

real.times

Das Bachmann-Kundenmagazin 11 | 2025



BLICKRICHTUNG: REALITÄT

WENN SCHWERGEWICHTE AUF REISEN GEHEN | DIE SONNE IM TANK
ZUKUNFTS-COCKPIT FÜR TIEFENBOHRUNGEN | DER WELTRAUMSPEICHER
DREI LEINEN FÜR DIE ACHT | KOOPERATIONS-BOOST | ZUKUNFT? HEUTE!



Kurs halten in bewegten Zeiten

Volatile Märkte, geopolitische Spannungen, immer kürzere Innovationszyklen – wer da nur reagiert, verliert. Wir setzen bewusst auf das Gegenteil: Vorausschauend handeln, strategisch investieren, langfristig denken.

Somit war z.B. unsere Entwicklung vom Windturbinen-Automatisierer zum umfassenden Lösungsanbieter für Energieinfrastrukturen kein Zufall, sondern klare Entscheidung.

Gerade jetzt zahlt sich diese Vorgehensweise über all unsere Branchen aus. Ob Offshore-Windpark in der Nordsee, intelligente Speicherlösungen, ob Steuerungssysteme für die autonome Schifffahrt oder zukunftssichere Technologieentwicklung für den Maschinen- und Anlagenbau – wir beweisen in Projekten weltweit, dass wir Lösungsanbieter und verlässlicher Partner auf allen Ebenen und allen Bereichen sind.

Gerade als mittelständisches, eigentümergeführtes Unternehmen können wir langfristig denken und handeln. Wir wissen: Es wird immer Phasen des Auf und Ab geben. Doch wer die Zukunft im Blick behält, in Kompetenzen investiert und sich nicht von kurzfristigen Stürmen aus der Bahn werfen lässt, wird gestärkt daraus hervorgehen.

Genau das ist unser Anspruch – und unser Versprechen an unsere Kunden:
Bachmann liefert. Heute. Morgen. Und in Zukunft.

Ich wünsche Ihnen viel Freude mit der Lektüre unserer real.times

Herzlich, Ihr



Bernhard Zangerl
CEO Bachmann electronic



LEITTHEMA

- 6 Interview
„ENERGIE IST NICHT EINFACH NUR TREND – SIE IST DIE ZUKUNFT“
- 9 Niederlassung in Oslo
WENN PLÄNE WIE EIN TURBO ZÜNDEN

ENERGIE

- 17 Modellbasierte Entwicklung für einen Elektrolyseur
DIE SONNE IM TANK
- 20 Komplett-Retrofit
RÜCKENWIND FÜR EINE PROFITABLE ZUKUNFT
- 33 Kinetische Batterie
DER WELTRAUMSPEICHER
- 36 Energiemanagement
EIN GATEWAY SCHLIESST DIE LÜCKE
- 59 Flugwindkraftanlagen
DREI LEINEN FÜR DIE ACHT
- 60 Intelligente Lastspitzenkappung
ENDLICH GRENZENLOS ENTWICKELN
- 62 Structural Health Monitoring
DIGITALE INTELLIGENZ FÜR OFFSHORE-WINDPARKS

MARITIM

- 12 Condition Monitoring
PROBIER'S MAL MIT GEMÜTLICHKEIT
- 14 Kranautomatisierung
WENN SCHWERGEWICHTE AUF REISEN GEHEN
- 26 Autonome Schifffahrt
STABIL AUF POSITION
- 80 Rapid Prototyping
INTUITIV MANÖVRIERT

Impressum

Herausgeber

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

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

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

Bildnachweis

Adobe Stock, Armac Industrial Automation, Bachmann electronic GmbH, Bentec GmbH, Burkhardt GmbH, CMB.TECH nv, Dromec, EnBW Energie Baden-Württemberg AG, EnerKite GmbH, Eurus Energy America Corporation, HOB Aggregaten, Kwant Controls B.V., QuinteQ, Schottel GmbH, SMA Solar Technology AG



