoet tiefe Einblicke in die Details jedes einzelnen Zylinders.

Benötigte man für ein Projekt mehrere Zylindertürme, erhöhte sich die Komplexität des Systems enorm. Deshalb war es für Mammoet sehr schwierig festzustellen, wo ein Problem genau lag, wenn etwas nicht wie gewünscht funktionierte“, klärt Roy Beverdam, Geschäftsführer von Hycom, auf.

Präzise Synchronisierung

Hycom entwickelte in weniger als drei Monaten ein neues Steuerungskonzept. Mit Bachmann machten die Spezialisten bereits bei anderen aktiven Hebesystemen gute Erfahrungen. Deshalb entschied man sich zur präzisen Steuerung und Synchronisierung der Zylindertürme auch bei dieser sicherheitskritischen Anwendung für die echtzeitfähigen Bachmann-Systeme. Jeder Zylinderturm verfügt nun über ein eigenes Bachmann-Automatisierungssystem, welches die Zylinder und alle damit zusammenhängenden Komponenten

wie auch dessen Dieselaggregat exakt steuert. Alle Zylinderturm-Steuerungen sind wiederum über eine zentrale Hauptsteuerung vernetzt. „So lassen sich auch leicht 40 Zylinder oder mehr mit maximal einem halben Millimeter Toleranz in die Höhe bewegen“, zeigt sich Roy Beverdam von der Präzision überzeugt.

Zum Einsatz kommt bei den Untersteuerungen jeweils ein MX207-Prozessor mit einem ISI222-Positioniermodul, einem PVA208-Proportionalventilverstärker, einem AIO216-Universal-Analog-Ein-/Ausgangsmodul sowie einem DIO232-Digital-Ein-/Ausgangsmodul. Die Kommunikation erfolgt dabei via CAN-Bus über das CANopen-Master-Modul CM202.

Alles im Blick

Bedient wird das System sicher aus der Ferne über ein zentrales Human Machine Interface (HMI). Die

Visualisierung der Turm-Steuerungen erfolgt direkt auf der M200-Steuerung mittels WebMI pro, dem Web-HMI mit SCADA-Charakter von Bachmann. Damit gewinnt Mammoet bei Bedarf tiefe Einblicke in die Details jedes einzelnen Zylinders – bis hinunter zum genauen Status der Hydraulikventile, die neben der präzisen Steuerung ebenfalls eine zentrale Rolle für das sichere Heben spielen. „Es ist sehr hilfreich, dass wir mit den Flussdiagrammen genau sehen können, welche Teile unserer Systeme gerade aktiv und welche inaktiv sind“, so Roy Beverdam.

Als äußerst wertvoll habe sich auch Scope 3 herausgestellt, ergänzt Roel Ymker, Applikationsingenieur bei Hycom: „Die Scope-Funktion ist wirklich großartig. Sie hilft uns sehr bei der Inbetriebnahme und Fehlersuche. Wir können uns damit alle Kanäle im Detail ansehen und anschließend einfach in MATLAB Simulink® Analysen durchführen.“

Intelligente Software

Normalerweise benötigt man spezielle Stand-Alone-Achsregler, um alle möglichen Lastfälle zuverlässig zu regeln, so Roel Ymker: „Diese bringen jedoch eine hohe Prozesslast mit sich. Dank Bachmann war es uns möglich, alle Kalkulationen in unserer Software und direkt auf der Steuerung zu lösen. Damit haben wir eine komplette integrierte Lösung geschaffen.“

Das Anwendungsprogramm erstellte Hycom so flexibel, dass sich die unterschiedlichen verwendeten Dieselaggregate einfach einbinden lassen. Ein wichtiges Detail der Software ist die Laststeuerung: „Um die Struktur ruhig zu halten, muss man die Kräfte langsam erhöhen, bevor die Last zum ersten Mal angehoben wird. Abhängig von der Position wird die Last dann unterbaut, um ein gerades Anheben zu ermöglichen“, erklärt Roel Ymker, und ergänzt: „Eine weitere Herausforderung stellte die Dynamik dar. Anfangs

war es nötig, jeweils nach wenigen Metern Hub die Steuerungsparameter anzupassen, da sich die Dynamik des Systems mit der Höhe ändert.“ Deshalb baute man einen elektronischen Druckkompensator ein, um das System unabhängig von der Höhe mit denselben Parametern betreiben zu können.

Neue Projekte

Hycom arbeitet mit Bachmann bereits an den nächsten Projekten, unter anderem an der Errichtung des Fehmarnbelt-Tunnels zwischen Dänemark und Deutschland – dem längsten Absenktunnel der Welt, der 2029 fertiggestellt werden soll. Dabei kümmern sich die Spezialisten um die exakte Positionierung der 89 Tunnelemente am Meeresboden. Hier treffen Millimeter auf Kilometer, denn bei einer Tunnellänge von 18 km ist eine Positioniergenauigkeit von nur 15 mm gefordert. Die Kommunikation erfolgt dabei über das offene Echtzeitübertragungsprotokoll bluecom.



Video:
Mega Jack 5200 in Aktion

HYCOM B.V.

- Spezialisiert auf die Entwicklung und Fertigung fortschrittlicher hydraulischer Systeme und zugehöriger Steuersysteme
- Gegründet 1974, seit 2013 Teil der Hydac International Group mit über 10.000 Mitarbeitenden
- Sitz in Apeldoorn, Niederlande

www.hycom.nl



» Mit Bachmann konnten wir alle Kalkulationen in unserer Software und direkt auf der Steuerung lösen. Damit haben wir eine komplette, integrierte Lösung geschaffen. «

Roel Ymker

Applikationsingenieur bei Hycom B.V.

UNBELASTET IM WIND

Rotorblätter moderner Windenergieanlagen können über 70 Meter lang sein und wiegen 15 Tonnen und mehr. Leicht nachvollziehbar, dass sie damit extremen dynamischen Belastungen ausgesetzt sind, die im schlimmsten Fall zu einer Beschädigung des Blattes führen können. Um diese möglichst frühzeitig zu erkennen, setzt die chinesische CRRC Shandong Wind Power Co., Ltd. auf ein System zur Blattlastmessung von Bachmann.

Schäden an Rotorblättern einer Windenergieanlage sind kritisch. In fortgeschrittenem Zustand können sie zur Zerstörung des Blattes oder gar der Windenergieanlage als Gesamtes und damit einer großen Gefährdung führen. Dann wird eine Reparatur aufwendig und kostenintensiv, die Anlage steht eine geraume Zeit still und ihre Erträge fallen aus.

Das Bewahren der strukturellen Integrität der Rotorblätter ist von entscheidender Bedeutung nicht nur zum Erhalt der Anlagensicherheit, sondern dient auch der Maximierung des Energieertrags: Schäden an Rotorblättern können deren aerodynamische Effizienz beeinträchtigen und somit die Stromproduktion verringern. „Mit einer permanenten Strukturüberwachung erkennt man zum frühestmöglichen Zeitpunkt bereits kleinere Schäden, kann diese reparieren und so teure Instandsetzungen oder den Austausch ganzer Rotorblätter vermeiden.“ bemerkt Yanhao Xu, Geschäftsführer der Bachmann electronic Technical Services (Shanghai) Co., Ltd.

Präzise Lasterfassung mit Cantilever-Sensor

Die CRRC Shandong Wind Power Co., Ltd., einer der führenden Hersteller großer Windenergieanlagen in China, hat sich deshalb dazu entschieden, zukünftig die an den Rotorblättern wirkenden Kräfte mit einem Bachmann-System in Echtzeit zu erfassen und gegebenenfalls zu reduzieren.

Ausschlaggebend für den Entscheid pro Bachmann waren die Cantilever-Sensoren CLS300. Deren Langzeitstabilität, die einfache Installation sowie die unproblematische Inbetriebnahme im Vergleich zu den üblicherweise verwendeten faseroptischen Sensoren überzeugten die Ingenieure des chinesischen Windenergie-Spezialisten.

Komplettsystem von Bachmann

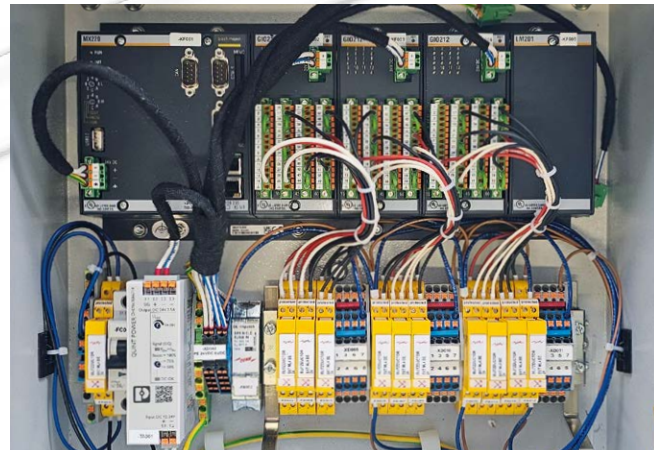
„Wir liefern CRRC Shandong Wind Power Co., Ltd. eine Komplettlösung zur Messung der Blattbelastung. Diese beinhaltet die Installation und Verkabelung der CLS300-Sensoren einschließlich des Schaltschranks sowie die Filterung und Kalibrierung der Signale und die Berechnung der Blattlasten“, beschreibt Yanhao Xu das Bachmann-Angebot. Je zwei CLS300-Sensoren werden in Nabennähe der drei Rotorblätter installiert und über Kabel mit dem Steuerschrank in der Nabe verbunden. Dort werden die Signale an einem GIO212-Modul der Bachmann M200-Steuerung mit MX207-Prozessor aufgelegt. Die Blattlastwerte werden über einen CANopen-Feldbus von den Sensoren an das Hauptsteuerungssystem der Windenergieanlage übertragen und dort in Echtzeit mit den Entwurfswerten des Herstellers verglichen. Überschreiten die berechneten Werte einen Grenzwert, wird über die Stellung der Rotorblätter zum Wind (Pitch) die Blattlast reduziert.

Geringe Wartungskosten

Ein weiteres wichtiges Argument für die Auswahl der CLS300-Sensoren waren die erkennbar geringeren Folgekosten, denn im Gegensatz zu optischen Sensoren können diese im Wartungsfall zerstörungsfrei ausgetauscht werden. Es ist jedoch sehr unwahrscheinlich, dass die Sensoren jemals ausgetauscht werden müssen: „Der Sensor ist gekapselt, liegt nicht im Kraftfluss und unterliegt damit keiner Alterung“, erklärt Yanhao Xu.

Wirtschaftlichkeit im Fokus

Für CRRC Shandong Wind Power Co., Ltd. ist entscheidend, dass das System zu einer längeren Lebensdauer bei geringeren Wartungskosten ihrer Anlagen und damit zur Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit der Windenergie beiträgt. Außerdem gelingt es so, die mit zunehmender Anlagengröße immer strengeren regulatorischen Anforderungen in Bezug auf die Anlagensicherheit einzuhalten.



Die Steuerung zur Blattlastmessung ist in einem kompakten Schaltschrank in der Nabe der Windenergieanlage untergebracht.



Serientaugliche, rasche Installation: Die Cantilever-Sensoren CLS300 werden als vorausgerichtete Sensoreinheit auf einer Montageschiene geliefert und einfach aufgeklebt.



CANTILEVER-SENSOR

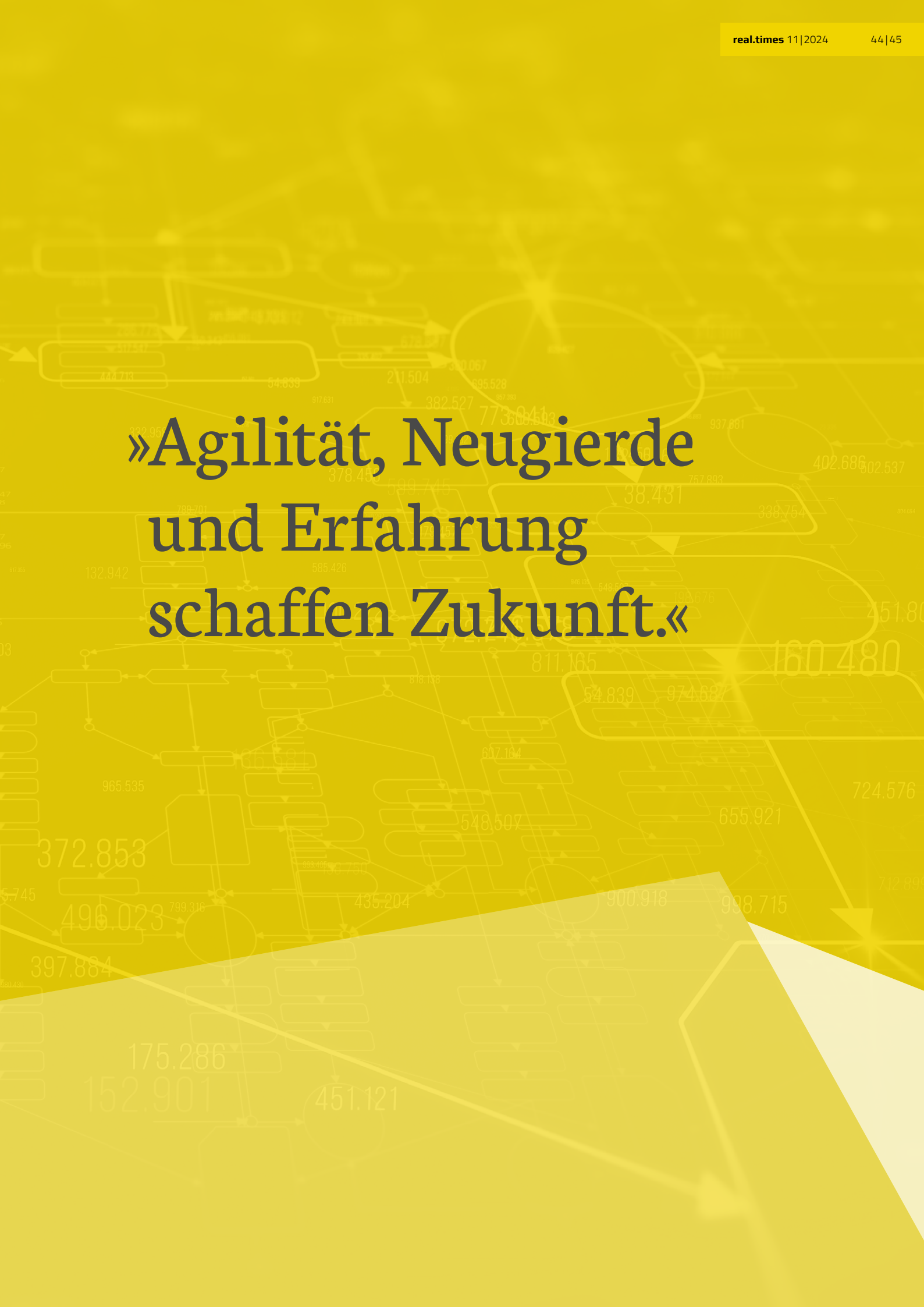
Die Sensoreinheit des CLS300, bestehend aus einem einseitig eingespannten Kragarm (Cantilever) und einem gegenüberliegenden Näherungssensor, ermöglicht die Überführung einer Dehnungsmessung in eine einfache Abstandsmessung. Aufgrund der induktiven Wegmessung unterliegt der CLS300 dabei keiner mechanischen Verformung. Das Messprinzip garantiert deshalb auch die Langzeitstabilität des Sensors.

Mehr dazu auf S. 64/65

CRRC SHANDONG WIND POWER CO., LTD.

- Einer der größten Hersteller von Windenergieanlagen in China
- Gegründet im Jahr 2009, Tochtergesellschaft von CRRC Co. Ltd.
- Hauptsitz in Shandong (CN)
- Mehr als 3.000 Mitarbeitende

www.crccshandong.com



»Agilität, Neugierde
und Erfahrung
schaffen Zukunft.«

KONFIGURIEREN MIT TURBO-BOOST

Ein neues System voll integriert in eine bewährte Umgebung: Das Engineering und die Konfiguration der flexiblen M100-I/O-Module von Bachmann kann mit dem gewohnten „SolutionCenter“-Interface erfolgen. Ein ganzes Paket an hilfreichen Komfortfunktionen sorgt dabei für eine hohe Effizienz bei der Bearbeitung – und speziell in der Initial-Konfiguration.

Kanäle konfigurieren im Eiltempo – auch ohne Hardware

Der völlig neue Stations- und Kanal-Konfigurator macht die Konfiguration von M100-I/O-Stationen zu einem einfachen Unterfangen: Die geteilte Bildschirmansicht umfasst zum einen eine grafische Interpretation der realen Steuerungs-Hardware, in der freie, konfigurierte und aktive Pins ersichtlich sind. Zum anderen findet sich in der Darstellung gegenüber eine kontextabhängige Kanalliste, die Funktionen, Adressen, Prozesswerte sowie Synchronisations-Einstellungen beinhaltet. Diverse hilfreiche Filter- und Suchmöglichkeiten sorgen für einen schnellen Durchblick. Die wichtigsten Funktionen sind über Schnellzugangs-Icons erreichbar, ohne die Anzeige dabei visuell zu überladen. Zudem kann auch bequem mit der Tastatur innerhalb der Kanalliste navigiert und Parameter schnell geändert werden.

Auch bei der Detailkonfiguration der Kanäle haben die User-Experience-Experten von Bachmann großen Wert auf einen möglichst einfachen und intuitiven Workflow gelegt. Ein Verdrahtungsschema, welches die elektrische Funktion sowie Pin-Nummern zeigt, hilft bei der elektrischen Diagnose. Abhängig von der gewählten Kanalfunktion werden Signalparameter mit aussagekräftigen Namen angezeigt.



Äußerst hilfreich dabei: Die endgültige I/O-Hardware ist zum Vor-Konfigurieren der Kanäle nicht erforderlich. Die Konfiguration wird auf dem Main-Device gespeichert. So kann die Konfiguration bereits früh erfolgen, auch wenn die Hardware noch nicht fixiert oder vollständig verfügbar ist.

CSV-
Export

	A	B	C	D	E	F
1	id	name	channelFunctionId	station	slot	channel
2	4196f136-fec6-4c15-bc67-f793e8f34706	DO_EXT2_10101_2	DO	1001		
3	d2181c53-9bba-4973-bb07-c4e7efaf277b	DO_EXT2_10101_2	DO	1001		
4	edf8ce1f-0e86-4ff5-aa8f-0d8d13c582b7	DO_TIMED_10101_1	TO	1001	1	1
			DO	1001	1	3
			VO	1001	1	4
			VI	1001	1	5
			DI	1001	2	1
			DI	1001	2	2
			DI	1001	2	3
			DI	1001	2	4
			DI_EXT	1001	2	5
			DI_EXT	1001	2	6
			DI_EXT	1001	2	7
			DI_EXT	1001	2	8
			DI	1001	2	9
			DI	1001	2	10

Kanal	Prozesswert	Filter	Suche
Kanalname	Kanalfunktion	Adresse	
DO_EXT2_10101_2	01* Digital Ausgang (EXT)	1001 -- --	
DO_EXT2_10101_2	01* Digital Ausgang (EXT)	1001 -- --	
DO_TIMED_10101_1	01* DO zeitgesteuert	1001 01 1	
DO_EXT3_10101_3	01* Digital Ausgang (EXT)	1001 01 3	
AO_10101_4_AnalogeVoltOut	V* Spannung Ausgang	1001 01 4	
AO_10101_5_AnalogeVoltIn	V* Spannung Eingang	1001 01 5	
DI_10102_1	01* Digital Eingang	1001 02 1	
DI_10102_2	01* Digital Eingang	1001 02 2	
DI_10102_3	01* Digital Eingang	1001 02 3	
DI_10102_4	01* Digital Eingang	1001 02 4	
DI_EXT_10102_5	01* Digital Eingang (EXT)	1001 02 5	
DI_EXT_10102_6	01* Digital Eingang (EXT)	1001 02 6	

adaptiver
Import

Sehr effizient: Kanallisten lassen sich per Knopfdruck als CSV-Datei exportieren und mit externen Tools schnell bearbeiten. Beim adaptiven CSV-Import werden Parameter vorhandener Kanäle in der Liste aktualisiert und neue Kanäle hinzugefügt. Anschließend können bei Bedarf alle Kanäle automatisch mit einem Klick den vorhandenen Hardwaremodulen zugewiesen werden.