INDUSTRIE

23 atvise® in der Cloud
ALLE(S) IM BLICK

30 atvise® im Cyber Chair
**ZUKUNFTS-COCKPIT
FÜR TIEFENBOHRUNGEN**

58 25 Jahre Partnerschaft
**DIE STEUERUNGS-
PIONIERE**

WISSEN

61 Bachmann-Website
KOOPERATIONS-BOOST

66 Training
**VON EXPERTEN
MIT EXPERTEN**

70 Die Reise des grünen
Wasserstoffs
**WIND, WASSER,
WUNDERSTOFF**

72 Bachmann
Technologie-Symposium
ZUKUNFT? HEUTE!

76 Fernzugriff-Retrofit
**AUSSERPLANMÄSSIGE
SERVICEEINSÄTZE ADE**

ENGINEERING

40 KI im Engineering
DER SMARTE SIDEKICK

44 Serielle Schnittstellen
**REINE NOSTALGIE?
MITNICHEN!**

PRODUKTNEWS

48 Turbinen-Retrofit
AB IN DIE GEWINNZONE!

51 Standard für Erzeugungsanlagen
**M200 ERHÄLT
UL6200-ZULASSUNG**

52 Panel-PCs
**WROOOM! DER NEUE
PPC1200 KOMMT**

54 Hybridkraftwerke
ALLE UNTER EINEM DACH

67 IEC 62443-4-2
**SICHERE AUTOMATION –
JETZT ZERTIFIZIERT**

„ENERGIE IST NICHT EINFACH NUR TREND – SIE IST DIE ZUKUNFT“



In einer Welt, in der geopolitische Spannungen, volatile Märkte und rasant wechselnde Technologien den Alltag der Unternehmen prägen, setzt Bachmann auf langfristige Perspektiven. Das Unternehmen hat sich vom Automatisierer einzelner Windturbinen zu einem führenden Lösungsanbieter für die gesamte Energieinfrastruktur entwickelt.

CEO Bernhard Zangerl spricht im Interview darüber, warum Kontinuität und Anpassungsfähigkeit kein Widerspruch sind – und wie man als Mittelständler Stabilität in einer instabilen Welt schafft.

Herr Zangerl, wie sehen Sie Bachmann heute im Blick auf die Branchen, die Sie bedienen?

Ich blicke trotz geopolitischer Spannungen und volatiler Märkte optimistisch in die Zukunft – denn Energie bleibt einer der großen Megatrends der kommenden Jahrzehnte. Fossile Ressourcen sind endlich, die Energiewende unausweichlich.

Vor 25 Jahren war die Branche der Erneuerbaren klein und stark auf einzelne Technologien fokussiert – wir selbst vor allem auf die Automatisierung in der Stromerzeugung. Heute reicht unser Spektrum weit darüber hinaus: Von Erzeugung über Verteilung bis zu intelligenter Steuerung und Energiemanagement. Statt isolierte Gewerke zu betrachten, denken wir vernetzt – über Technologie- und Landesgrenzen hinweg. Ziel ist es, Energie effizient zu transportieren, smart zu verteilen und den Verbrauch zu senken. Das ist die konsequente Weiterentwicklung, die in den kommenden Jahrzehnten entscheidend sein wird. Darauf haben wir seit Jahren hingearbeitet: Mit gezielten Akquisitionen, Produkt-

entwicklungen und dem Ausbau unserer Expertise. Schließlich eröffnet uns dies auch die Chance, künftige Anforderungen nicht nur zu erfüllen, sondern aktiv mitzugestalten.

Es hält sich jedoch immer noch die Meinung, dass die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien zu teuer ist und deshalb scheitern wird. Wie sehen Sie das?

Die Diskussion um die Kosten von Strom aus erneuerbaren Energiequellen ist oft politisch gefärbt – und selten ehrlich. Fossile Brennstoffe wirken günstig, doch die Kosten ihrer Subventionierung und vor allem die Folgekosten tragen wir indirekt alle. Wind und Sonne sind als Energiequellen kostenlos, Investitionen in Anlagen vergleichbar mit anderen Technologien – in guten Lagen erzeugt Onshore-Wind Strom zu ähnlichen Preisen wie Atomkraft. Ich bin davon überzeugt, dass je stärker Erneuerbare im Mainstream ankommen, desto fairer werden auch die Vergleiche. Mit vollständiger Kostenbetrachtung der heutigen Stromproduktion – von CO₂-Entnahme bisendlagerung – zeigt sich: Erneuerbare sind nicht zu teuer, sondern schlicht alternativlos.





»Wir wollen der Partner sein, der jede ›Energiefrage‹ beantworten kann.«

Bernhard Zangerl

CEO Bachmann electronic

Wie gehen Sie denn mit dem Auf und Ab in den Branchen um?

Entscheidend ist, pragmatische Lösungen zu finden – mit Blick auf ökologische Sinnhaftigkeit und ökonomische Realitäten. Ich denke, genau darin sind wir als Bachmann gut. Energiehunger steigt, fossile Ressourcen gehen zur Neige – diese Realitäten sind nicht verhandelbar. Politik denkt oft in Wahlzyklen statt in Generationen und handelt meist erst unter Druck. Je länger man wartet, desto drastischer müssen die Maßnahmen sein. Am Ende wird die Realität den Wandel erzwingen – und genau darauf bereiten wir uns vor.

Was heißt dies für Sie als Unternehmen?