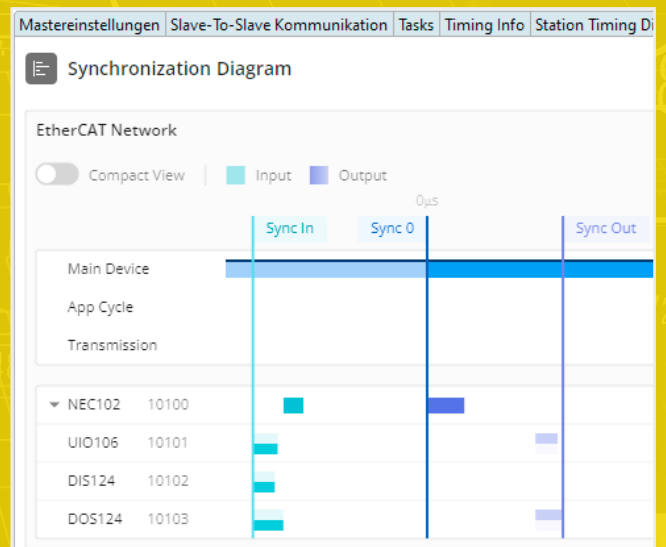
Große Listen im Handumdrehen bearbeiten

Kanallisten umfassen teilweise mehrere Hundert Einträge. Hier sorgt die CSV-Import- und Exportfunktion für einen wahren Boost. Damit lassen sich Kanallisten mitsamt Kanalnamen, -funktionen und Hardware-Adressen mit Elektro-Planer-Tools und diversen Editoren austauschen und bearbeiten. So können einfach und schnell weitere Zeilen bzw. Kanäle hinzugefügt werden.

Der anschließende Import ins SolutionCenter erfolgt dabei adaptiv: Wurden in der Datei neue Kanäle hinzugefügt, werden sie auch im SolutionCenter ergänzt. Geänderte Kanalnamen oder -funktionen bestehender Kanäle werden in die Konfiguration übernommen und aktualisiert. Damit lassen sich im Nachhinein geänderte Kanalparameter – beispielsweise angepasste Kanalnamen aufgrund aktualisierter Schaltpläne – schnell und einfach integrieren.

Kanäle sicher der Hardware zuweisen

Bei der Zuweisung der Kanäle zur Hardware hilft das SolutionCenter, Fehlkonfigurationen zu vermeiden. Ein Kanal kann nur denjenigen Modulen zugewiesen werden, welche



Massiv erleichterte Diagnose: Das Synchronisierungs-Diagramm summiert die Signal-Verarbeitungszeiten aller sich im EtherCAT-Netzwerk befindlichen M100-Stationen und -Module und gibt Aufschluss, ob sich alle Signale zuverlässig innerhalb der Zykluszeit übertragen lassen.

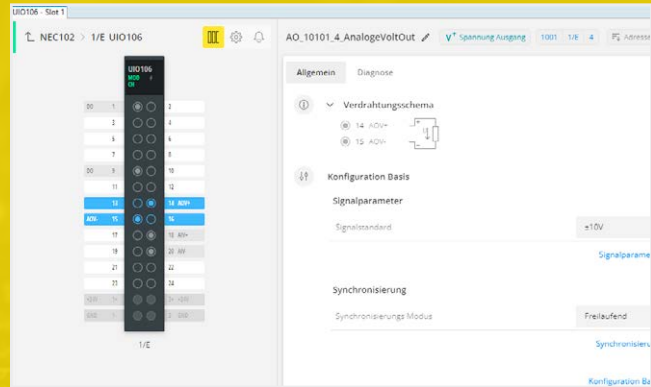
die gewählte Kanalfunktion anbieten. Die Zuweisung über „Drag&Drop“ auf die grafische Hardware-Ansicht ist ebenfalls möglich. Auch hier lässt sich ein Kanal nur denjenigen Pins zuordnen, die die Kanalfunktion unterstützen.

Das SolutionCenter bietet ein weiteres, enorm zeitsparendes Feature für die Kanalzuordnung: Eine beliebig lange Kanalliste lässt sich mit einem einzigen Knopfdruck automatisch der

verfügbaren Hardware zuweisen. Das SolutionCenter erstellt einen sinnvollen Zuweisungsvorschlag, der nach einer Bestätigung übernommen wird. Speziell bei der Initial-Konfiguration des Systems ist dies sehr hilfreich und reduziert den Zeitaufwand massiv.

Sicher im Zyklus bleiben

Eine spezielle Funktion sorgt bei der Anbindung der M100-I/O-Stationen via EtherCAT für einen transparenten Einblick in den Übertragungszyklus sowie in die zu übertragenden Datenmengen. Das Synchronisationsdiagramm zeigt die Zykluszeit sowie die Signalerfassungszeiten aller M100-Stationen und -Module. So ist unmittelbar ersichtlich, wenn sich die Datenmenge aller Signale nicht innerhalb der Zykluszeit



Übersichtliche Detailkonfiguration: Ein Verdrahtungsschema zeigt die elektrische Funktion sowie Pin-Nummern. Signalparameter weisen aussagekräftige Namen auf. Das erleichtert die Diagnose.

atvise® in der Cloud

atvise®

VON OBEN SIEHT MAN BESSER

Dank Containerbetrieb und einem durchgängigen Mandantenkonzept lässt sich das plattformunabhängige atvise® sicher als übergeordneter IoT-Service nutzen. Eine zentrale atvise®-Instanz in der Cloud dient dabei als Datendrehschreibe und stellt Bedienern zielgerichtet gebündelte Daten unterschiedlichster Strukturen und Anlagen bereit.

Durchgängige Mandantenfähigkeit

Ein leistungsstarkes Nutzermanagement mit feingranularem Berechtigungskonzept sorgt für erhöhte Sicherheit. Für Visualisierungsaktionen werden verschlüsselte, nutzerspezifische OPC-UA-Verbindungen zur Datenquelle aufgebaut, die eine lückenlose Nachverfolgung aller Handlungen erlauben. Dank OPC UA „Alarms and Conditions“ lassen sich dabei direkt die Alarme der Datenquelle verwenden, was Betreibern erhebliche Einsparungen beim Engineering ermöglicht.

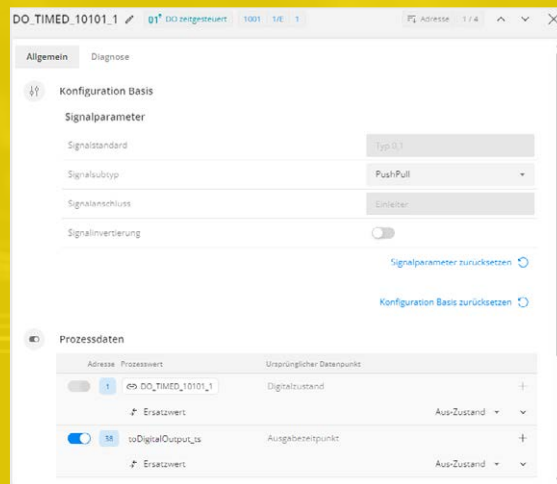
Gezielte und reduzierte Darstellung

Dank der individuell zugewiesenen Berechtigungen können jedem Nutzer exakt diejenigen Seiten in der atvise®-Benutzeroberfläche aufgeschaltet werden, die für ihn relevant sind. Auch die Einstiegsseite lässt sich nutzerspezifisch gestalten. Selbst wenn hunderte weltweit verteilte Anlagen

übertragen lässt. Daten können in der Folge gezielt reduziert und optimiert werden. Im Vergleich zu einer physikalischen Messung vereinfacht diese Übersicht die Diagnose der Synchronisation erheblich.

Intuitiv in die Applikation einbinden

Die nun einfacher und schneller definierbaren Kanalnamen lassen sich wie gewohnt 1:1 in der Applikation als Variablen verwenden. Alternativ kann auch nach wie vor die IEC61131-3-konforme I/O-Adressierung verwendet werden.



Verteilte Präzisions-Uhren:

Dank hochgenauer und synchronisierter Uhren in jedem Modul lassen sich zeitkritische Ereignisse exakt bestimmen. Beispielsweise können Ausgänge zeitgesteuert und autonom geschaltet oder Eingangs-Flanken gemessen werden. Durch die auf der Hardware verfügbaren Zeitstempel reduziert sich der Übertragungsaufwand.

in einer zentralen atvise®-Instanz verwaltet werden: Lokale Betreiber und Service-Teams finden stets eine auf das Wesentliche reduzierte und individuell konfigurierte Benutzeroberfläche vor, welche ausschließlich die dort vorhandenen Anlagen zeigt.

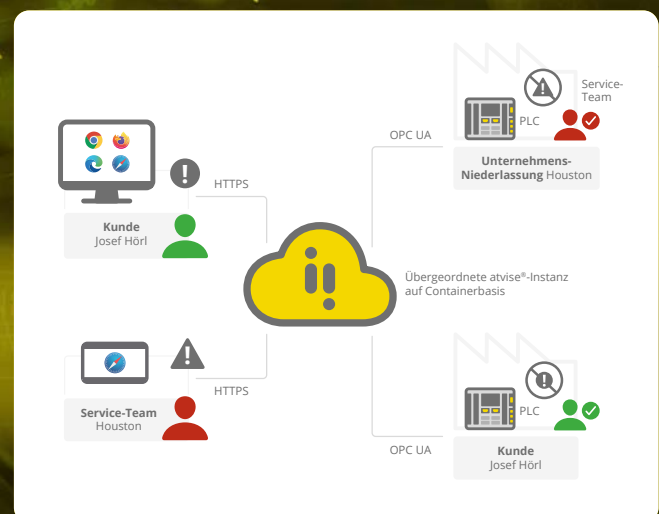
SCADA als Service

Des Weiteren können Systemintegratoren mit atvise® ihre Visualisierung einfach branchenunabhängig als SCADA-as-a-Service-Lösung anbieten und in ihrer eigenen Cloud für die verschiedenen Kundenprojekte dynamisch atvise®-Instanzen auf Container-Basis generieren. Damit entfällt die Hardware-Inbetriebnahme beim Kunden und die Konfiguration von atvise® erfolgt auf Knopfdruck.

Bei Bedarf übernimmt Bachmann gerne die Individualisierung der zentralen IoT-Plattform und definiert Details wie optimal dargestellte Responsive-Ansichten oder dynamische Vorgänge beim Generieren der Anlagenbäume.

Sichere Authentifizierung

Mit Version 3.10 wurden auch die Login-Möglichkeiten erweitert: Ab sofort unterstützt atvise® die Zwei-Faktor-Authentifizierung. Für einen sicheren Login im Browser lassen sich dadurch gängige Authenticator-Apps am Smartphone verwenden. Alternativ besteht die Möglichkeit, den zweiten Login-Faktor per E-Mail zu erhalten.



Jedem das Seine: Sichere, benutzerspezifische Verbindungen zur Datenquelle über OPC UA sorgen für eine lückenlose Nachverfolgung aller Aktionen und ermöglichen ein durchgängiges Berechtigungskonzept.

Übrigens: Der atvise® builder bringt in der Version 3.10 neue Usability-Features mit, und durch das Redundanz-Erweiterungspaket wird das Handling wichtiger Funktionen wie dem Hot-Standby-Betrieb für erhöhte Ausfallsicherheit weiter vereinfacht.

WELLEN, WIND UND HIGHTECH



SHM für Offshore-Wind

WELLEN, WIND UND HIGHTECH

Die Offshore-Windenergie hat sich als zentrale Säule der globalen Energiewende etabliert und trägt erheblich zur Reduzierung von CO₂-Emissionen bei. In Europa wird erwartet, dass bis 2030 etwa 64 GW an neuer Offshore-Windleistung installiert werden. Damit solche Projekte nicht nur realisiert, sondern auch langfristig rentabel betrieben werden können, spielt das Structural Health Monitoring (SHM) eine immer bedeutendere Rolle.



SHM ermöglicht nicht nur die Überwachung und frühzeitige Erkennung von Strukturproblemen, sondern trägt auch dazu bei, die geplante Laufzeit von Windenergieanlagen (WEA) zu maximieren, die mittlerweile auf 35 Jahre und mehr ausgelegt sind.

Wirtschaftlichen Erfolg sicherstellen

Eine wichtige Orientierungshilfe zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Offshore-Projekten sind die Stromgestehungskosten (Levelized Cost of Electricity, LCOE). Niedrigere LCOE bedeuten zwar grundsätzlich eine höhere Rentabilität. Faktoren wie die Laufzeit der Anlagen sowie der reale kalkulatorische Zinssatz spielen dabei jedoch eine entscheidende Rolle. Angesichts gestiegener Finanzierungskosten ist es für Projektentwickler und Betreiber deshalb essenziell, Investoren eine plausible und fundierte Strategie zur Sicherstellung des Projekterfolgs vorlegen zu können. Eine optimierte Betriebs- und Instandhaltungsstrategie, die durch SHM unterstützt wird, ist hierbei von zentraler Bedeutung.

Relevanz von SHM nimmt zu

SHM wird auch deshalb immer wichtiger, weil die Leistungsfähigkeit der Offshore-Windenergieanlagen kontinuierlich steigt. Im Jahr 2023 lag die durchschnittliche Leistung neuer

Anlagen bei über 9,7 GW. Diese Erhöhung wurde unter anderem durch den Einsatz längerer Rotorblätter sowie die Optimierung der Triebstrangkomponenten hinsichtlich Leistung und Gewicht erreicht. Dies wiederum führte jedoch dazu, dass strukturelle Sicherheitsfaktoren reduziert werden mussten, was in Folge das Risiko von Ausfällen und Schäden erhöht. Überdies hat sich in der Praxis gezeigt, dass die aus dem Modelldesign abgeleiteten Eigenfrequenzen häufig erheblich von den tatsächlichen Betriebsfrequenzen der Anlagen abweichen, beispielsweise bei festen Bodengrundamenten in Abhängigkeit von den geologischen Gegebenheiten des Meeresbodens. Damit ist nicht auszuschließen, dass im Betrieb der Anlagen Bereiche angefahren werden, die dauerhaft unzulässig sind. Infolgedessen muss sowohl bei Bauwerks- als auch bei Maschinenkomponenten mit übermäßiger Alterung und Verschleiß gerechnet werden, was schließlich hohe Kosten verursachen kann.

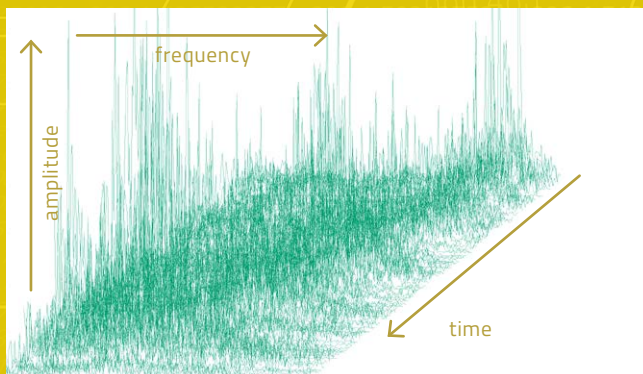
Condition Monitoring wird SHM

Körperschallbasierte Condition Monitoring Systeme (CMS) haben sich als unverzichtbar für die Fehlerfrüherkennung an den Maschinenkomponenten des Triebstrangs etabliert. Insbesondere in Offshore-Windenergieanlagen sind sie heute Standard und ein wesentlicher Bestandteil jeder Instandhaltungsstrategie. Die Weiterentwicklung dieser Systeme

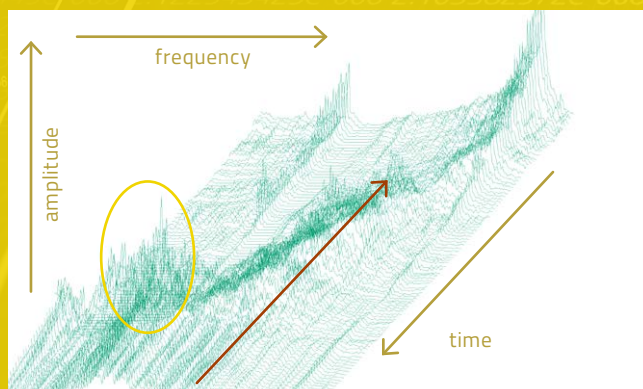


» Es ist nicht auszuschließen, dass im Betrieb einer Windenergieanlage Bereiche angefahren werden, die dauerhaft unzulässig sind. «

Holger Fritsch
Bachmann Monitoring GmbH



Unbearbeitetes Wasserfallspektrum der im Triebstrang installierten Körperschallsensoren einer havarierten Windenergieanlage.



Aus dem Gesamtfrequenzspektrum extrahiertes Eigenfrequenzspektrum: Die ausgeprägte Veränderung der Struktur ist deutlich erkennbar (roter Pfeil). Der Havariefall mit Bruch der Struktur (gelber Kreis) wäre mit einer von Bachmann patentierten Methode vorhersehbar gewesen.

hin zu einem umfassenden SHM, welches auch strukturelle Veränderungen der Anlagen überwachen kann, ist deshalb ein klarer Entwicklungstrend.

Eine Ausweitung in Richtung SHM wird zum einen durch den Einsatz neuer mathematischer Analysemethoden und zum anderen durch zusätzliche hardwaretechnische Erweiterungen ermöglicht. Beispiele dafür sind die Integration von 3D-MEMS-Sensoren oder der Einsatz der von Bachmann entwickelten Cantilever-Sensoren „CLS“. Diese Messfühler erfassen feinste strukturelle Veränderungen und liefern Daten, die für eine präzise Zustandsüberwachung unerlässlich sind.

Risiken sind real

Ein Vorfall im Jahr 2018 verdeutlicht die Bedeutung von SHM: Im April dieses Jahres stürzte das Maschinenhaus (Gondel) der AV07 im Windpark Alpha Ventus – dem ersten deutschen Offshore-Forschungswindpark – ins Meer. Die Ursache war zunächst unklar, und alle typengleichen Anlagen wurden vorsorglich abgeschaltet. Die Folgekosten dieses Schadens waren erheblich und erreichten durch alle im Nachgang notwendigen Maßnahmen eine signifikante Größenordnung.

Die betroffenen Anlagen waren bereits werkseitig mit CMS ausgestattet, deren Hauptaufgabe es jedoch war, Fehler an Getrieben und Lagern zu erkennen. Diese Systeme waren nicht darauf ausgelegt, strukturelle Veränderungen der Gondel zu überwachen. Nach dem katastrophalen Versagen der Struktur stand deshalb die Frage im Raum, ob die am Triebstrang installierten Sensoren diesen Schaden hätten

vorhersehen und so ein solcher Vorfall hätte vermieden werden können.

Neben den finanziellen Auswirkungen stellen solche Ereignisse auch ein großes Sicherheitsrisiko dar. Zwei Wochen vor der Havarie hatten Taucher Wartungsarbeiten am Fundament genau dieser Anlage durchgeführt. Die Vorstellung, was hätte passieren können, wenn der Unfall während dieses Zeitfensters geschehen wäre, verdeutlicht die Dringlichkeit einer umfassenden Überwachung der Anlagenstruktur.

Patentierte Erweiterung

Um den Zustand von Komponenten des Triebstrangs zu beurteilen, werden die von den installierten Körperschallsensoren gelieferten typischen Frequenzmuster ausgewertet. Diese sogenannten kinematischen Frequenzen sind unter anderem durch ihre Drehzahlabhängigkeit gekennzeichnet. Demgegenüber widerspiegeln die sogenannten Eigenfrequenzen (Strukturfrequenzen) die Eigenschaften des Anlagendesigns. Kinematische und Eigenfrequenzen sind jedoch einander überlagert. Ohne spezielle Maßnahmen können die daraus resultierenden Frequenzspektren kaum interpretiert werden, was die Fehlerfrüherkennung erschwert.

Prof. Michael Schulz von Bachmann electronic hat während der Datenanalyse der vorhandenen CMS-Daten jener havarierten WEA einen mathematisch gut abgesicherten Weg gefunden, die drehzahlabhängigen kinematischen Frequenzen von den Struktureigenfrequenzen zu trennen. Die Wirksamkeit dieser inzwischen zum Patent angemeldeten Methodik konnte bereits in mehreren signifikanten Fällen nachgewiesen werden. Damit ließ sich beispielsweise bei den oben erwähnten WEA-Typen ein teurer konstruktiver Retrofit vermeiden, dessen Wirksamkeit zudem unsicher war. Durch die Installation nur eines zusätzlichen Sensors, der die Datenqualität sicherstellte, konnten die Analyseergebnisse noch weiter verbessert werden. Die Kosten für diesen Sensor waren dabei um Größenordnungen geringer als die angedachten Retrofit-Maßnahmen.

Weniger Kosten, mehr Sicherheit und Effizienz

Dieses Beispiel zeigt deutlich, wie SHM-Erweiterungen bestehender CMS-Systeme nicht nur Kosten sparen, sondern auch die Sicherheit und Effizienz von WEA erhöhen können. Sie sind heute nicht mehr nur eine theoretische Option, sondern haben sich in der Praxis bewährt. Als besonders wertvoll haben sie sich in der Erkennung von Anomalien erwiesen, beispielsweise beim Monitoring von Hybriddtürmen oder beim Vergleich des Verhaltens von WEA innerhalb eines Windparks.

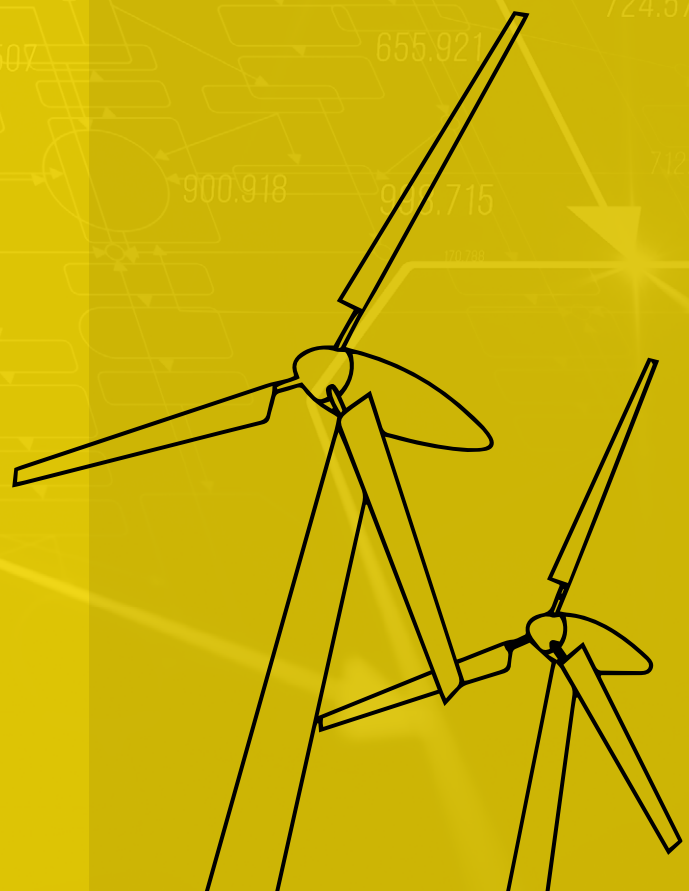
SHM-/CMS-Systeme können damit nicht nur das Risiko von Ertragsausfällen minimieren, sondern auch die Laufzeit der

Anlagen verlängern und so ihre Wirtschaftlichkeit erhöhen. Die Investitionskosten solcher Systeme sind inzwischen so weit gesunken, dass sie nur noch einen Bruchteil der Gesamtkosten der Anlage ausmachen.

Eines ist klar: Die Zukunft der Offshore-Windenergie wird maßgeblich von solchen innovativen Technologien geprägt sein, die Sicherheit, Effizienz und Rentabilität vereinen.



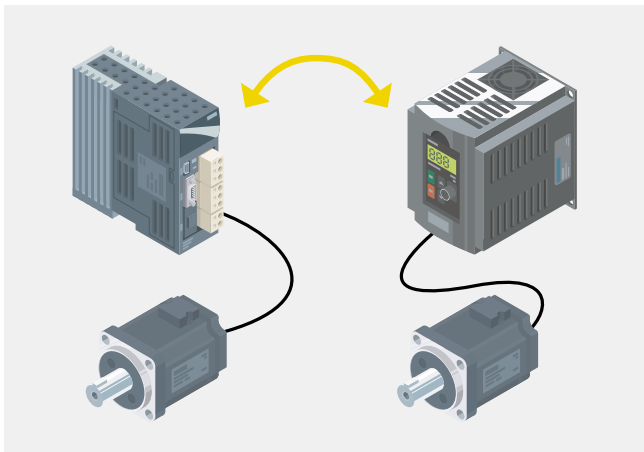
Prof. Michael Schulz von Bachmann electronic hat im Zuge der Datenanalyse der abgestürzten Gondel von Alpha Ventus einen mathematisch gut abgesicherten Weg gefunden, die drehzahlabhängigen kinematischen Frequenzen von den Struktureigenfrequenzen zu trennen.



»Fokussierung
erzeugt fortschrittliche
Detaillösungen.«

DRIVE MIDDLEWARE: NOCH UNABHÄNGIGER DANK ANTRIEBSZUWACHS

Mit den Bachmann Regler- und Motion-Lösungen lassen sich Bewegungsachsen über elektrische Antriebe verschiedener Hersteller einfach verfahren und exakt positionieren. Dank der zwischengelagerten Drive Middleware können Anwender ihre Applikationen herstellerunabhängig entwickeln. Neu unterstützt werden zusätzliche Servoantriebe von Festo, Yaskawa und Schneider Electric. Die ersten Anwendungen werden damit bereits bei Kunden von Bachmann umgesetzt.



Die Drive Middleware von Bachmann ermöglicht Anwendern die Erstellung einer Applikation unabhängig vom eingesetzten Antriebshersteller.

Die Drive Middleware von Bachmann abstrahiert Feldbusantriebe. Sie kapselt die Antriebs-Zustandsmaschine sowie Referenzier-Routinen und damit herstellerspezifische Antriebseigenschaften. Entwickler erhalten dadurch eine antriebsunabhängige Schnittstelle hin zu ihrem Anwenderprogramm. Die Basisautomatisierung wird beschleunigt und die Inbetriebnahmezeit verkürzt. Zudem schafft die Drive Middleware Flexibilität für die Zukunft, denn der Antrieb kann jederzeit ausgetauscht werden, ohne die Motion-Applikation anpassen zu müssen.

Festo-Antriebsverstärker: Messtaster-Positionierung bei Dorst Technologies

Neu unterstützt wird der ein- oder dreiphasige Antriebsverstärker CMMT-AS von Festo zur Ansteuerung von Servomotoren. Dorst Technologies verwendet diesen Typ zur exakten Vermessung gepresster Bauteile. Hierbei wird ein Messtaster durch zwei Festo-Antriebe in x- und y-Richtung bewegt. Beide Achsen werden über Bachmanns M-SMC entlang der gewünschten Bewegungsbahn verfahren.



Eröffnet neue Märkte: FoamaTec nutzt den neu unterstützten Antriebstop von Schneider Electric zum synchronen Verfahren einer Schließeinheit für große Partikelschäummaschinen.

„Die Entwicklung von Standardapplikationen gestaltet sich für uns mit M-SMC und der Drive Middleware wirklich einfach. Durch die Nutzung der bereitgestellten Motion-Funktionalität sparen wir viel Entwicklungszeit und können damit unsere Maschinenpreise ganz anders gestalten. Zudem ermöglicht uns die Drive Middleware, dass wir den vom jeweiligen Kunden präferierten Antriebshersteller einsetzen, ohne die Applikation ändern zu müssen. Das ist ein großer Gewinn für uns“, freut sich Kilian Abeltshauser, Softwareprogrammierer bei Dorst, und erklärt weiter: „Wir erstellten initial ein Template mit den relevantesten Befehlen wie Ziel- und Geschwindigkeitsvorgabe oder Tipp-Betrieb. Für neue Applikationen müssen diese getesteten Codeteile nur mehr korrekt aneinandergereiht werden. Damit

sind völlig unterschiedliche Applikationen inklusive dem jeweils gewünschten Antriebshersteller in kurzer Zeit umsetzbar.“

Servoverstärker von Schneider Electric: Schließeinheit von FoamaTec

Der ebenfalls ein- oder dreiphasig angeschlossene Antriebsverstärker LXM32M von Schneider Electric wird nun auch von der Drive Middleware unterstützt. FoamaTec nutzt diesen Antriebstyp beispielsweise zur Positionierung der Schließeinheit einer Partikelschaummaschine, mit der Verpackungen hergestellt werden. Die Form wird über zwei synchron verfahrenende EtherCAT-Antriebe geschlossen, bevor Partikelschaum eingebracht, erhitzt und verfestigt wird. „Die Antriebe müssen perfekt synchron laufen, ansonsten würden Form und Maschine zerstört werden“, klärt Eugen Laubach, Geschäftsführer von FoamaTec, auf. Die Betätigung der Schließeinheit erfolgt hierbei über Kniehebel, wodurch sich das Drehmoment über den Verfahrweg nicht linear ändert. Dazu benötigt man ein absolut zuverlässiges Echtzeitsystem, das präzise auf die unterschiedlichen Drehmomentanforderungen reagieren kann. Mit der Steuerung von Bachmann sei das aber kein Problem, so der Geschäftsführer. „Dank dem synchronen Verfahren mit dem neuen Antriebstyp können wir ab jetzt großformatigere Produkte herstellen und ein neues Marktsegment bedienen. Und mit der Drive Middleware wurden nur einige wenige Handgriffe benötigt, bis das System mit dem neuen Antrieb funktioniert hat“, freut sich Eugen Laubach.

Yaskawa-Antriebsverstärker: Füllschuhpositionierung bei Dorst Technologies

Der dritte Antriebsverstärker im Bunde wird von Yaskawa produziert. War bisher nur die 230-V-Variante des EtherCAT-Antriebs SGD7S in der Drive Middleware integriert, wird nun auch die größere Variante mit 400 V Spannung unterstützt, die schwerere Massen bewegen kann. Dieser Verstärker kommt ebenfalls bereits bei Dorst in Metallpulverpressen zur Anwendung. Damit wird der Füllschuh laut einem parametrierbaren Bewegungsprofil elektrisch verfahren. Dies erlaubt eine homogene Befüllung von Matrizen mit Metallpulver und ermöglicht die Produktion von Rohlingen in stets gleicher Qualität selbst bei besonders komplexen Pressformen.

DRIVE MIDDLEWARE

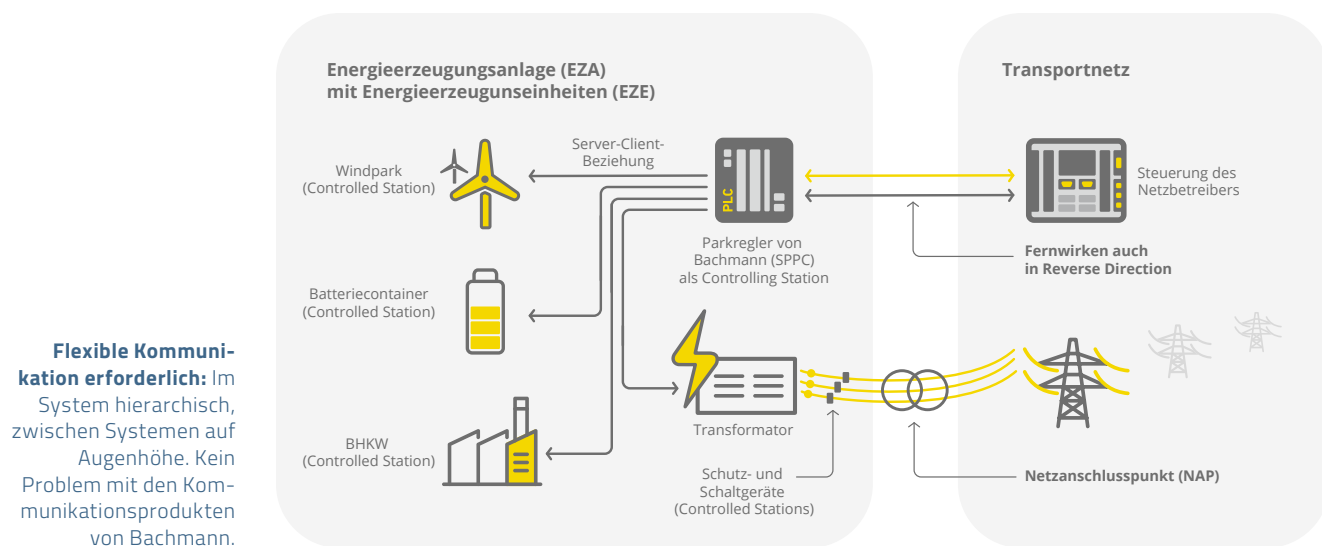
- Einheitliche, vom Antriebshersteller und verwendeten Feldbus unabhängige Programmierung von Motion-Applikationen
- Schnelle Inbetriebnahme durch vorgefertigte Antriebsbeschreibungen
- Integration in den Bachmann-Motion-Reglern M-SMC, M-SHAFT und M-CNC
- Modellbasierte Entwicklung dank Integration in M-Target for Simulink®

M-SMC SOFTWARE MOTION CONTROL

- Software-Modul zur Steuerung, Regelung und Überwachung von Bewegungsachsen
- Betrieb von Einzelachsen oder mit synchronisierten Mehrachs-Bewegungen
- Ruckoptimierte Bewegungsprofile
- Zahlreiche Methoden zur Achssynchronisation (gearing)
- Konfiguration und Diagnose über SolutionCenter
- Inbetriebnahmeoberfläche (SMC-Monitor)
- Bibliothek für IEC 61131-3 PLC-Programme

FLEXIBLES FERNWIRKEN: AUTONOM. UND VERNETZT.

Robuste Systeme erreicht man durch Modularisierung und eine klare Abgrenzung von Aufgabengebieten. Mit Bachmann steht Systemintegratoren für kritische Infrastrukturen ein außergewöhnlich flexibles Fernwirk-Portfolio zur Verfügung. Damit können Hersteller ihre Geräte nach einem Baukastenprinzip anbieten.



Das Konzept der Fernwirkanbindung auf dem Bachmann-Steuerungssystem folgt dem Prinzip, dass Regelungsalgorithmen, Businesslogik und Ablaufsteuerung unabhängig vom Fernwirken und Kommunizieren programmiert werden. Bedienung und Visualisierung erfolgen wahlweise über ein lokales HMI, ein SCADA-System oder über einen von mehreren möglichen Fernwirktreibern.

Die Qual der Wahl

Meist entscheidet der Anlagenbetreiber, welches Protokoll eingesetzt wird. Eine vergleichbare Auswahl an Fernwirkmöglichkeiten, wie sie bei Bachmann verfügbar ist, ist auf dem Markt kaum zu finden: Die Norm IEC 60870 wird in den Varianten -101, -103 und -104 unterstützt. Die Anbindung gemäß IEC 61850 ermöglicht MMS und GOOSE. DNP3 kann via

TCP und seriell genutzt werden. Auch wenn Modbus nicht zu den Fernwirkprotokollen zählt, wird es dennoch oft dafür verwendet: Mit Bachmann entweder in den seriellen Varianten ASCII und RTU oder via Ethernet (TCP und UDP). Alle genannten Standards sind sowohl für den Betrieb als Master als auch als Unterstation verfügbar.

Festgelegter Informationsfluss

Beim Fernwirken wird jede Einheit, beispielsweise eine Energieerzeugungsanlage (EZA) oder ein Leistungsschalter, als autonomes System betrachtet. Zwischen diesen Systemen findet ein Datenaustausch statt: Messgrößen, Vorgabewerte und Statusinformationen werden im Rahmen der Projektierung festgelegt. Die Datenmengen sind somit vorab bekannt und planbar. Außerdem sind sie verhältnismäßig gering. Im Vergleich zu "Big Data" erfolgt

der Austausch über eindeutig vorgegebene Beziehungen und Hierarchien innerhalb einer Anlage.

Security by Design

Die Datenübertragung und die zugehörigen Datenpunkte sind damit so präzise fixiert wie ein Draht zwischen zwei Klemmen. Was nicht definiert ist, wird nicht übertragen und kann somit nichts beeinflussen. Somit tragen Fernwirk-Protokolle auch einen wichtigen Teil zur Verbesserung der Cybersicherheit in kritischen Infrastrukturen bei. Insbesondere an Systemübergängen wie beispielsweise am Netzübergabepunkt zwischen Windpark und Netzbetreiber erschwert eine serielle Verbindung Cyber-Angriffe erheblich, denn die Netzwerke und IT-Systeme der Betreiber bleiben völlig getrennt. Deshalb wird in neuen Anlagen auch weiterhin häufig auf

das serielle IEC60870-5-101-Protokoll gesetzt, obwohl dieselben Features in der Protokollvariante -104 internet-fähig wären.

Höhere Flexibilität mit „Reverse Direction“

Bei Systemübergängen sind klassische Hierarchie-Konzepte nicht immer geeignet: Fallweise muss auch ein Fernwirk-Client eine Statusmeldung absetzen oder ein Server muss vom Client einen Wert abfragen. Der Betrieb der Systeme in klaren Ursache-Wirkungs-Ketten muss dennoch beibehalten werden. Dazu definiert die IEC 60870 eine „Reverse Direction“, welche bei Bachmann pro Datenpunkt in der Konfiguration festgelegt werden kann.

Zertifizierte Fernwirklösungen – laufend verbessert

Die Applikationsingenieure von Bachmann stehen in engem Austausch mit weltweit tätigen OEM-Ausrüstern und verfügen über einen großen Erfahrungsschatz. Die Zuverlässigkeit und Flexibilität der sorgfältig entwickelten Bachmann-Fernwirkprodukte wird durch den täglichen Praxiseinsatz in vielen Kundenprojekten bewiesen. Dies sehen auch TÜV und DNV so: Zahlreiche Kunden konnten für ihre Geräte bereits Zertifizierungen erhalten – sowohl für IEC 61850 als auch für IEC 60870. Denn: Nicht überall, wo Bachmann drin ist, steht auch Bachmann drauf.

M100-BUSKOPPLER: MIT DREI DABEI

Im M100-I/O-System reduziert Bachmann bewusst die Variantenvielfalt und bietet anstatt dessen einen großen Funktionsumfang auf dem E/A-Modul. Die M100-Buskoppler für unterschiedliche Feldbussysteme machen diese Funktionen unabhängig vom verwendeten Feldbus zugänglich, und die Konfiguration erfolgt stets im selben Werkzeug mit demselben 'Look&Feel'.

Für den Feldbus-Anschluss des M100-I/O-Systems stehen in Kürze drei verschiedene Buskoppler zur Auswahl: Zusätzlich zum bereits verfügbaren EtherCAT-Koppler NEC102 erscheinen 2025 zwei neue Module für die CANopen- und Profinet-Busanbindung. Damit steht der einfachen Integration der M100-I/O-Stationen in die drei häufigsten Feldbusumgebungen der industriellen Automatisierung nichts mehr im Wege.

Die Buskoppler folgen der Produktphilosophie des M100-I/O-Systems: Sie bieten IT-Sicherheit nach Stand der Technik, kombiniert mit langlebiger Hardware für den Dauereinsatz in rauen Umgebungen und unbemannten Anlagen. LED geben intuitiv Aufschluss über den Gesamtzustand der Station. Weitere Feldbus-LED für 'RUN' und 'ERROR' zeigen die für den jeweiligen Feldbus genormten Farben und Blinkmuster. EtherCAT- und Profinet-Stationen erhalten ihre Adressen beim Hochlauf durch den Master zugewiesen. Beim CANopen-Buskoppler erfolgt die Adresseinstellung weiterhin über Hardware-Schalter.

Feldbusbedingt ändern sich Merkmale wie Bandbreite, Adressierung, der Umgang mit fehlenden Stationen oder Synchronisierungsmöglichkeiten. Die grundlegende Bedienung des Konfigurators bleibt jedoch unverändert und einheitlich.