Für uns bedeutet es, im operativen Auf und Ab flexibel zu bleiben und zugleich strategisch klar Kurs zu halten. Kurzfristige Schwankungen gehören dazu – entscheidend ist, langfristig die richtigen Weichen zu stellen. Wir antizipieren, wohin sich Märkte entwickeln, und sorgen dafür, dann mit den passenden Produkten präsent zu sein. Das erfordert Geduld und den Mut, in längeren Zeithorizonten zu denken, ohne dabei im Tagesgeschäft unüberlegte Schritte zu gehen.

Heute können Sie mit Stolz darauf verweisen, dass Ihre Weichenstellungen in den letzten Jahrzehnten richtig waren?

Ja, wir haben uns bewusst vom Automatisierer einzelner Windturbinen zu einem umfassenden Lösungsanbieter in der Energieversorgung entwickelt. Heute decken wir ein breites Spektrum ab – von Wind, Solar, BHKW und Wasserkraft bis zu Energiemanagementsystemen, die ganze Energieverbünde steuern. Oder Systeme, welche die Verwendung umweltverträglicherer Brennstoffe oder elektrische Antriebs-

systeme auf Schiffen regeln. Oder solche, die den Lastausgleich in der Stromversorgung industrieller Prozesse ermöglichen und so helfen, teure Lastspitzen zu vermeiden. Diese strategische Erweiterung begann vor über zehn Jahren. Damals war klar: Zukunftsfähigkeit bedeutet, über die einzelne Anlage hinauszudenken und integrierte Lösungen für komplexe Energieinfrastrukturen zu bieten.

Unsere Vision ist es, uns vom führenden Anbieter für die Automatisierung von Windturbinen zum dominanten Player in der gesamten Energieinfrastruktur zu entwickeln – die erste Adresse, wenn es um Erzeugung, Verteilung und Management von elektrischer Energie geht. Wir wollen der Partner sein, der jede „Energiefrage“ beantworten kann. Unsere Kunden wissen: Bachmann mag nicht billig sein, aber es funktioniert. Wie meinte einmal ein US-amerikanischer Kunde: „Wenn Bachmann es nicht lösen kann, dann kann es keiner.“

Aber es geht ja nicht nur um die Entwicklung neuer Produkte?

Richtig – wir übertragen das Image, das wir im Windbereich aufgebaut haben, konsequent in die gesamte Energiewelt. Dafür erweitern wir stetig unser Produktpotential und unsere Kompetenzen. Nur als Beispiel: Teams in Rendsburg und Bochum entwickeln Retrofit-Pakete für Windturbinen, Batteriespeicherlösungen und Lösungen für Microgrids. Mir ist „Kompetenzentwicklung“ wichtiger als Produktentwicklung.

Je länger desto mehr tragen unsere Lösungen in allen unseren Branchen die Überschrift „Energie“. Wir konzentrieren uns auf Bereiche, in denen wir mit unseren Stärken zum Branchenprimus werden können. Im Energiesektor ist uns das bereits gelungen – Bachmann steht heute deutlich stärker für Energieautomatisierung als viele Mitbewerber.

Niederlassung in Oslo

WENN PLÄNE WIE EIN TURBO ZÜNDEN

Wie gehen Sie damit um, dass Innovationszyklen immer kürzer werden, Entscheidungen im Markt eher kurz- als langfristig getroffen werden, und Investitionen damit auch zu einem finanziellen Risiko für ein Unternehmen werden?

Die Innovationszyklen bei den Erneuerbaren waren zuletzt so kurz, dass Hersteller oft nicht auf Stückzahlen kamen. Das wird sich verlangsamen – dennoch bleibt das bereits angesprochene Auf und Ab eine reale Herausforderung. Geopolitische Spannungen und schwankende Märkte sind Teil des Spiels. Entscheidend sind Durchhaltevermögen, strategischer Fokus und die Bereitschaft, auch Durststrecken auszuhalten. Kurzfristige Gewinnmaximierung gefährdet langfristige Stabilität. Als mittelständisches, eigenümergeführtes Unternehmen können wir langfristig denken, Resilienz aufbauen und Chancen nutzen, wenn sie sich bieten. Kontinuität, klare Eigentümerschaft und ein starker Wille, den Wandel aktiv zu gestalten, machen uns krisenfest – und geben uns die Zuversicht, auch in einer volatilen Welt unseren Kurs erfolgreich fortzusetzen.

Herr Zangerl, herzlichen Dank für das Gespräch.