Informationen zur Fehlersuche wie Working Counter, Diagnose-Telegramme oder Emergency Messages werden normkonform dem Feldbus-Master zur Verfügung gestellt. Zusätzlich bietet ein lokaler USB-C-Anschluss die Möglichkeit, weiterführende Informationen auszulesen. Im Logbuch sind wichtige Daten wie Startinformationen, Meldungen des Feldbus-Stacks, Statuswechsel in der lokalen Statusmaschine oder Veränderungen in der Verbindungsqualität gespeichert.



Mit den neuen Buskoppler-Modulen gelingt die Anbindung des M100-I/O-Systems an die drei häufigsten Feldbustypen der industriellen Automatisierung im Handumdrehen.

ZUSTANDSÜBERWACHUNG: FACHKUNDIG. ZUVERLÄSSIG. KOSTENOPTIMIERT.

Produktivität und Verfügbarkeit entscheiden über die Rentabilität von Windenergieanlagen. Betreiber sind deshalb bestrebt, die Wartung zu optimieren, um höchste Zuverlässigkeit zu niedrigsten Kosten zu erreichen. Mit einer Zustandsüberwachung können Wartungsentscheidungen unterstützt, potenzielle Kosteneinsparungen identifiziert und unvorhergesehene Betriebsausfälle vermieden werden. Heißt dies jedoch in Konsequenz, dass Betreiber ein entsprechendes Monitoring selbst aufbauen müssen? Bachmann Monitoring kann bei dieser Entscheidung helfen.



Unsere Remote Monitoring-Teams verfügen über einen enormen Erfahrungsschatz. Alle Mitarbeiter sind umfassend geschult und akkreditiert. Durch ihre langjährige Erfahrung mit allen wesentlichen Turbinentypen verfügen sie über eine breite Kenntnis verschiedenster Fehlerarten und deren Folgen.

Selbst machen, oder einen Dritten beauftragen? Vor dieser Frage stehen Entscheider immer dann, wenn eine neue Aufgabe außerhalb der Kernkompetenz des Unternehmens liegt. Die eine Antwort darauf gibt es selten, denn die perfekte Lösung ist allzu oft von vielen Faktoren abhängig. So ist es auch bei der Zustandsüberwachung.

Herausfordernde Aufgabe

Das Zustandsmonitoring von Windenergieanlagen ist eine komplexe Kunst. Sensoren unterschiedlichster Couleur sind an ausgewählten Stellen des Antriebsstrangs, der Rotorblätter und des Turms angebracht. Sie liefern kontinuierlich eine

Fülle von Rohdaten. Ohne entsprechende Aufbereitung sind diese Daten wertlos. Denn nur damit lassen sich die zahlreichen möglichen Auswirkungen kleiner Veränderungen im Laufe der Zeit auf bestimmte Sensormesswerte sichtbar machen, interpretieren und potenzielle Folgen abschätzen.

Hinzu kommt, dass Condition-Monitoring-Analysten mit immer komplexeren Berechnungsverfahren arbeiten, um vorherzusagen, was eine Änderung der Messdaten für die Windkraftanlage bedeutet. Diese Algorithmen werden anhand jahrelanger Daten von einer Vielzahl unterschiedlicher Windturbinentypen trainiert und laufend überprüft.

Komplexes Zusammenspiel

Neben der Hard- und Software zur Überwachung sowie einem geeigneten Visualisierungswerkzeug braucht es das notwendige Fachwissen: Dazu gehört vor allem Experten-Know-how in der Schwingungsanalyse. Das bedeutet jedoch nicht nur eine Ausbildung auf fortgeschrittenem Niveau, sondern auch, dass man über einen langen Zeitraum mit einer Vielzahl von Anlagen gearbeitet hat, um die tatsächliche Bedeutung und Signifikanz von Veränderungen in den Daten zu verstehen. Ist der Analyst überdies mit dem zu überwachenden Turbinentyp vertraut, ermöglicht dies präzisere Aussagen darüber, welche Ausfallmechanismen am wahrscheinlichsten sind. Gleichzeitig hilft es in der Beurteilung, ob und gegebenenfalls welche Abhilfemaßnahmen entweder vor Ort oder durch einen tiefergehenden Remote-Eingriff durchgeführt werden können.

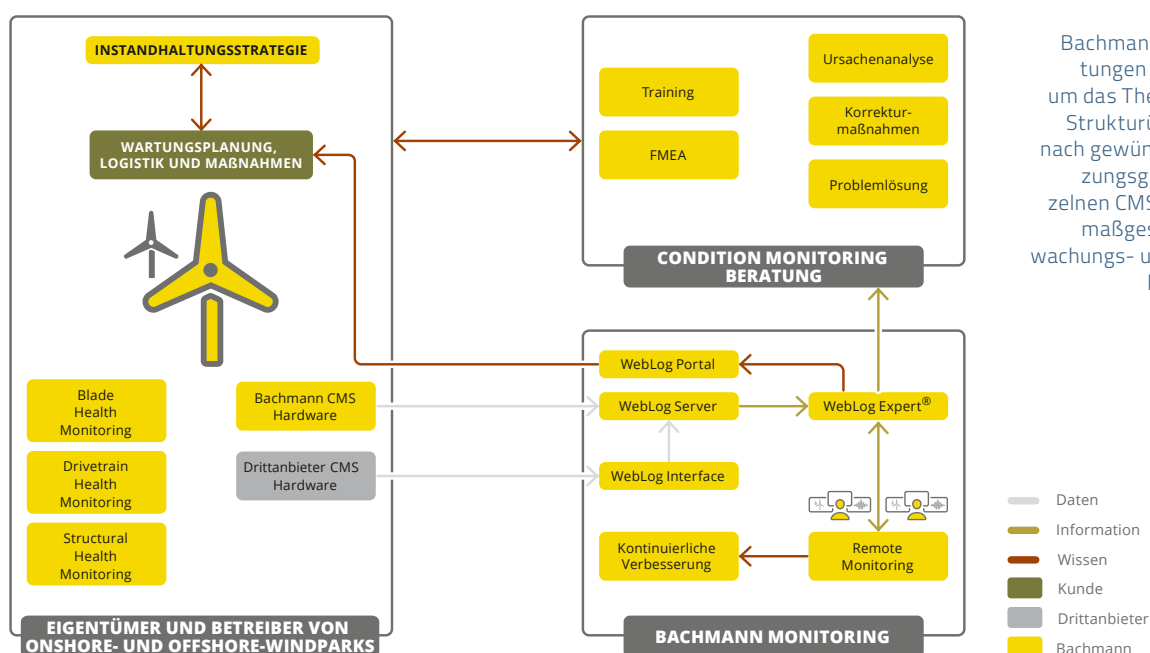
Inhouse oder extern?

Betreiber mit einer großen und perspektivisch wachsenden Anzahl von Turbinen suchen zur Überwachung ihrer Anlagen meist nach Inhouse-Lösungen. Sind es hingegen nur wenige zu kontrollierende Systeme, kann ein kompletter Service durch einen externen Partner wie Bachmann Monitoring die bessere Lösung sein. Die Monitoring-Experten übernehmen im Auftrag des Betreibers alle Zustandsüberwachungsprozesse und geben Empfehlungen an das Team, das für die Planung der Wartungsmaßnahmen vor Ort zuständig ist.

Individueller Unterstützungsgrad

Denkbar sind jedoch auch hybride Modelle, bei denen der Betreiber den gewünschten Grad der Unterstützung durch den externen Anbieter selbst definiert. Denn vielleicht fehlt nur ein Puzzle-Teil zur konsequenten und kompletten Eigenleistung – wie ausreichende Ressourcen, Infrastruktur und Werkzeuge oder entsprechendes Fachwissen.

Eine erhebliche Entlastung der eigenen Ressourcen kann beispielsweise durch ein Outsourcing des Daten-Screenings erreicht werden. Bachmann Monitoring bietet dazu beispielsweise einen Service an, der das Hosting der Daten sowie die täglichen Routineprozesse zur Überprüfung der Datenqualität und die Beseitigung von Fehlalarmen umfasst: Nur neue Informationen über den Maschinenzustand werden an das Support-Team des Betreibers weitergeleitet. Darüber hinaus kann das zertifizierte Schulungsangebot von



Bachmann bietet Dienstleistungen und Expertise rund um das Thema Zustands- und Strukturüberwachung an. Je nach gewünschtem Unterstützungsgrad können die einzelnen CMS-Dienste zu einem maßgeschneiderten Überwachungs- und Beratungspaket kombiniert werden.



Transparente Überwachung und höchste Datensicherheit stehen im Zentrum der Condition Monitoring Services bei Bachmann. Kunden erhalten dabei den kompletten Zugang zu allen CMS-Daten und einen vollständigen Überblick zum Status ihrer Anlagen.

Bachmann Monitoring dem Team des Betreibers helfen, die erforderlichen technischen Kenntnisse der Schwingungsanalyse zu erwerben.

Wollen Betreiber jedoch eine eigene Überwachung etablieren ohne selbst in die dafür notwendige, kostenintensive IT-Infrastruktur investieren zu müssen, bietet sich das reine Daten-Hosting von Bachmann an: In einer Cloud-Lösung übernehmen die Betreiber die volle Verantwortung für ihre eigene Zustandsüberwachung. Falls sie zu einem späteren Zeitpunkt auch das Hosting ihrer Daten selbst übernehmen wollen, bietet Bachmann die notwendige Unterstützung einschließlich Lizenzpaketen und technischem Support an.

Zuverlässig in Partnerschaft

Die Entscheidung, Condition Monitoring ins eigene Haus zu holen, ist komplex, und es gibt keine Einheitslösung für alle. Für einen Betreiber, der die Kontrolle über die Zustandsüberwachung seiner Windenergieanlagen behalten möchte, könnte eine Hybridlösung die bestmögliche Option sein. Mit Bachmann Monitoring kann er dabei auf die transparente Überwachung seiner Anlagen und höchste Datensicherheit vertrauen. Mit dem kompletten Zugang zu allen Monitoring-Daten erhält er einen vollständigen Überblick zum Status seiner Anlagen, kann seine eigenen Entscheidungen treffen und seine eigene Überwachungsstrategie umsetzen. In besonders schwierigen Fällen kann er jedoch auf die Beratung oder Unterstützung seines Dienstleistungspartners zurückgreifen.



b.guard

Remote-Monitoring-Dienstleistungen bei Bachmann:
Engagierte Spezialisten stellen Betreibern sämtliche Diagnosedaten übersichtlich zur Verfügung.

M100-HIGH-DENSITY-MODULE: MACH MAL PLATZ!

Mit ihrem schlanken Design sparen die intelligenten Module des M100-I/O-Systems von Bachmann von Haus aus viel Platz. Doch die Mitte 2025 erscheinenden HD-Module („High Density“) setzen in puncto Kanalverdichtung noch einmal einen neuen Maßstab. Mit einer bis zu 1,5-fach höheren Kanalanzahl im selben Formfaktor erleichtern sie die Umsetzung von Anwendungen mit beengten Platzverhältnissen im Schaltschrank ungemein.

MX200-PROZESSORSERIE: KLEIN, ABER OHO

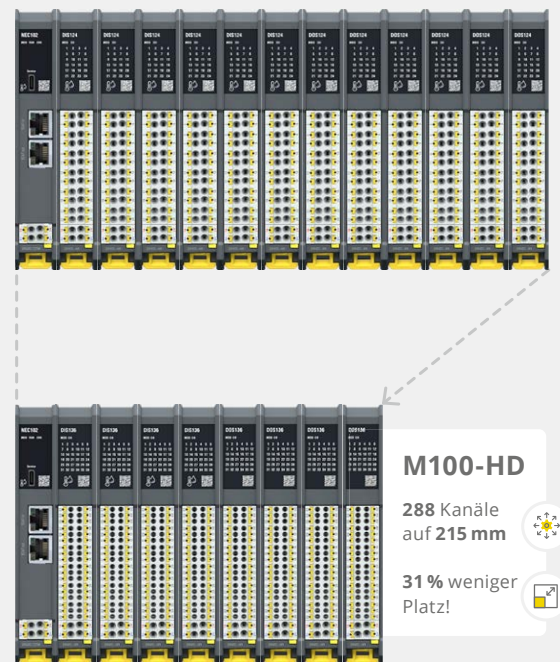
Im ersten Halbjahr 2025 erscheint die dritte Generation der kompakten MX200-Prozessorserie von Bachmann. Diese wartet mit modernen Industrial-CPUs, einem neuen Betriebssystem, größerem Speicher und einem sicheren Trusted Platform Module auf – Zukunftssicherheit inside!

Die Module MX207, MX213 und MX220 der zweiten Generation werden durch die Module MX208, MX214 und MX221 abgelöst. Zusätzlich kommt mit dem MX215 ein neues Prozessormodul hinzu, das im Vergleich zur MX214-CPU über je eine weitere Ethernet- und CAN-Schnittstelle verfügt.

Das integrierte Netzteil versorgt sowohl die Steuerungseinheit als auch das angeschlossene I/O-System mit Energie. Um die steigenden

Die neuen digitalen und analogen I/O-Module DIS136, DOS136 (jeweils 36 anstatt 24 Kanäle in der Standard-Variante), AIO116 (16 anstatt 12 Kanäle) sowie UIO108 (8 anstatt 6 Kanäle) erlauben extrem kompakte I/O-Konfigurationen. Sie wurden speziell für Anwendungen entwickelt, bei welchen eine hohe Anzahl an digitalen oder analogen I/O-Signalen verarbeitet werden müssen. Die vier neuen Module werden zusätzlich als Extended-Climatic-Variante verfügbar sein. Die HD-Module von Bachmann bringen dieselben intelligenten Funktionen mit, die Anwender bereits an den Standard-I/O-Modulen der M100-Serie zu schätzen wissen – PWM, Zähler, Zeitstempel, Überabtastung oder die direkte Modul-zu-Modul-Kommunikation.

Die verdichteten Module reduzieren die Systemkosten und stärken damit die Wettbewerbsfähigkeit von Maschinenbauern: Aufwände für Material sowie Montage lassen sich senken und Schaltschränke kompakter designen, was besonders in Anwendungen mit beengten Platzverhältnissen von großem Vorteil ist. Die reduzierte Wärmeemission schont zudem die Hardware im Schaltschrank und wirkt sich positiv auf deren Lebensdauer aus.



Beengte Platzverhältnisse? Kein Problem: Die High-Density-Module des M100-I/O-Systems eröffnen eine neue Dimension bei der Verdichtung von I/O-Kanälen. Der Bild-Vergleich zeigt dieselbe Kanalanzahl und -funktionalität mit Standard-Modulen (oben) und HD-Modulen (unten).

Performanceansprüche auch zukünftig mühelos zu erfüllen, kommen neueste Industrial-CPUs von Intel® zum Einsatz.

Beim Betriebssystem setzt die neue Generation der MX-Reihe auf VxWorks 7, das bereits bei der MC-Serie eingesetzt wird. Damit wird unter anderem die sichere Verwahrung von Schlüsseln und Passwörtern auf dem integrierten Trusted Platform Module (TPM 2.0) ermöglicht. Sollten die verfügbaren Ressourcen des gewählten Prozessors an ihre Grenzen kommen, beispielsweise weil Applikationen größer werden, lässt sich dadurch zudem ein einfacher Wechsel auf eine leistungsstärkere Steuerungseinheit der MC- oder MH-Serie von Bachmann vollziehen.

Fand bislang für den Massenspeicher eine CompactFlash-Karte Anwendung, kommt nun eine bis zu 256 GB fassende microSD-Karte zum Einsatz. Damit kann auch die Karte in andere MX- oder MC-Prozessormodule transferiert werden.

Mit der neuen Prozessorgeneration stehen nun bis zu 2 GB Onboard-Speicher für Applikationen sowie Daten zur Verfügung. Auch der DDR4-Arbeitsspeicher wurde je nach Prozessorvariante auf 512 MB oder 1 GB vergrößert. Die zeitgemäße USB 3.0-Schnittstelle erlaubt schnellere Updates und beschleunigt Servicearbeiten.



Das Design bleibt, doch die inneren Werte der MX200-Prozessorserie wurden weiter ausgebaut. Das Ergebnis: Mehr Performance, mehr Flexibilität und mehr Sicherheit.



Der Cantilever-Sensor CLS300 wurde von Bachmann zur kontinuierlichen Lasterfassung an Rotorblättern sowie Turm- und Gründungsstrukturen von Windenergieanlagen entwickelt. Die Sensoreinheit, bestehend aus einem einseitig eingespannten Kragarm (Cantilever) und einem gegenüberliegenden Näherungssensor, ermöglicht die Überführung einer Dehnungsmessung in eine einfache Abstandsmessung.



CLS300: KOSTEN RUNTER, ERTRÄGE RAUF

Die Cantilever-Sensoren CLS300 von Bachmann sind einfach zu installieren, günstig und langlebig. Kein Wunder, dass sie von immer mehr Windenergieanlagenbauern als Standardlösung für die Blattlast-Sensorik eingesetzt werden. Darüber hinaus versprechen sie weiteres Einsparpotenzial, wenn sie gleichzeitig zur Eiserkennung und Strukturüberwachung genutzt und so ungeplante Ausfälle vermieden werden.

Um moderne Turbinen der Multimegawattklasse stets ideal im Wind zu halten und so Erträge zu optimieren, wird der Anstellwinkel der einzelnen Rotorblätter unabhängig voneinander angepasst. Diese sogenannte Einzelblattverstellung (Individual Pitch Control, IPC) ermöglicht eine lastoptimierte Abstimmung zwischen Turbinenkonstruktion und Betriebsstrategie, um die Energieerzeugungskosten moderner Turbinen erheblich zu senken und den Ertrag durch eine optimale Einstellung des Anstellwinkels zu erhöhen. Das ist insbesondere bei immer größeren Rotordurchmessern nötig, da aufgrund der variierenden Windgeschwindigkeiten und -richtungen in unterschiedlichen Höhen unterschiedliche aerodynamische Kräfte auf die einzelnen Rotorblätter einwirken. Durch die Einzelblattverstellung lassen sich die daraus resultierenden asymmetrischen Lasten auf Rotorblätter, Nabe und Turm reduzieren. Würde man dem nicht individuell entgegenwirken, müssten alle lastabtragenden Strukturkomponenten massiver ausgelegt werden, was die

Kosten treiben und die Erträge reduzieren würde. Heutige Turbinen brauchen also eine zuverlässige, kontinuierliche Blattlasterfassung und eine korrespondierende Regelung der auf sie wirkenden Lasten durch die Steuerung der Anlage.

Stabile Blattlastsensorik ist ein Muss

Die eingesetzten Sensoren sind kritische Komponenten: Fallen sie aus, ist kein last- oder ertragsoptimierter IPC-Betrieb mehr möglich, was unmittelbar zu Leistungseinbußen führt. Im Teillastbereich kann ein Betreiber damit unter Umständen bis zu zehn Prozent des prognostizierten Ertrags (Annual Energy Production, AEP) verlieren. Muss gar die Nennleistung der Turbine abgesenkt werden, kann dies bis zu minus 30 Prozent auf die AEP bedeuten. Können Anlagen infolge mangelhafter Blattlastsensorik nicht mit IPC betrieben werden, drohen also hohe Ausfallforderungen gegenüber dem Anlagenbauer. – Hier geht es schnell um sehr viel Geld.

Mit den Cantilever-Sensoren von Bachmann sind Windenergieanlagenbauer jedoch auf der sicheren Seite. Die simple und robuste Sensortechnologie benötigt im Gegensatz zu den traditionell eingesetzten faseroptischen Sensoren keine empfindlichen und zugleich teuren optisch-elektrischen Umsetzer in der Nabe: Die CLS-Sensoren können direkt auf die Pitch-Steuerung verdrahtet werden. Die Installation gelingt damit schneller und ist weniger anfällig für Fehler. Denn im Gegensatz dazu ist zur korrekten Applikation der bislang verwendeten Dehnungsmessstreifen nicht nur eine große Erfahrung und Sorgfalt, sondern auch entsprechendes Testequipment notwendig, um die Sensorik ans Laufen zu bekommen. Eine Inbetriebnahme im Feld, beispielsweise nach einem Wartungsfall, wird damit zu einer kostspieligen Herausforderung.

CLS-Sensoren sind überdies verschleißfrei und langzeitstabil, denn sie messen berührungslos und damit komplett außerhalb des Lastflusses. Aufgeklebte Dehnungsmessstreifen sind demgegenüber permanent Lastwechseln ausgesetzt, was nicht nur den Messstreifen selbst, sondern auch die Klebeverbindung am Rotorblatt altern lässt. Beides hat aufgrund des Messprinzips großen Einfluss auf das Messergebnis, sodass mit der Alterung auch die Messung zunehmend fehlerbehaftet ist.

Zuverlässigkeit ist matchentscheidend

Die gewählte Sensorik hat einen erheblichen Einfluss auf die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Blattlastfassung. Langzeiterfahrungen zeigen für die Cantilever-Sensoren aufgrund ihres Aufbaus und der direkten Anbindung an die Nabensteuerung eine Verfügbarkeit von 99,9 Prozent. Bei faseroptischen Sensoren kann aufgrund der Alterungseffekte eine niedrigere Verfügbarkeit von etwa 97 Prozent angenommen werden. Gleiches gilt für die aufgrund des Messprinzips erforderlichen optisch-elektrischen

Umsetzer, sodass man mit einer Gesamtsystemverfügbarkeit von lediglich 94 Prozent oder darunter kalkulieren muss. Denn ebenfalls zu berücksichtigen ist hierbei, dass bei einer gegebenenfalls notwendigen Instandsetzung die Wiederinbetriebnahme erkennbar aufwändiger ist als bei der CLS-Lösung.

Mehrwert CLS-Sensor

Die CLS-Sensortechnik von Bachmann verspricht perspektivisch weitere Einsparpotenziale, denn die erfassten Lasten dokumentieren auch eine Lasthistorie, auf deren Basis sich Life-Cycle-Entscheidungen optimieren lassen. Die Kenntnis der realen Belastungen, welche über die Laufzeit auf die Blätter eingewirkt haben, kann unter Umständen ein entscheidender Faktor bei der Beurteilung im Hinblick auf eine Laufzeitverlängerung der Anlage sein.

Erkennen von Anomalien

Über allem steht für Bachmann die permanente Weiterentwicklung des Structural Health Monitoring (SHM). „Aus unserer Sicht ist das bei neuen Anlagen ein ganz wichtiges Thema geworden“, sagt Holger Fritsch, Geschäftsführer der Bachmann Monitoring GmbH. „Es gibt beispielsweise kaum eine neue Anlage, die nicht schon mit problematischen Rotorblättern ausgeliefert wird, sei es bereits aus der Produktion oder nach dem Transport.“ Nachvollziehbar, denn Rotorblätter aktueller Anlagen werden immer länger und sind inzwischen weit über 100 Meter lang. „Deshalb forschen wir derzeit daran, wie uns die Messdaten der CLS-Sensoren dabei helfen können, Strukturanomalien der Rotorblätter zu erkennen und gegebenenfalls sogar zu verorten“, erklärt Holger Fritsch.

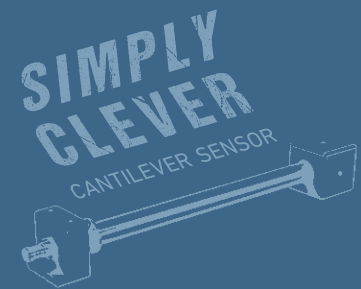
Schäden oder Veränderungen, die man gar nicht erwartet hat, könnte man so eher erkennen und eine Instandhaltung planbar machen.

Einfach günstiger

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Bachmann Cantilever-Sensoren nicht nur günstiger als faseroptische Sensoren sind. Auch die Installations-, Inbetriebnahme- und Qualitätskosten fallen niedriger aus. Für den Anlagenbauer bedeutet dies eine erkennbare Kostenersparnis.

Aber auch Betreibern und Betriebsverantwortlichen versprechen sie einen erheblichen Vorteil: Der Betrieb der Anlage ist zuverlässiger und langzeitstabiler, was Kosten spart und vor allem Erträge sichert.

CLS-Sensor in der Praxis – mehr dazu auf S. 42/43



Im Vergleich zu herkömmlichen Sensortechnologien bietet das robuste Design des CLS300 entscheidende Vorteile:

- Das Messprinzip der kraftfreien Wegmessung garantiert die Langzeitstabilität des Sensors
- Das Ausgangssignal wird nicht durch mechanische Alterung des Sensors und der Klebeverbindung beeinflusst
- Der längere Referenzabstand minimiert den Einfluss lokaler Inhomogenitäten, wie sie in Verbundwerkstoffen von Rotorblättern auftreten
- Durch Verkleben der an einer Montageschiene vorausgerichteten Sensoreinheit gelingt die einfache, serientaugliche Installation

atvise® scada: atvise® GOES CONDITION MONITORING

atvise® scada ist ein mächtiges und flexibles Visualisierungswerkzeug. In Verbindung mit einer Bachmann M200-Steuerung, Vibrations- und Drehzahlsensoren sowie einer dafür entwickelten Softwareapplikation kann atvise® nun als universelle Off- und Online-Lösung zum Condition-Monitoring-verwendet werden.

atvise® scada wird bereits heute vielfach als Werkzeug zur Datenanalyse für Condition-Monitoring-Applikationen eingesetzt. Die Möglichkeiten durch serverseitige Javascript-Programmierung haben sich bewährt, beispielsweise um aus multiplen Quellen Informationen zu sammeln und diese unter Verwendung beliebiger Algorithmen zu korrelieren. Damit lassen sich in atvise® auch simple Werkzeuge für eine zustandsbasierte Wartung (Condition Based Maintenance, CBM) erstellen. Dies können zum Beispiel Trendanalysen basierend auf statistischen Eigenschaften der Daten sein, das in Beziehung setzen unterschiedlichster Parameter und das Extrahieren aussagekräftiger Faktoren bis hin zu Heat Maps, die über definierte KPIs von Maschinen übersichtlich Auskunft geben.

Bewährtes System

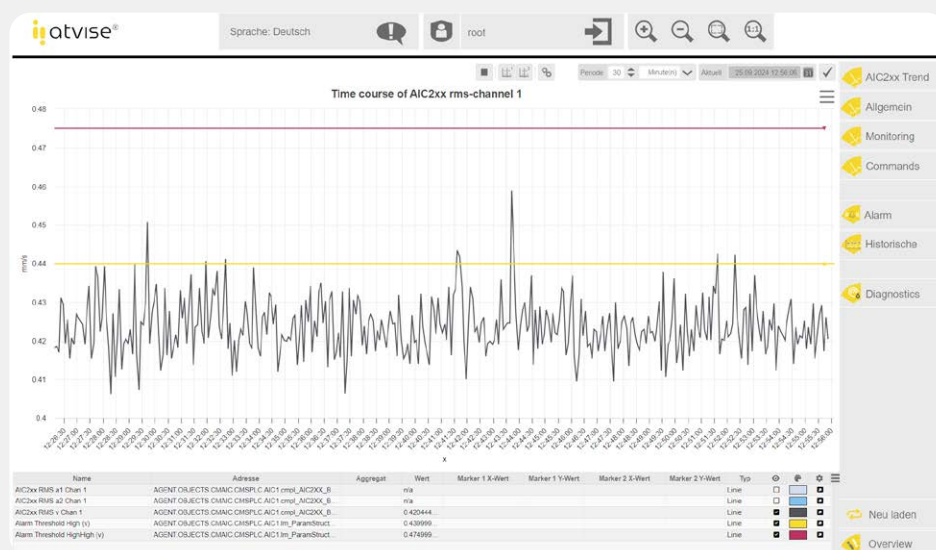
Basierend auf weiteren Standard-Hard- und Softwarekomponenten von Bachmann wurde nun eine skalierbare Lösung entwickelt, die Vibrationsdaten erfasst und damit die Möglichkeiten zum Condition Monitoring mit atvise® ausbaut. Als Steuerungseinheit werden neben

der CPU M2xx ein oder mehrere AIC2xx-Module des Bachmann M200-Systems zum Anschluss von Schwingungs- und Drehzahlsensoren verwendet. Dieses System bietet sich damit sowohl für die Überwachung einzelner Maschinen als auch für ein Flottenmanagement an. Dabei wird atvise® scada 150CCD (oder höher) mit einem Condition-Monitoring-Modul ergänzt und auf Wunsch auch als Bundle mit einem Bachmann-Panel-PC OT1315 geliefert.

Die für das Bachmann-Automatisierungssystem entwickelte Softwareapplikation deckt dabei die Datenerfassung, die Generierung hochfrequenter Wave-Dateien für den Analysefall sowie die Kommunikation mit atvise® scada via OPC UA ab. atvise® kann dabei auf der Anlage vor Ort oder in der Cloud installiert werden, die Verarbeitung der Messdaten erfolgt entsprechend der ISO 20816 on- oder offline.

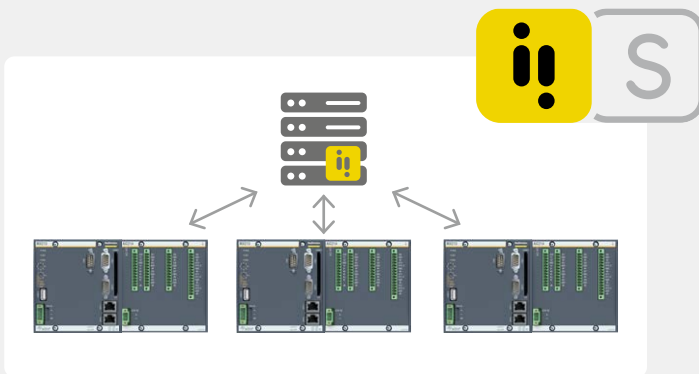
Vibrationsbasiertes Monitoring

Die zusätzliche Vibrationsdatenerfassung kann zusammen mit den bereits in atvise® vorhandenen Systemparametern die Aussagekraft über den Zustand und ein zukünftiges



Vibrationen voll im Blick:

Die Messkanäle können hochauflösend dargestellt werden. Ein Wechsel zwischen Live-/Mixed- und historischem Modus ist jederzeit möglich, um vergangene Ereignisse zu analysieren.



Bachmann ergänzt atvise® scada um eine einfache Einstiegslösung für das Condition Monitoring. Dabei wird atvise® scada mit dem CMS-Modul auf einem Industrie-PC installiert. Auf der Steuerungsebene werden eine oder mehrere Bachmann M200-Steuerungen mit dem CMSSTD-Softwaremodul zur Verarbeitung der Messdaten sowie jeweils maximal vier AIC2xx-Module zum Anschluss der Sensorik eingesetzt.

Verhalten einer Maschine um ein Vielfaches verbessern. Gegebenenfalls lassen sich daraus auch Rückschlüsse auf die Qualität der kundenseitig produzierten Produkte ziehen.

Dabei bringt das atvise® Condition-Monitoring-Modul eine vollständige, vorkonfigurierte Visualisierung im Standard-Webbrowser mit, welche die gesamte Systemkonfiguration inklusive des Setzens von Schwellwerten unterstützt. Zudem gibt es Schwingungsdiagrammübersichten, die Selektion und Anzeige aller RMS-Werte, Trends in verschiedenen Variationen, die in atvise® üblichen Alarm- und Historisierungstabellen sowie den kompletten SPS-Systemstatus und vieles mehr.

Das Modul kann auch einen Trigger für die Aufzeichnung und Speicherung der Schwingungsdaten als hochfrequente wav-Datei auslösen. In einem Alarmfall speichert dieses Messdaten, die zehn Sekunden vor dem Vorfall gepuffert und je nach Konfiguration eine entsprechende Zeit danach aufgezeichnet wurden. Diese Informationen stehen im Anschluss in atvise® scada zur weiteren Analyse zur Verfügung. Mit der hochperformanten Scripting Engine von atvise® als weiteres Werkzeug steht darüber hinaus ein enormes Potenzial für maschinelles Lernen und KI bereit.

Vorausschauende Wartung

Bachmann ergänzt atvise® scada um eine einfache Einstiegslösung für das Condition Monitoring. Eine Weiterentwicklung der Funktionalität dieses Setups, beispielsweise in Richtung Predictive Maintenance ist dabei problemlos möglich, denn den Anwendern stehen auch hier die Services der Bachmann Monitoring GmbH ergänzend zur Verfügung.

» Wir arbeiten seit über zehn Jahren mit atvise® zur Steuerung und Visualisierung unserer Offshore-Hochdruckpumpen und Injektionsysteme. In einem ersten Pilotprojekt berücksichtigen wir nun ebenfalls Vibrationsinformationen. Damit überwachen wir erfolgreich die Qualität der Flüssigkeiten sowie des Bohrlochzements, was im direkten Zusammenhang mit dem Zustand der Systeme steht. «

Tom Andre Larsson

Management ecco it, System Integrator auf Offshore-Plattformen in Norwegen

»Wenn sich
Agilität fokussiert,
kann wahrhaft
Großes entstehen.«

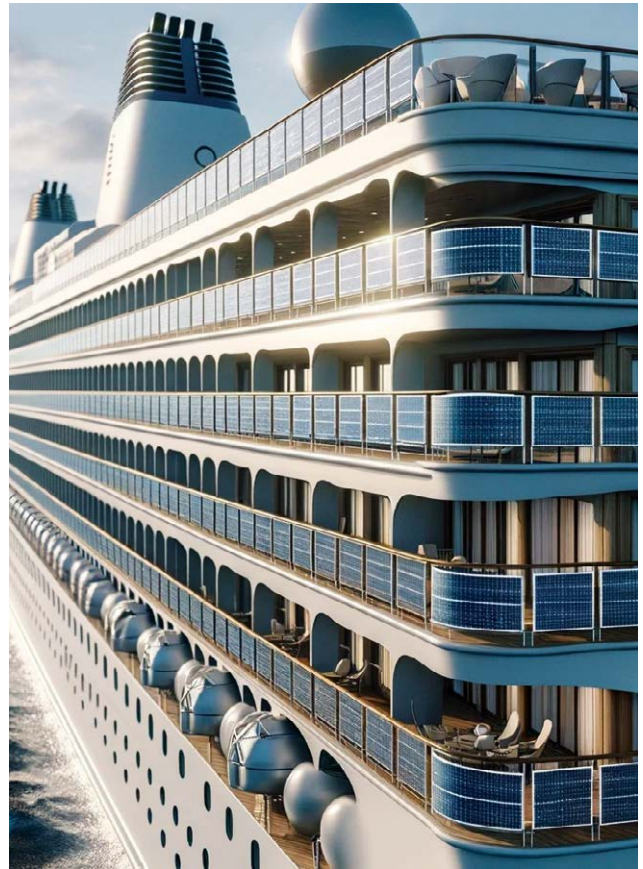
SONNEN- FÄNGER

Wie kann die Schifffahrt künftig klimaneutraler und umweltfreundlicher gestaltet werden? Diese Frage beschäftigt Reedereien auf der ganzen Welt. Doch welches Potenzial steckt dafür in den erneuerbaren Energien? Und wie gelangen diese möglichst verlustarm ins Energienetz des Schiffes? Solchen Fragen geht das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. in seinen Instituten für Maritime Energiesysteme und Vernetzte Energiesysteme nach.

Die Nutzung von Energie aus Photovoltaik (PV) stellt einen Ansatz zur Reduktion des Treibstoffverbrauchs und damit der Emission von CO₂ dar. Die großen Flächen der Schiffshaut und der Aufbauten drängen sich im Grunde für die Montage von Solarpaneelen auf. Die Schiffsbordwand als größte plane Ebene kann jedoch aufgrund technischer und praktischer Einschränkungen ausgeschlossen werden. Die bauliche Integration von PV-Anlagen in die vertikale Schiffshaut ist komplex und schwierig umzusetzen, insbesondere angesichts der mechanischen Belastungen, denen große Schiffe auf See ausgesetzt sind. Die entstehenden Biegungen und Torsionen würden zusammen mit dem korrosiven Einfluss des Seewassers eine starre PV-Anlage schnell beschädigen.

PV-Nutzung hängt von der Anwendung ab

Auf Binnengewässern hingegen würden sich die Sonnendächer von Ausflugsschiffen oder die Abdeckungen von Schüttgutfrachtern bestens als Montageflächen für PV eignen. „Teilweise werden diese auch bereits genutzt“, wie Dr.-Ing. Robert Beckmann, wissenschaftlicher Mitarbeiter



So könnte Photovoltaik auf einem Kreuzfahrtschiff realisiert werden: Alle Balkonverkleidungen sind mit Solarpaneelen belegt.

am Institut für Vernetzte Energiesysteme des DLR erklärt. Er beschäftigt sich jedoch vor allem damit, wie Sonnenenergie ins Energienetz des Schiffs gelangen kann.

In einem groß angelegten Projekt untersucht Beckmann zusammen mit renommierten Werften, Forschungs- und Industriepartnern die Potenziale beim Aufbau eines auf Gleichstrom (DC) basierenden Energienetzes an Bord. „SuSy“ (Sustainable DC Systems for Ships) erforscht Ansätze, wie sich alternative Energiequellen wie beispielsweise Photovoltaik, Brennstoffzellen oder Batterien sowie Verbraucher wie Beleuchtung oder die Schiffselektronik leicht ins Netz integrieren ließen. Dabei gilt es, eine hohe Flexibilität in der Steuerung des Energieflusses sowie im Betrieb von Generatoren und Verbrauchern zu erreichen.

PV reduziert den Treibstoffverbrauch

Ein Hauptaugenmerk von SuSy gilt zunächst vornehmlich dem Hotelbereich von Kreuzfahrtschiffen. In einer Modellrechnung wurde zuletzt die Photovoltaik-Nutzung der

Balkonverkleidungen von Passagierkabinen kalkuliert. Bei einem Kreuzfahrtschiff wie der „AIDAnova“, das rund 6.000 Passagiere beherbergen kann, ließen sich rund 4.400 m² Fläche erschließen – genug für eine installierte Solarleistung von rund 880 kWp. „Gegenüber der Motorleistung des Schiffes von 60 MW erscheint dies wohl verschwindend klein. Aber,“ so Beckmann, „sie trägt definitiv zu einer Reduktion des Treibstoffverbrauchs bei.“

Beckmann und sein Team wollten es noch genauer wissen. Auf Basis historischer Einstrahlungsdaten des europäischen Satellitendienstes Copernicus haben sie die Photovoltaik-Leistung einer virtuellen Karibik-Kreuzfahrt simuliert. Diese stellte das Team einem ebenfalls simulierten Energie-Nutzungsprofil der Passagierkabinen innerhalb einer Deck-Feuerzone des Schiffs gegenüber: „Wir haben rund 590 kWh während der Passage aus der Sonne gesammelt, bei einer tatsächlich in den 45 Passagierkabinen der Zone benötigten Energiemenge von 2.900 kWh. Das sind immerhin 20 Prozent“, bekräftigt Robert Beckmann.

DC hat viele Vorteile

Am DLR sieht man die Vorzüge eines DC-Netzes an Bord neben der verlustärmeren Integration der erneuerbaren PV-Energie im drehzahlvariablen

Betrieb der Maschinen des Schiffes: „Man muss nicht auf eine Netzfrequenz abstellen, ist damit nicht an eine konstante Drehzahl gebunden und kann Motoren so näher am optimalen Betriebspunkt laufen lassen, was den Energieverbrauch reduziert“, erklärt der Ingenieur. Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist indes die erkennbar einfachere Integration von DC-Komponenten ins Energienetz – bei einer Platz- und Gewichtsreduktion von bis zu 30 Prozent und einem reduzierten Verdrahtungsaufwand.

Gesucht: Das DC-Energiemanagementsystem

Die Frage, wie ein solches Netz mit dezentralen Erzeugern jedoch konkret aussehen muss, ist Gegenstand der Forschung am DLR. „Wir untersuchen dabei vor allem die Möglichkeiten der Lastverteilung und Lastflusssteuerung an Bord. Das ist eine der großen Herausforderungen der DC-Technik. Gesucht ist deshalb nicht nur ein effizientes, sondern vor allem auch resilientes Netz, bei dem einzelne Erzeuger ausfallen dürfen und andere deren Aufgabe, sprich: deren Last, übernehmen können“, beschreibt Beckmann die zentrale Problemstellung.

Zusammen mit der TU Hamburg spielt er derzeit an einem modularen Simulationssystem die unterschiedlichsten

Lastszenarien durch. Mit dem klaren Ziel, ein Energiemanagementsystem für Schiffe zu entwickeln, das für die Verwendung von Stromerzeugern aus wetterabhängiger, dezentraler Produktion optimiert ist. Und das als Grundlage für die Entwicklung der dazu notwendigen industriellen Komponenten dient.

» Selbst kleine Anteile erneuerbarer Energie wie aus unserem 'Balkon-PV' reduzieren den Treibstoffverbrauch. «

Dr.-Ing. Robert Beckmann

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Vernetzte Energiesysteme des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oldenburg (Deutschland)



Im Netzlabor NESTEC beim DLR können Energienetze mit einer Gesamtleistung von bis zu 1 MVA und mit bis zu 25 Netzknoten simuliert und entsprechende Energiemanagement- und Netzregelungsmethoden untersucht werden. ©DLR



Netzintegration

SMARTE LÖSUNGEN SIND GEFRAGT

Die Energiewende stellt Verteilnetzbetreiber vor große Herausforderungen. Die effiziente Integration erneuerbarer Energiequellen verlangt vielerorts eine umfassende Transformation von Systemen und Prozessen. Die schwankende Einspeisung erfordert zudem Maßnahmen zur Sicherstellung der Netzstabilität wie beispielsweise den Einsatz von Energiespeichern. Das sind nur zwei der Themen, über die wir mit Jost Broichmann, Geschäftsführer der WBR Solar- und Energietechnik GmbH, gesprochen haben.



»Das Bachmann-System stellt eine sehr smarte Lösung dar, denn sie dient zugleich als Steuerung der Anlage und als zertifiziertes Schutzgerät.«

Jost Broichmann

Geschäftsführer der WBR Solar- und Energietechnik GmbH

Herr Broichmann, die zunehmend stärkere Nutzung erneuerbarer Energien bringt neue Aufgaben und Herausforderungen für das Netz. Wo sehen Sie aus Ihrer Erfahrung den dringendsten Handlungsbedarf?

Jost Broichmann: Überall, wo wir die Energiewende in die Netze hineintransportieren, werden wir weiterhin sehr viel an der Infrastruktur verändern müssen. Man kann nicht einfach Photovoltaik im großen Stil zubauen, wir müssen uns die Ortsnetze anschauen. Vielfach sind die installierten Transformatoren überaltert, haben 30 und mehr Jahre auf dem Buckel. Dazu kommt, dass man die Schaltanlagen nicht immer auf die neuen Schutzbedürfnisse anpassen kann. Beim Stichwort Netzausbau denkt man oft an die großen Übertragungsnetze, aber es muss in der Tat sehr viel mehr auf den tieferen Netzebenen passieren. Wo heute eine Trafostation steht, sehe ich zukünftig eine Energiespeicherstation mit einer Kapazität von vielleicht einer Megawattstunde. Das Ganze ist kompakt und nicht grösser als derzeit ein Ortsnetztrafo. Das schafft dann auch die nötigen Flexibilität im Netz.

Batteriespeicher sind teuer. Welchen Einfluss hat dies zukünftig auf die Energiekosten?

Man muss zwei Faktoren betrachten: Das eine ist der Preisverfall der Batterien selbst. Lithium-Ionen-Akkus kosteten vor zehn Jahren rund 730 Euro pro Kilowattstunde, heute bezahlen wir etwa 130 Euro pro Kilowattstunde. Die neuen Natrium-Ionen-Akkus bedeuten einen weiteren Quantensprung: Die chinesischen Hersteller versprechen perspektivisch Kosten von 30 Euro/kWh für das Ende dieses Jahrzehnts. Hinzu kommt, dass diese Akkus ihre Leistung auch bei tiefen

Minustemperaturen liefern, die Herstellung weniger abhängig von seltenen und konfliktträchtigen Rohstoffen ist und sie brandunempfindlicher sind.

Der zweite Aspekt sind die weiter steigenden Netzentgelte aufgrund der notwendigen Investitionen in die Infrastruktur. Man kann sagen, dass bereits heute in vielen Regionen die Kosten für eine durchgespeicherte Kilowattstunde geringer sind als das mit einem Bezug verbundene Netzentgelt. Oder anders ausgedrückt: Wenn ich den Strom selber erzeuge und speichere, dann wird das auf jeden Fall günstiger, als wenn ich ihn eingekauft hätte.

Stichwort: Versorgungssicherheit. Welche Rolle können da Batteriespeicher spielen?

Wenn wir von Stromausfall sprechen, dann doch meist mit dem sehr abstrakten Blackout vor Augen. Die jüngere Geschichte zeigt uns da ganz andere Szenarien, die wir so nicht im Blick hatten, wie beispielsweise den Brandanschlag auf einen Mast einer 110 kV-Leitung in Brandenburg. Auch Unwetterereignisse nehmen zu. Ich erinnere an das Sturmtief Xavier im Jahr 2017, bei dem im Landkreis Schwerin in der Spitze bis zu 35.000 Kunden zum Teil mehrere Tage ohne Strom waren. In einer so landwirtschaftlich geprägten Region kann das rasch zu einer Katastrophe führen, Tiere können nicht geplant gefüttert oder Kühe in nicht mehr ausreichendem Maß gemolken werden. Hält das mehrere Tage an, dann geht die Milchleistung zurück. Das regeneriert sich aber nicht so schnell, sodass es für eine geraume Zeit erhebliche Einbußen in den Milcherträgen gibt. Mit Batteriespeichern lassen sich Situationen wie diese vermeiden.

Batteriespeicherstation des Schweriner
Energieversorgers WEMAG mit
einer Primärregelleistung von 500 kW
und einer Kapazität von 925 kWh.



» In vielen Regionen sind die Kosten für eine durchgespeicherte Kilowattstunde geringer als das mit einem Bezug verbundene Netzentgelt. «

Jost Broichmann

Geschäftsführer der WBR Solar- und Energietechnik GmbH

Auf der anderen Seite können Stromspeicher helfen, wenn der Netzausbau hinterherhinkt und so den Zubau der Erneuerbaren verhindert. An geeigneter Stelle im Netz platziert, können sie den lokal erzeugten Strom zur lokalen Nutzung zwischenspeichern, ohne dass ein zu schwaches Netz in der Spitze überlastet wird.

Wie sähe ein solche Lösung aus?

Ein Zwischenpuffer muss nicht nur zwischenspeichern, sondern er muss auch das Netz stützen und eine lokale Versorgung sicherstellen können. Eine Batterie allein genügt da ja nicht. Eine solche Anlage setzt sehr viel Steuerungszintelligenz und natürlich auch sehr viel Leistungselektronik voraus. In unseren Systemen kommen hierfür Bachmann-Lösungen zum Zug, die von der Firma SCADA Automation umgesetzt werden. Eine M200-Steuerung realisiert nicht nur das Lademanagement der Batterie, sondern sie generiert auch die Signale zur Vermarktung, damit die Anlage in ein Strommarktdesign eingebunden werden kann, beispielsweise über das VHPready-Signal (Virtual Heat and Power Ready). Gleichzeitig stellt sie als zertifizierter EZA-Regler die Anbindung an die Leittechnik des Netzbetreibers sicher und kann dabei auch mehrere Speichereinheiten oder Erzeugungseinheiten kombinieren. Nicht zu vergessen sind die Funktionen des Entkopplungsschutzes und zur Netz-Re-synchronisierung nach einem Inselbetrieb.

Das Bachmann-System stellt eine sehr smarte Lösung dar, denn sie dient zugleich als Steuerung der Anlage und als zertifiziertes Schutzgerät. Heißt, man benötigt ein Gerät weniger, das man einbauen und warten muss. Und man spart Platz.

Landwirtschaftliche Betriebe stehen zunehmend vor der Herausforderung, PV-Anlagen in ihre Energieversorgung zu integrieren. Das hofeigene Energienetz wird dann rasch zu einem kleinen virtuellen Kraftwerk mit verschiedenen Erzeugern, Speicheranlagen und Verbrauchern.



Das Netzdesign und die daraus resultierenden zukünftigen Anforderungen an die Netzteilnehmer sind nicht zur Gänze geklärt. Nun ist der Markt aber stark in Bewegung. Was tut man, wenn man in einigen Jahren neue Anforderungen „nachrüsten“ müsste und der Hersteller nicht mehr am Markt ist?

Das erleben wir bereits heute schon, da die ersten Hersteller von Batteriekraftwerken wieder vom Markt verschwunden sind. Vor 10 Jahren waren beispielsweise keine EZA-Regler gefordert, jetzt schon. Da ist eine Modernisierung notwendig, was beispielsweise mit dem zuvor erwähnten Bachmann-System gelingt. Dieses bietet auch entsprechende Redundanzen, einschließlich des stoßfreien Umschaltens des EZA-Reglers, was bei kritischen Anlagen gefordert ist.

Nicht zu vergessen sind auch die steigenden Anforderungen an die Cybersicherheit. Viele dieser Anlagen sind Teil der kritischen Infrastruktur. Das braucht Software-Updates, das permanente Ausloten eventueller Sicherheitslücken und ein Anpassen der eigenen Sicherheitsszenarien. Auch darin ist eine regelmäßige Modernisierung gefragt.

Können Sie die Herausforderungen bei der Weiterentwicklung einer bestehenden Anlage beispielhaft skizzieren?

Nehmen wir die Nachrüstung eines landwirtschaftlichen Betriebs, der bislang seine Biogas-Produktion in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) verstromt. Solche Anlagen sind zehn, 15 Jahre oder älter und erreichen in den kommenden Jahren das Ende ihrer Lebenszeit. Dazu kommt, dass deren klassische Fahrweise im 24/7-Betrieb nicht mehr zum heutigen Strommarktdesign passt. Nun wollen heute in ganz vielen Fällen diese Betreiber ihre Dachflächen mit Photovoltaik (PV) für den Eigenbedarf ausrüsten. Und auch hier macht ein Energiespeicher Sinn. Aber: Das Ganze wird dann rasch zu einem kleinen virtuellen Kraftwerk. Da gibt es Fragen zur Optimierung des Eigenbedarfs und gar des Energiemanagements, wenn die Digitalisierung des Bauernhofes voranschreitet. Es macht ja beispielsweise keinen Sinn, das BHKW zu starten, wenn gegenüber dem derzeitigen Bedarf bereits ein großer Überschuss aus der Solaranlage vorhanden ist. Und damit entstehen dann weitere Fragen, beispielsweise zur Kommunikation

zwischen den einzelnen Anlagenteilen. Oftmals kennt man nicht einmal den konkreten Leitungsverlauf am Hof.

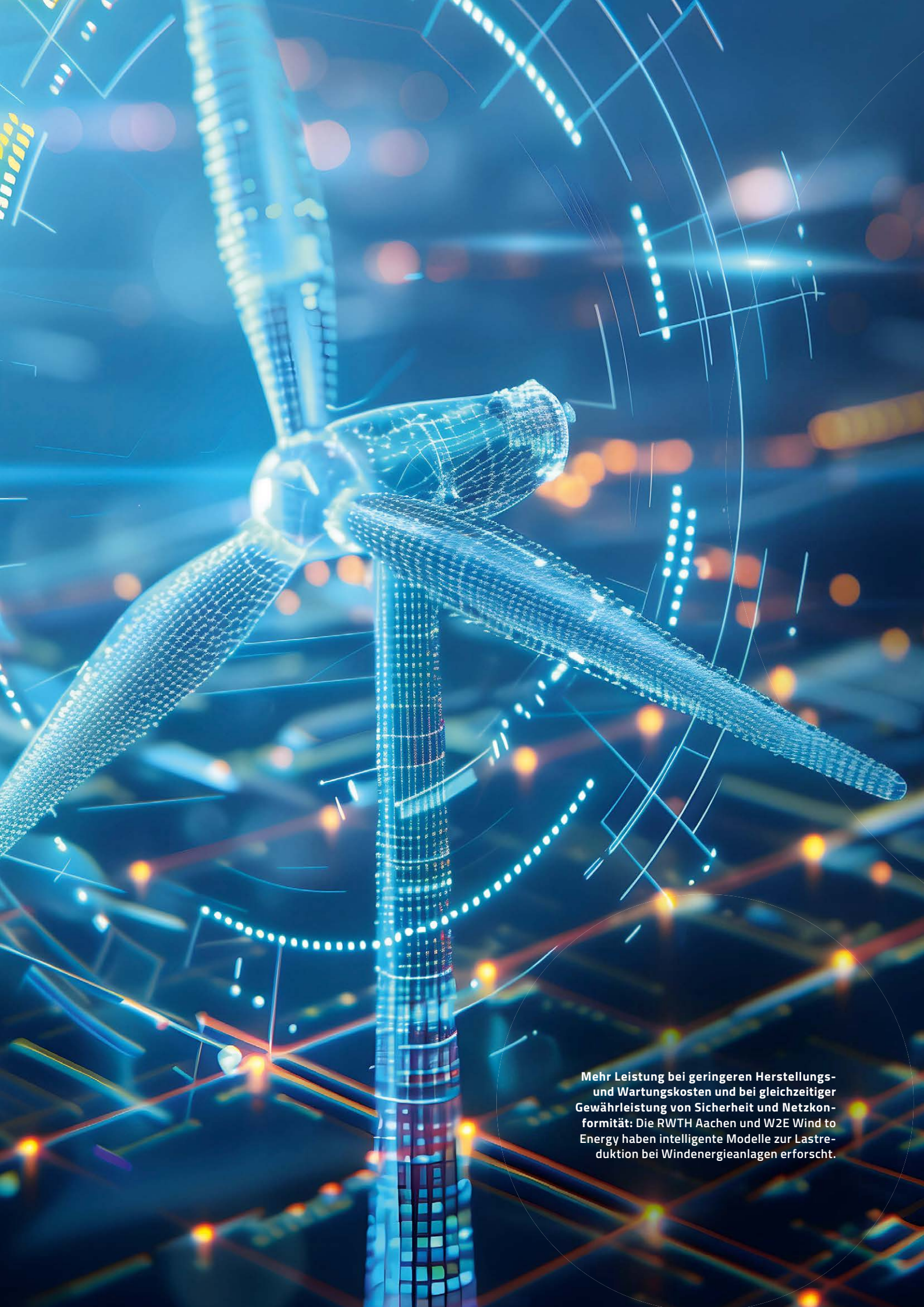
Für solche Aufgaben stehen wir mit WBR als Integrationspartner zur Verfügung und sind froh, mit unserem Partner SCADA Automation auf ein entsprechend flexibles Bachmann-System zugreifen zu können, mit dem sich solche Anforderungen realisieren lassen.

Herzlichen Dank für das Gespräch.

WBR SOLAR- UND ENERGIETECHNIK GMBH

- Sitz in Leezen (Deutschland)
- Plant und installiert privat und gewerblich genutzte PV-Anlagen
- Entwickelt individuelle Energiekonzepte, um Bestands- oder Neuanlagen effizient ins Versorgungsnetz zu integrieren

www.wbr-energie.de



Mehr Leistung bei geringeren Herstellungs- und Wartungskosten und bei gleichzeitiger Gewährleistung von Sicherheit und Netzkonformität: Die RWTH Aachen und W2E Wind to Energy haben intelligente Modelle zur Lastreduktion bei Windenergieanlagen erforscht.



Maschinelles Lernen

INTELLIGENTE REGLUNG

Das wichtigste Entwicklungsziel für den Bau einer Windenergieanlage (WEA) ist es, die Cost-of-Energy (COE), also das Verhältnis von Gesamtkosten zur Jahresenergielieferung, zu optimieren. Dabei geht es nicht nur um die Maximierung der Leistung, sondern auch um die Minimierung der Herstellungs- und Wartungskosten bei gleichzeitiger Gewährleistung von Sicherheit und Netzkonformität. In dem Forschungsprojekt „IntelliWind“ nutzten die RWTH Aachen und der WEA-Entwickler W2E Wind to Energy aus Rostock (Deutschland) Methoden des maschinellen Lernens, um diesem Ziel näherzukommen. Wir haben bei den Projektpartnern nachgefragt.

» Den in Simulink® erzeugten Code konnten wir einfach mit M-Target for Simulink® auf die Bachmann-Steuerung übertragen, um ihn anschließend an einer 3-MW-Windenergieanlage in der Realität zu validieren. Das war ein wichtiger Schritt zur Validierung mit Blick auf Serienreife dieses neuartigen Reglerentwurfs. «

Andreas Klein, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Regelungstechnik der RWTH Aachen



V.I.n.r.: Andreas Klein, Jeffrey Stegink, Harry Hoffmann.

Sie haben gemeinsam an intelligenten Modellen zur selbstoptimieren den Lastreduktion bei Windenergieanlagen geforscht. Was ist der Hintergrund dazu?

Prof. Dr. János Zierath, W2E: Mit steigender Nennleistung und damit zunehmenden Rotordurchmessern und Nabenhöhen moderner WEA steigen auch die Anforderungen an die nachhaltige strukturelle Integrität des Aufbaus. Mit geeigneten Regelungsstrategien versucht man deshalb, durch elektronische Stelleingriffe eine Reduktion der Lastamplituden in Rotor und Turm und damit gegebenenfalls auch Materialeinsparungen zu ermöglichen.

Klassische Regelungsstrategien stoßen dabei jedoch an Grenzen. Deshalb hat man sich bereits in der Vergangenheit mit den Möglichkeiten einer modellprädiktiven Regelung (MPC) auseinandergesetzt. Diese eignet sich gut für Anwendungen an einer Windturbine, da sie mehrere, auch widersprüchliche Regelungsziele und -beschränkungen in einem Optimierungsproblem

zusammenfassen kann. Wir haben die MPC nun erweitert, indem wir ein Regressionsmodell basierend auf maschinellem Lernen integriert haben. Mit dieser Verbesserung passt der Regler nun proaktiv die Blattstellwinkel und das Drehmoment des Generators an, um die Lastwechsel an der WEA zu minimieren und so das Risiko von Langzeitverschleiß und Schäden zu verringern.

Wie gestaltete sich der Entwicklungsprozess?

Andreas Klein, RWTH Aachen: Die von uns verwendeten Algorithmen stammen aus dem IntelliWind-Forschungsprojekt (siehe Factbox). Wir verwendeten MATLAB®, um das datenbasierte Modell zu trainieren, das die dynamischen Zustände des internen MPC-Prädiktionsmodells auf die Änderung der auf den Rotor wirkenden Schubkraft abbildet. Mit Simulink® und der Model Predictive Control Toolbox™ von MATLAB® haben wir schließlich den Regler ausgelegt und umfassend simulativ erprobt. Den in Simulink® erzeugten Code konnten wir im Anschluss mit M-Target for

Simulink® auf die MH230-Steuerung von Bachmann portieren, um ihn anschließend an einer von W2E Wind to Energy entwickelten 3-MW-Windenergieanlage in der Realität zu verifizieren. Das war ein wichtiger Schritt zur Validierung mit Blick auf eine Serienreife dieses neuartigen Reglerentwurfs.

Welche Herausforderungen bestanden dabei?

Die Performanz und Stabilität einer MPC wird in hohem Maße von der Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Prädiktionsmodells beeinflusst. Je höher die gewünschte Genauigkeit des Modells, desto rechenintensiver ist die MPC in der Regel. Um diesen Zielkonflikt zwischen Genauigkeit und Rechenintensität zu lösen, haben wir ein datenbasiertes Modell, speziell ein „local linear neuro-fuzzy model (LLNFM)“¹⁾, verwendet. Wir haben ein LLNFM genutzt, weil es nichtlineare Beziehungen abbildet, aber im Vergleich zu anderen maschinellen Lernverfahren eine überschaubare Komplexität aufweist. Ergebnisse lassen sich damit besser interpretieren, was insbesondere in regelungstechnischen Anwendungen von Vorteil ist, bei denen die Minimierung des Risikos möglicher Schäden an der Anlage ein zentrales Anliegen ist.

Trainiert haben wir dieses Modell mit Daten, die wir mit der Software alaska/Wind²⁾ erzeugten, in der wir die internen Belastungen der Gesamtanlage auf der Grundlage der externen Windkräfte modellierten und simulierten.

Welche Ergebnisse konnten Sie in der Realität erreichen, und wie geht es weiter?

Prof. Dr. János Zierath, W2E: Wir führten zahlreiche Simulationen mit unserem Reglerentwurf bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten durch, die uns zuversichtlich stimmten. Also portierten wir diesen schließlich auf die Bachmann-Steuerung einer unserer eigenen WEA, um seine Robustheit unter realen Betriebsbedingungen bewerten zu können. Die Feldtests verliefen gut und bestätigten den stabilen Betrieb der WEA im Teillast- und Volllastbereich. Damit konnten wir zeigen, dass eine Erweiterung fortgeschrittener MPC-Algorithmen mit maschinellem Lernen in Windenergieanlagen gelingt. Auf dieser Grundlage können wir zukünftig komplexere maschinelle Lernalgorithmen in Experimenten testen, den Regler weiter verbessern und so den Betrieb von Windenergieanlagen optimieren.

Herzlichen Dank für diesen Einblick.

» Mit der Bachmann-Steuerung konnten wir zeigen, dass mit maschinellem Lernen eine Erweiterung der modellprädiktiven Regelung bei Windenergieanlagen gelingt. «

Prof. Dr. János Zierath

Forschungskordinator und Prokurist bei W2E Wind to Energy GmbH

¹⁾ Infos zur MATLAB®-Toolbox for Local Model Networks:



²⁾ Mehr zur Software alaska/Wind:



INTELLIWIND

Ziel des Projektes „IntelliWind“ ist es, mittels KI-basierter Regression das Systemverhalten von Windenergieanlagen datengetrieben zu identifizieren sowie zu untersuchen, wie dieses in modellbasierten

Regelungsverfahren als Ergänzung zur physikalischen Modellierung genutzt werden kann. Das Projekt mit Förderkennzeichen 01IS22028A/B wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in Deutschland gefördert.

Mehr dazu erfahren Sie hier:



ENERGIEVERSORGUNG VON MORGEN – KOMPLEXITÄT MEISTERN

Bereits zum zweiten Mal lud Bachmann zu einem Technologiesymposium ins Internationale Maritime Museum in der Hamburger Speicherstadt. Mehr als 60 Teilnehmende tauschten sich zum aktuellen Stand einer modernen Energieversorgung zu Lande und auf hoher See aus. Dabei kam auch der informelle Austausch nicht zu kurz.

Mit der Frage, ob Begriffe wie Energiewende, Smart Grid, Blackout, Sektorenkopplung, Energietransformation oder Energieautonomie bloße Buzzwords seien oder doch mehr dahinter stünde, eröffnete Gabriel Schwanzer, Chief Marketing, Sales and Automation bei Bachmann electronic das Symposium. „Diesen Themen, ob zu Lande oder auf hoher See, widmen wir das Symposium“, sagte Schwanzer. „Wir wollen versuchen, Brücken zu bauen zwischen den Branchen rund um die erneuerbaren Energien im Allgemeinen und der Schifffahrt im Besonderen. Unser Ziel dabei ist es, Synergien zu identifizieren und gemeinsam neue Wege zur Umsetzung einer modernen Energieversorgung zu erschließen.“

Lösungen für komplexe Energiesysteme

Verstehen, wie die Branchen funktionieren. Erkennen, welche Anforderungen bestehen. Mehrwert schaffen, damit Kunden ihr Alleinstellungsmerkmal herausarbeiten können: „Diese drei Überlegungen leiten uns in unserer Arbeit“, bekräftigten Michael Backhaus, Branchenleiter Erneuerbare Energien, und Dirk Knollmann, Key Account Manager Maritime DACH bei Bachmann electronic, in ihrem Prolog zum Symposium.

Ein Schiff als Gesamtes sei vielleicht noch komplexer als ein Dorf. Deshalb brauche es auch hier ein Energiesystem, das viele Anforderungen erfüllt und das sicherstellt, dass nicht nur der Antrieb, sondern auch alle Infrastrukturen an Bord verfügbar bleiben. „Früher hat man bei einem Mehrbedarf einfach einen mit fossilem Brennstoff angetriebenen

Generator hinzugefügt“, merkte Dirk Kollmann an. „Heute geht das nicht mehr, denn nicht selten müssen beispielsweise bei einer Hafeneinfahrt strenge Emissionsgrenzwerte eingehalten werden.“ Wie die Branchen bei einer solchen Aufgabenstellung voneinander profitieren können, hob Michael Backhaus hervor: „Erneuerbare Energien werden längst nicht mehr 'nur' in eine Versorgung integriert. Sie bilden Netze und sorgen für Stabilität und Verfügbarkeit.“

Eine Gemeinde – autark vom Netz

Was passiert, wenn man eine ganze Gemeinde von der Stromversorgung abschneidet? Mit diesem Szenario startete der erste Referent des Tages, Michael Krug, Head of System Development bei der SMA Solar Technology AG, in seinen Vortrag. Er beleuchtete das Projekt der Versorgungsbetriebe der Schleswig-Holsteinischen Gemeinde Bordesholm (Deutschland), die in einem Forschungsprojekt Ende 2019 gemeinsam mit der Technischen Hochschule Köln einen großflächigen Stromausfall simulierten. Eine Stunde lang wurde dazu die Gemeinde Bordesholm über den Synchron-Kuppelschalter vom europäischen Verbundnetz getrennt. Haushalte, Betriebe und Institutionen wurden danach unterbrechungsfrei weiter mit Strom versorgt – mit Energie aus einem 15 MW-Batteriespeicher und regenerativen Erzeugern wie Photovoltaikanlagen, Biomasse- und Blockheizkraftwerken. „Dieses Projekt hat gezeigt, dass sich ganze Regionen zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energien versorgen können“, resümierte Michael Krug. Er hob



» Wir müssen auf nichts warten, denn wir können mit bereits vorhandener Technologie die Energiewende schaffen. «

Frank Grewe

CTO und Vorstandsmitglied
der 2G Energy AG

hervor, dass netzbildende Batteriespeicherlösungen die Energiewende unterstützen, denn mit einem zunehmenden Anteil erneuerbarer Energien übernehmen diese auch eine steigende Verantwortung für die Netzstabilität. Überdies profitiere Bordsesholm mit seinem Batteriespeicher auch wirtschaftlich aus der Bereitstellung von Primärregelleistung sowie der Energiearbitrage: Sie können Energie in Zeiten günstiger Tarife einkaufen, zwischenspeichern und, wenn die Tarife im Netz höher sind, wieder verkaufen.

PV auf hoher See

Dr. Robert Beckmann vom Institut für Vernetzte Energiesysteme des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oldenburg zeigte am Beispiel einer hypothetischen Installation von PV-Paneelen auf einem Kreuzfahrtschiff auf, wie sich ein hybrides Energiekonzept umsetzen lässt. Obwohl es nur wenige wirklich geeignete Flächen auf einem solchen Schiff gibt, konnte man nachweisen, dass mit einer PV-Installation erkennbare Treibstoffreduktionen möglich werden. Um den aus der Photovoltaik erzeugten Strom effizient ins Energienetz einspeisen und nutzen zu können, forsche das Team um Beckmann zudem an einer Gleichstromstrom-Energieversorgung. Diese soll einerseits die leichtere Integration alternativer Energiequellen und Verbraucher wie Batterien, Brennstoffzellen, Photovoltaik, Beleuchtung oder Elektronik möglich machen, gleichzeitig aber auch eine höhere Flexibilität im Energiemanagement und einen effizienteren Betrieb erlauben (siehe dazu auch den Beitrag auf Seite 70).

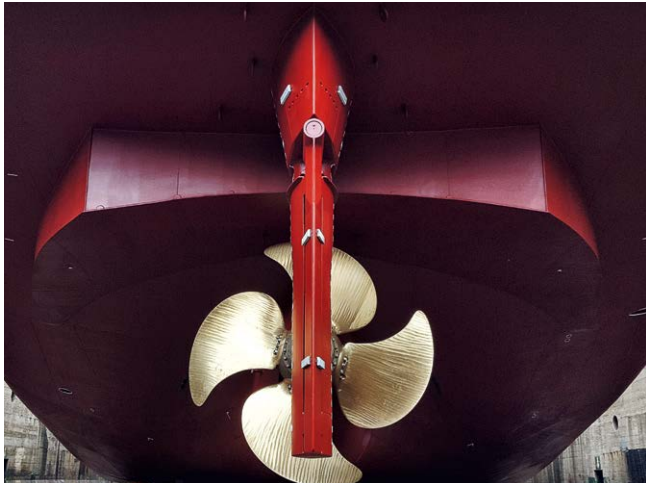
Energie-Plattform für die Zukunft

„Wenn zukünftig die Netze dynamischer gefahren werden, dann kommen auf Großverbraucher in der Industrie ganz neue, bislang unbekannte Herausforderungen zu: Sie müssen abschaltbare und verschiebbare Lasten haben“, begann Michael Kramer, Leiter Energy Plants, Work Services Production der MAN Energy Solutions SE, seinen Vortrag. Wurden Netze bislang auf rein kommerzieller Basis geführt, müssten sich diese zunehmend an der Verfügbarkeit der Energieformen orientieren. Er sensibilisierte seine Zuhörer dahingehend, dass entsprechende Gesetze und Normen diesen Rahmen bereits definierten. Als Beispiele hierfür nannte er die PV-Pflicht bei Neubauten oder die geforderte Steuerbarkeit von Ladesäulen in Industrienetzen. Man müsse sich also dringend Gedanken machen, wie zukünftig die netzorientierte Führung steuerbarer Verbraucher gelingen kann. „Die Herausforderungen dabei wachsen, denn die Anzahl der Schnittstellenakteure nimmt zu“, unterstrich Kramer. MAN hat dazu an seinem Standort in Augsburg erste Pilotinstallationen in Betrieb genommen und Kramer geht davon aus, dass in den kommenden Jahren perspektivisch einige Dutzend Erzeugungseinheiten hinzukommen werden. Dazu hat MAN eine technische Plattform geschaffen, auf der sich die verschiedensten Systeme und Anforderungen sowohl der Netzbetreiber als auch der Energiewirtschaft zusammenführen lassen. Herzstück davon ist ein redundanter Erzeugungsanlagen-Regler (EZA-Regler), der auf Basis des M200-Steuerungssystems von Bachmann realisiert wurde.

Diesem sind Gateways unterlagert, welche die Erzeugungseinheiten einbinden und den Entkopplungsschutz sicherstellen (siehe dazu auch den Beitrag auf Seite 12).

Exakt berechnet

Robert Balla-Nostitz von der besecke GmbH & Co. KG in Bremen stellte in seinem Vortrag ein Werkzeug zur Auslegung elektrischer und hybrider Schiffssysteme mittels einer maritimen Energiesimulation vor. Anhand der von seinem Unternehmen entwickelten Simulationssoftware MarESiS (Maritime Energy Simulation System) erläuterte



» Wenn man ein Schiff energetisch effizient auslegen möchte, dann darf man nicht nur die elektrische Energie betrachten, sondern muss auch die thermische und mechanische Energie an Bord berücksichtigen. «

Robert Balla-Nostitz

F&E Maritim, besecke GmbH & Co. KG

der Ingenieur die bestehenden Herausforderungen, um auf dem Schiff befindliche Erzeuger möglichst nahe am realen Schiffslastprofil dimensionieren zu können. Bis heute mache man dies anhand der Energiebilanz einiger weniger, typischer Betriebsmodi, bei denen man Verbraucher mit Gleichzeitigkeitsfaktoren versehe, um ihren Leistungsbedarf im jeweiligen Betriebsmodus zu beschreiben. Nachteil sei, dass diese Methodik lediglich die Schätzung der erforderlichen Maximalleistung ermögliche, eine Energiebetrachtung jedoch nicht zulasse. „Das Ergebnis ist im Grunde also ziemlich intransparent und hat mit dem realen Schiffsbetrieb nur wenig zu tun“, erklärt Robert Balla-Nostitz. Mit MarESiS geht die besecke GmbH einen anderen Weg: Das Unternehmen arbeitet mit einem Modell, das den Schiffsbetrieb beschreibt und dabei nicht nur den Betriebsmodus, sondern auch Ereignisse wie Nutzung der Küche oder Durchführen von Veranstaltungen sowie äußere Einflüsse wie etwa Temperatur oder Anzahl der Passagiere berücksichtigt.

Im Gleichstrom schwimmen?

Auch am Institut für elektrische Energietechnik IEET der TU Hamburg wird an Gleichstrom-Netztopologien geforscht – mit dem Ziel, moderne Schiffsenergienetze effizienter betreiben und damit zu einer Reduzierung von Emissionen beizutragen zu können. Christoph Klie, wissenschaftlicher Mitarbeiter am IEET, stellte die Konzepte einer typischen AC- und einer typischen DC-Netztopologie gegenüber und erläuterte, wie durch geschickt ausgelegte Gleichstromversorgungsnetze die Gesamtmasse reduziert und an verschiedenen Stellen die Gesamteffizienz der Schiffsversorgung optimiert werden kann. Um außer der Senkung des Materialaufwands und der Kosten solcher Systeme auch die Ausfallsicherheit und Fehlertoleranz verschiedener Topologien beurteilen zu können, wurde an seinem Institut eine sogenannte Energy Benchmarking Toolbox (ETB) entwickelt. In einer grafischen Umgebung können mit Lastfluss- und Energiebereitstellungsanalysen die Auswirkungen potenzieller Fehler bewertet und auf Basis eines hinterlegten Technologiekatalogs sogar Materialbereitstellungslisten (BOM) für die gewählte Topologie erstellt werden.

Wirtschaftliche Wandler

Dr. Stefan Büchner von M&P Motion Control and Power Electronics in Dresden ordnete in einem technologieorientierten Vortrag die Aufgaben leistungselektronischer Konverter in der Energieversorgung ein. Er stellte dabei den Einsatz isolierter Wandler der Verschaltung paralleler Konverter in einer Einheit sowie im Verbund gegenüber. Werden erstere explizit für Komponenten mit geringerer Isolationsfestigkeit oder zwischen unterschiedlichen Netzformen benötigt, lösen parallele Konverter die Einschränkungen aufgrund des begrenzten Leistungsvermögens von Endstufen. Überdies punkten sie, wenn Redundanz

gefordert ist sowie mit ihrer Modularität. Dies schafft eine höhere Wirtschaftlichkeit im Vergleich zur Bereitstellung individueller Leistungsklassen. „Aus der Parallelität ergeben sich auch noch weitere Vorteile“, erläuterte Dr. Büchner, denn ein solcher Aufbau erlaube auch die synchrone Ansteuerung und Regelung der Leistungsmodul sowie eine symmetrische Lastaufteilung auf die verschiedenen Erzeuger oder Speicher im Netz. Büchner favorisiert dazu eine Droop-Regelung mit externer Offsetvorgabe, die von einem externen Master anhand der gemittelten Ströme aller beteiligten Komponenten geliefert wird. In der von ihm vorgestellten Applikation erledigte eine Bachmann M200-Steuerung diese Aufgabe.

Wasserstoff im BHKW

„Es gibt keine effizientere Möglichkeit, Moleküle zu nutzen, als die dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).“ Dies war das Key Take-away, mit dem Frank Grewe, CTO und Vorstandsmitglied der 2G Energy AG in Heek (Deutschland), sein Referat resümierte. Anhand von Beispielrechnungen und entsprechender Studien zeigte er auf, dass bis zum Jahr 2040 rund 430 GW Leistung aus erneuerbaren Energien installiert sein sollten. Dies entspräche bei einem Spitzenbedarf von etwa 80 GW einer rund fünffachen Überbauung. Damit jedoch auch bei einer Dunkelflaute eine entsprechende Kapazität vorhanden ist, brauche es entsprechende Rückgrattechnologien. Ein großes Potenzial sieht Grewe dabei in der KWK, die diese Lücke potenziell auch aus erneuerbaren Energien schließen könne. Gleichzeitig würde der dezentrale Betrieb entsprechender Blockheizkraftwerke (BHKW) eine Reduzierung der Kosten des Netzausbaus in den unteren Netzebenen ermöglichen. Diesen Ansatz verfolgt beispielsweise das Stadtwerk Haßfurt. Die 15.000-Einwohner-Stadt hat bereits heute rund 220 Prozent ihres Strombedarfs in Wind und PV installiert. Den Überschuss führt Haßfurt Elektrolyseuren zu und produziert grünen Wasserstoff als Speichermedium.

Die gesamte Installation wird dabei strommarktorientiert gefahren. Das dort eingesetzte BHKW zur Verstromung des Wasserstoffs hat eine elektrische Leistung von 170 kW. Frank Grewe bekräftigte, dass die heutigen, meist mit Erd- oder Biogas betriebenen BHKW der 2G Energy uneingeschränkt auch für einen ausschließlichen Betrieb mit Wasserstoff geeignet wären. Die Umrüstkosten dafür würden im Rahmen einer Revision etwa 15 Prozent der ursprünglichen Investitionssumme des BHKWs betragen.

Zukunft Batteriespeicher

Im abschließenden Referat unterstrich Jost Broichmann, Geschäftsführer der WBR Solar- und Energietechnik GmbH, die Notwendigkeit infrastruktureller Anpassungen im Versorgungsnetz. Ortsnetze würden derzeit vielfach noch mit völlig überalterten Transformatoren betrieben, Schaltanlagen könnten nicht mehr auf die aktuellen Schutzbedürfnisse angepasst werden. Deshalb denkt er an Energiespeicherstationen, vom Volumen her nicht grösser als derzeit ein Ortsnetztrafo, die zukünftig helfen sollen, das Netz dezentral zu stützen und die Kosten eines großflächigen Netzausbaus zu reduzieren. Seiner Aussage nach übersteigen bereits

heute die zu bezahlenden Netzentgelte die Kosten für eine gespeicherte Kilowattstunde Energie, was die Investition in vernünftiger Frist amortisiere. Die Potenziale von Energiespeichern sieht Broichmann explizit auch beim Ausbau landwirtschaftlicher Betriebe, die zunehmend vor der Herausforderung stehen, PV-Anlagen in ihre Energieversorgung zu integrieren und die Verstromung der Biogas-Produktion von einem 24/7-Betrieb dem heutigen Strommarktdesign anzupassen (siehe dazu auch das Interview mit Jost Broichmann auf Seite 72).

Begeisterte Teilnehmende

„Großartig“, „sehr informative Vorträge“, „gute Gespräche in toller Atmosphäre“ – das sind nur drei der unzähligen positiven Rückmeldungen der Teilnehmenden des 2. Bachmann-Technologie-Symposiums in Hamburg. Dort gelang es wiederum, mit den Referierenden jene Themen aufzugreifen, die Verantwortlichen im Schiffbau und in der landgestützten Energieversorgung unter den Nägeln brennen. „Die Herausforderungen lösen wir gemeinsam leichter“, zog Gabriel Schwanzer das Resümee dieser dicht gepackten anderthalb Tage, und fügt hinzu: „Denn voneinander lernen heißt voneinander profitieren.“

2. TECHNOLOGIE-SYMPOSIUM

Zu Lande und auf hoher See – Umsetzung moderner Energieversorgung:

Einblicke in intelligente Energieversorgung und komplexes Energiemanagement im Schiffbau und der landgestützten Energieversorgung. Moderiert wird das Symposium vom renommierten Fachverlag HANSA. Der HANSA Verlag ist zudem der Gastgeber des Maritimen Museums/Deck 10 und unterstützt die Organisation des Symposiums.

HANSA
INTERNATIONAL MARITIME JOURNAL

VORSCHAU



3. Technologie-Symposium

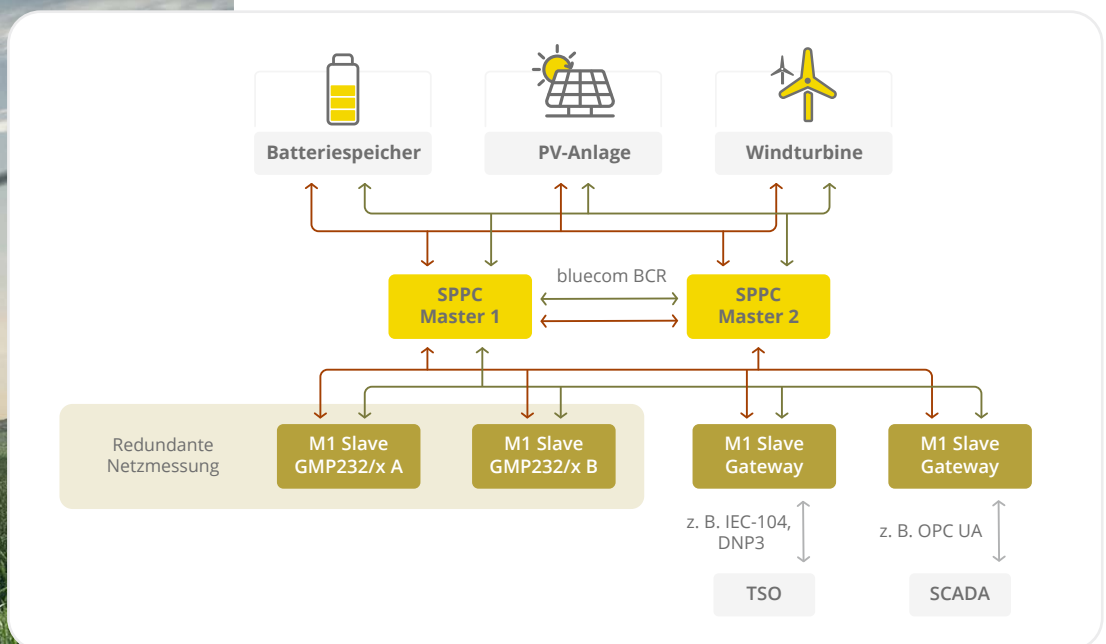
15. Mai 2025 / Hamburg



Erweiterung für Smart Power Plant Controller

REDUNDANTE STEUERUNG FÜR KRITISCHE INFRASTRUKTUREN

Betreiber kritischer Infrastrukturen (KRITIS) in der Energieversorgung sind zunehmend bestrebt, deren Ausfallsicherheit so weit wie möglich zu erhöhen. Um zuverlässig stabile Versorgungsnetze zu gewährleisten, sollten Energieversorger zukünftig alle relevanten Systeme redundant aufbauen – vorausgesetzt, Kosten und Nutzen stehen dabei in einem angemessenen Verhältnis. Dazu gehört auch die Energiepark-Steuerung. Deshalb wird der Smart Power Plant Controller (SPPC) von Bachmann aktuell um eine Redundanzfunktion erweitert.



Ausfallsicherheit von Energieversorgungen erhöhen, Ertrag steigern: Beispiel einer Redundanz-Topologie mit dem Smart Power Plant Controller von Bachmann.

Erhöhte Ausfallsicherheit für Energieparks

Mit der doppelten Auslegung von Komponenten sorgen Betreiber von Energieparks für den sichereren Betrieb von Anlagen wie Windturbinen, PV-Anlagen und Batteriespeicher. Für eine zuverlässig ausfallsichere Versorgung mit Energie reicht es jedoch nicht aus, nur die Netzwerkkomponenten und Verbindungen zwischen den Systemen redundant auszuführen („Netzwerk-redundanz“). Vielmehr ist es nötig, dass alle an der Versorgung beteiligten Komponenten des Energieparks zweimal vorhanden sind. Dazu zählen beispielsweise auch die Spannungsversorgung der Steuerungen, die Sensoren und die Server des SCADA-Systems. Ist eine dieser Komponenten nicht redundant ausgelegt und fällt aus, ist die Wirkung des Redundanzkonzeptes nicht erreichbar.

Je kritischer die Anlage, desto wichtiger die Redundanz

Fällt eine Steuerung aus und es steht eine Ersatz-Steuerung in der Netztopologie zur Verfügung, kann innerhalb einer bestimmten Zeitspanne auf diese umgeschaltet werden. Bei dieser „Cold-Standby-Redundanz“ erfolgt der Wechsel automatisch, aber nicht unterbrechungsfrei. Mit diesen Redundanz-Lösungen kann die Energieversorgung nach einem Ausfall einer beteiligten Komponente wiederhergestellt werden. Damit sie jedoch ununterbrochen gegeben ist, muss die Umschaltung stoßfrei erfolgen sowie alle Parameter und Zustände müssen automatisch übernommen werden („Hot-Standby-Redundanz“).

Mit Redundanz nach Maß in die Zukunft

Bachmann erweitert den bewährten Smart Power Plant Controller (SPPC) aktuell um Redundanzfunktionen. Auch die redundante Netzmessung mit dem GMP232-Modul wird dabei berücksichtigt. Alle Ausbaustufen, von der reinen Netzwerkredundanz bis hin zur stoßfreien Hot-Standby-Umschaltung von einem SPPC auf den anderen – inklusive exakter Übernahme des aktuellen Regelzustandes – werden dabei unterstützt.

Erste Projektimplementierungen sind bereits erfolgt; die Redundanzfunktion wird zukünftig als optionale Erweiterung für den SPPC verfügbar sein.



Bei Wassertiefen von 60 m erreichen konventionelle Offshore-Anlagen ihr Limit. Für tiefere Gewässer sind schwimmende Plattformen eine Lösung, die voraussichtlich in den kommenden Jahren vor einem rasanten Aufschwung steht.

Floating Wind

DIE WINDKRAFT LERNT SCHWIMMEN

Die Offshore-Windenergie ist ein wichtiger Baustein der Energiewende. Traditionelle feste Bodenfundamente für Windenergieanlagen können in tiefen Gewässern jedoch nicht kosteneffizient verankert werden. Floating Offshore Wind (FOW), schwimmende Plattformen für Windturbinen, bietet hier eine Lösung.

Potenzial und Vorteile

Floating Wind ermöglicht die Installation von Windparks in tieferen Gewässern und weiter von der Küste entfernt. Dort sind die Windbedingungen oft besser. 80 Prozent der potenziellen Offshore-Standorte in Europa und weltweit liegen in Tiefen von über 60 m. Diese sind für feste Bodenfundamente (Fixed Bottom Foundations, FBF) ungeeignet.

Ein weiterer Vorteil von FOW ist die geringere Umweltbelastung. Schwimmfundamente greifen weniger in die Meeresumwelt ein und schonen die Tierwelt. Werden sie zukünftig in großen Stückzahlen produziert, darf man davon ausgehen, dass die Herstel-

lungskosten deutlich sinken und zudem durch Skalierung und Industrialisierung eine Kostenreduktion der Megawattstunde von heute 200 Euro auf etwa 40 bis 60 Euro/MWh bis 2030 erreichbar ist.

Technische Herausforderungen

Es gibt jedoch technische Herausforderungen: Schwimmende Plattformen müssen extremen Umweltbedingungen standhalten. Diese Plattformen benötigen langlebige und korrosionsbeständige Materialien, die gleichzeitig leicht und kostengünstig sind. Auch die Stabilität der Anlagen bei Stürmen mit gleichzeitig hoher Wellenlast ist eine Problemstellung.



In den aktuellen Pilotprojekten zu Floating Wind werden derzeit vor allem vier Systemansätze verfolgt, um die besten Lösungen zu finden: (1) Spierenboje, (2) Kahnplattform (engl. barge platform), (3) Halbtaucher (engl. semi-submersible), (4) Spannbeinplattform (engl. Tension-Leg Plattform, TLP).

Verschiedene Ansätze

Es gibt vier Hauptsysteme für schwimmende Plattformen:

- **„Spierenboje“:** Hier sorgt ein langer, mit Ballast gefüllter Zylinder für Stabilität.
- **„Barge Platforms“:** „Kahnplattformen“ sind große Plattformen, die durch ihre Fläche Stabilität erreichen.
- **„Semi-Submersibles“:** Die „Halbtaucher“ nutzen meist drei Zylinder, die ein dreieckiges Gerüst bilden, als Auftriebskörper.
- **„Tension-Leg Plattform (TLP)“:** Die „Spannbeinplattform“ besteht aus einem zentralen Auftriebskörper, der durch vertikal gespannte Trossen stabilisiert wird.

Sichere Verankerung

Die Verankerung von schwimmenden Plattformen muss besonders stabil sein. Meistens sorgen dazu Mehrpunkt-Verankerungssysteme für eine stabile Position. Die Ausrichtung der Turbine in den Wind geschieht hier wie bei den fest installierten Anlagen durch die Drehung der Gondel. Im Gegensatz dazu gibt es die sogenannte Einpunkt-Verankerung,

bei der sich die gesamte Plattform mit dem Turm in den Wind drehen kann, was besondere Anforderungen an die sichere Führung der Stromkabel stellt.

Hochverfügbare Steuerung

Die Steuerungssysteme müssen robust und hochverfügbar sein. Stürme und hoher Wellengang stellen neue Herausforderungen dar, die eine zuverlässige Steuerung erfordern. Insbesondere die Aufbaustruktur auf den schwimmenden Plattformen sowie die Maschinen- und lastabtragenden Strukturelemente der Windturbine sind deutlich höheren dynamischen Belastungen ausgesetzt. Dies beeinflusst nicht nur die grundlegende Konstruktion, sondern erfordert auch insgesamt neue Konzepte für Steuerung, Regelung und das Monitoring.

Ausgefeilte Strukturüberwachung

Die Überwachung der strukturellen Integrität (Structural Health Monitoring, SHM) ist ebenfalls entscheidend, um die Sicherheit und Effizienz der Anlagen über deren Laufzeit zu gewährleisten. Solche Offshore-Projekte werden aktuell

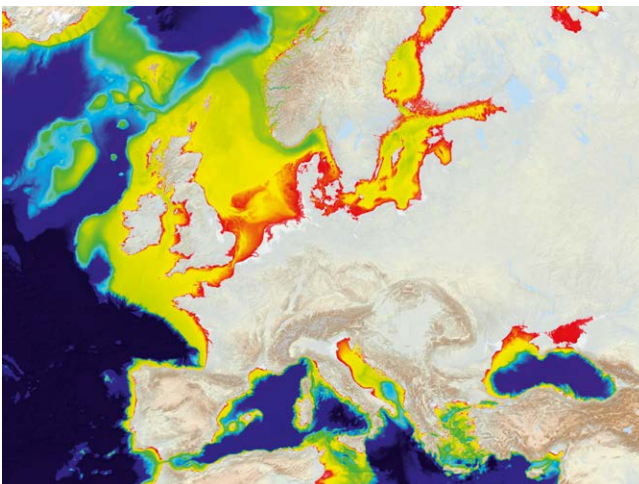
mit Betriebszeiten von bis zu 35 Jahren und mehr geplant. Die damit verbundenen strukturellen Herausforderungen verlangen zwingend nach innovativen Messkonzepten mit Sensoren. Diese liefern Daten für digitale Zwillinge, welche unter anderem Langzeitbewertungen hinsichtlich Alterung und Ermüdung von Strukturelementen ermöglichen. Neben der Langzeitdiagnose, an denen hochspezialisierte Experten arbeiten, ist aber auch ein permanentes Online-Monitoring notwendig, um die Auswirkungen von extremen Ereignissen – beispielsweise Taifunen, Monsterwellen oder Kollisionen – zu erfassen und gezielte Tiefendiagnosen zu triggern.

Die Online-Systeme von Bachmann für das Structural Health Monitoring liefern Echtzeitdaten über die Belastungen und Bewegungen der Strukturen. „Die permanente Online-Überwachung der Strukturen und der SHM-Kennwerte, die mit teilweise neuen mathematischen Verfahren gebildet werden, ist eine der Stärken von Bachmann“, sagt Marc Thomsen, Product Manager SHM bei Bachmann Monitoring. „Denn die Erfahrung hat uns insbesondere



Die 2 MW-Turbine des Projekts „WindFloat“ (EDP Renewables) wurde bereits 2011 installiert.

Sie ist als „Halbtaucher“ etwa 5 km vor der Küste von Agucadoura, Portugal, installiert.



Rund 80 % der potenziellen Offshore-Windenergiestandorte in europäischen Meeren weisen Wassertiefen von mehr als 60 m auf. Mit einer traditionellen Fundamentierung können diese Orte nicht wirtschaftlich erschlossen werden. Für den Einsatz von Floating Wind-Plattformen sind sie besser geeignet.

gezeigt, dass die realen Strukturen in einigen wichtigen Strukturparametern wie beispielsweise ihren Eigenfrequenzen oft signifikant von den Eigenschaften der Design-Modelle abweichen können. Die Konsequenzen daraus können dann unter Umständen für die Investoren und Betreiber zu unerwarteten und sehr teuren Schäden oder zu extrem verkürzten Lebensdauern führen.“

Vielversprechende Zukunft

Die bislang erzielten Fortschritte in Forschung und Entwicklung sowie die positiven Ergebnisse der bisherigen Pilotprojekte sind erfolgversprechend: Floating Wind bietet ein enormes Potenzial zur Erweiterung der Offshore-Windenergie. Trotz technischer und operativer Herausforderungen. Und an deren Lösung arbeitet Bachmann in aktuellen weltweiten Offshore-Projekten mit.

» Besonders bei innovativen Designs oder neuen Entwicklungen ist ein ausgefeiltes SHM von großer Bedeutung. Denn die Erfahrung hat uns gezeigt, dass die gebauten Strukturen oft von ihren Entwürfen abweichen. «

Marc Thomsen

Product Manager SHM bei Bachmann Monitoring

MESSEN UND EVENTS

INDUSTRIE

ALL ABOUT AUTOMATION

Friedrichshafen, Deutschland

25. - 26.02.2025

Stand: B2-610

WIND

DISTRIBUTECH

Dallas, Texas, USA

25. - 27.03.2025

Stand: 6664

ERNEUERBARE ENERGIEEN

VOLTA-X

Stuttgart, Deutschland

25. - 27.03.2025

Stand: 9E20

MARITIM

SEA ASIA

Singapore, Singapore

25. - 27.03.2025

WIND

WINDEUROPE

Kopenhagen, Dänemark

08. - 10.04.2025

Stand: C1-C110

ERNEUERBARE ENERGIEEN

EES EUROPE

München, Deutschland

07. - 09.05.2025

Stand: B1.119

ERNEUERBARE ENERGIEEN

BHKW JAHRESKONGRESS

Dresden, Deutschland

13. - 14.05.2025

INDUSTRIE

SPS ITALIA

Parma, Italien

13. - 15.05.2025

MARITIM

3. TECHNOLOGIE-SYMPOSIUM

Hamburg, Deutschland

14. - 15.05.2025

Stand: Deck 10 – Maritimes Museum

WIND

CLEANPOWER

Phoenix, AZ, USA

19. - 21.05.2025

Stand: 1917

MARITIM

NOR-SHIPPING

Oslo, Norwegen

02. - 06.06.2025

INDUSTRIE

ALL ABOUT AUTOMATION

Hamburg, Deutschland

03. - 04.06.2025

Stand: B6.131

WIND

ROSTOCK WIND

Rostock, Deutschland

August 2025

WIND

HUSUM WIND

Husum, Deutschland

16. - 19.09.2025

Stand: 5B07

INDUSTRIE

ALL ABOUT AUTOMATION

Düsseldorf, Deutschland

17. - 18.09.2025

WIND

WINDERGY INDIA

Chennai, Indien

Oktober 2025

WIND

CHINA WINDPOWER

Peking, China

Oktober 2025

MARITIM

KORMARINE

Busan, Südkorea

21. - 24.10.2025

Stand: Holland Pavillon

MARITIM

EUROPORT

Rotterdam, Niederlande

04. - 07.11.2025

Stand: 1.1512

WIND

WINDENERGIETAGE

Potsdam, Deutschland

12. - 14.11.2025

INDUSTRIE

SPS

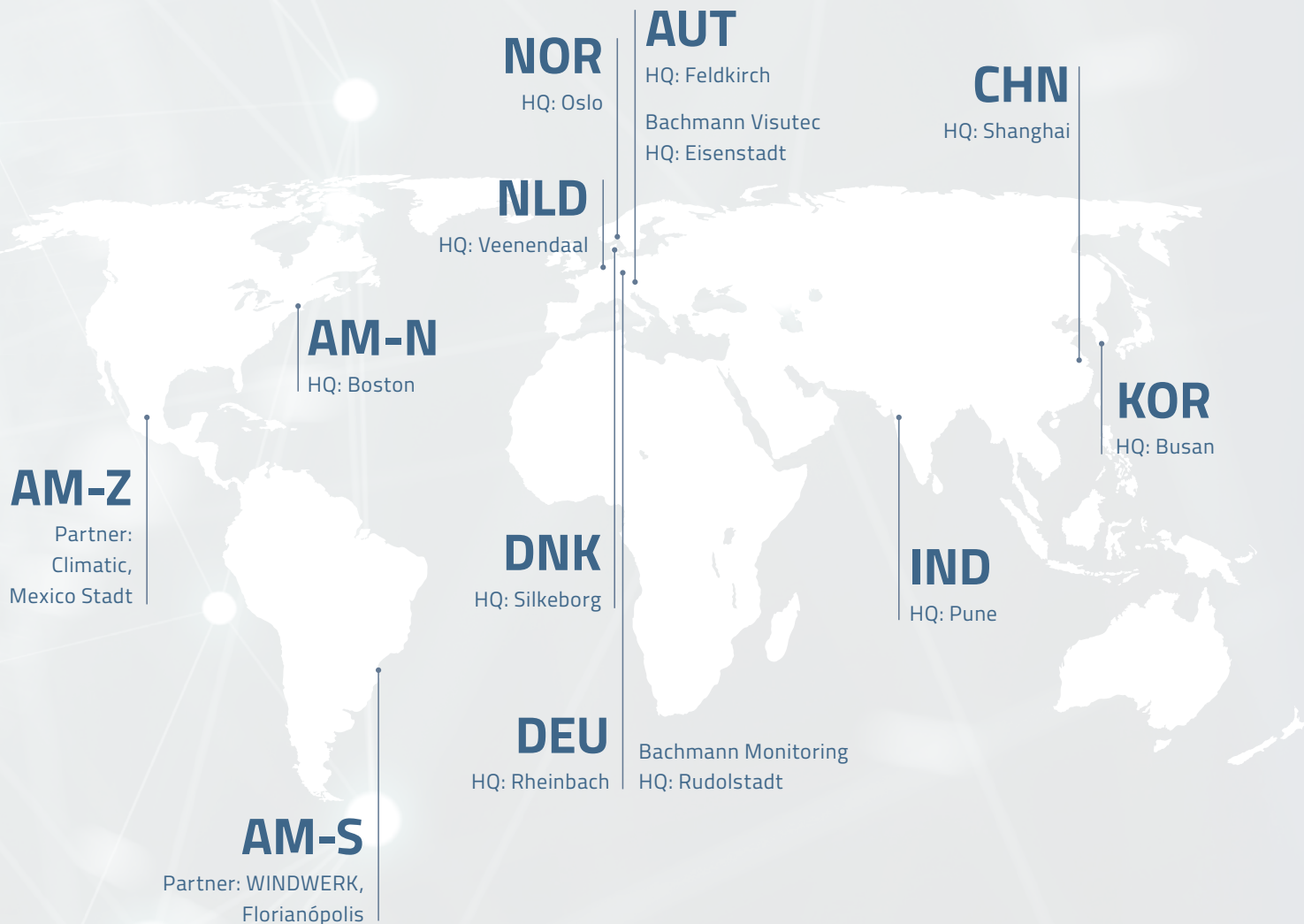
Nürnberg, Deutschland

25. - 27.11.2025



Weitere Termine
zu Messen und Events
finden Sie auf
unserer Website.

Globale Präsenz



atvise®-DISTRIBUTIONSPARTNER UND -SYSTEMINTEGRATOREN

Bulgarien	Griechenland	Nordafrika	Spanien
China	Italien	Norwegen	Südafrika
Deutschland	Kroatien	Österreich	Südkorea
Finnland	Lateinamerika	Schweiz	Türkei
Frankreich	Mittlerer Osten	Slowenien	Vietnam

bachmann.



www.bachmann.info