Der Eintritt in Norwegen mit einem eigenen Büro, von dem aus Vertrieb und Applikationsingenieure unmittelbar mit Kunden arbeiten können, war gut durchdacht. Aber dass es so gut laufen würde, war nach knapp einem Jahr nicht absehbar. Der Zuspruch von Kundenseite und die direkte Nähe zu den Projekten waren für die heutigen Mitarbeitenden von Bachmann überwältigend. „Man muss einfach mal machen“, sagte Ronald Epskamp, Leiter der Business Unit für maritime Anwendungen bei Bachmann, zur Gründung 2024. Diese Initiative wurde belohnt: „Die Kundenanfragen gingen im letzten Jahr regelrecht durch die Decke. Dass wir uns so schnell im norwegischen Markt etablieren konnten, war definitiv nicht vorhersehbar“, so Epskamp heute mit einem herzlichen Lächeln.

Diese Entwicklung gibt bei Bachmann Mut zum weiteren Ausbau in Norwegen und Aktivitäten in anderen Märkten – und zeigt, dass persönliche Präsenz auch im Zeitalter der Hochdigitalisierung nicht ersetzbar ist.



»Realität braucht
anhaltende
Verbesserung.«





Condition Monitoring

PROBIER'S MAL MIT GEMÜTLICHKEIT

Dromec aus Rhenen (Niederlande) hat sich auf die Entwicklung leistungsstarker Seilwinden spezialisiert. Eine Fischerei hatte wiederholt mit defekten Getrieben ihrer elektrischen Winden zu kämpfen. Die Ursache dafür war unklar. Deshalb konsultierte das Unternehmen Condition-Monitoring-Experten von Bachmann Monitoring.

Geht unterwegs beim Fischfang das Getriebe einer Seilwinde kaputt, ist das für den Fischereibetrieb ein großes Problem: „Die Fischer fahren teilweise über einen halben Tag bis zum Fischgrund. Bei einem Defekt müssen sie den gesamten Weg retour fahren, um die Winde zu reparieren. Der Fang eines ganzen Tages ist damit verloren“, erklärt Geerart de Vree, technischer Direktor bei Dromec.

Vier defekte Getriebe musste das Unternehmen bereits beklagen. Um die Gründe für das Versagen zu ermitteln, installierte Dromec temporär eine M200-Steuering von Bachmann sowie je drei Schwingungssensoren an den zwei Getrieben und zwei Sensoren an den beiden elektrischen 200-kW-Motoren des Schiffs. Die Experten von Bachmann Monitoring analysierten und interpretierten die erfassten Daten. „Das Condition-Monitoring-System lieferte uns ein unglaublich

klares Bild über die einzelnen Komponenten. Wir konnten etwa ein verrostetes Lager am Lüfter des Elektromotors ausfindig machen, da es durch die zunehmende Reibung nach und nach eine neue Frequenz im Spektrum verursachte. So war es uns möglich, das Lager zu tauschen, bevor es ganz defekt war“, so Geerart de Vree.

Damit war das Problem aber nicht gelöst. Die Getriebe versagten in der Folge dennoch ihren Betrieb. „Eigenartigerweise nicht dann, wenn das Drehmoment beim Einbringen des Fangs hoch war. Sondern beim Ausbringen der Netze und niedriger Last, wenn die Winden bei einer hohen Geschwindigkeit die Leinen abrollten. Das hätten wir nicht vermutet.“ Dromec passte deshalb die Steuerung so an, dass der Kapitän bei einer zu hohen Geschwindigkeit des Schiffs durch ein Blinksignal gewarnt

wird. „Der Flyshoot-Fischfang dauert rund 90 Minuten. Wird die maximale Geschwindigkeit um 10 % reduziert, verlieren die Fischer nur rund 30 Sekunden beim Auslegen – an einem ganzen Tag also nicht einmal fünf Minuten“, rechnet Geerart de Vree vor, und ergänzt: „Seit dieser Anpassung verrichten die Getriebe problemlos ihren Dienst. Schön, dass nun alles wie geschmiert läuft.“

DROMEC

- Entwickelt Seilwinden und Antriebe
- Gegründet 1996
- Sitz in Rhenen (NL)

www.dromecwinches.com

Um die Gründe für die wiederholt defekten Getriebe der Seilwinden eines Fischerei-Bootes zu evaluieren, setzte Dromec auf die Expertise von Bachmann.



WENN SCHWERGEWICHTE AUF REISEN GEHEN



Mit dem SK6000 hat Mammoet den stärksten landgestützten Kran der Welt entwickelt. Diese beeindruckende Anlage setzt neue Maßstäbe in der Schwerlastlogistik und spielt eine Schlüsselrolle bei Großprojekten wie dem Bau von Offshore-Windparks, Raffinerien und Großkraftwerken.

Asisto, der Systemintegrator von Mammoet für dieses Projekt, und Bachmann arbeiteten gemeinsam daran, die Herausforderungen bei der Automatisierung des Krans zu bewältigen.

Teil der Bachmann-Steuerung.



Der Mammoet SK6000 verfügt über eine unglaubliche Tragfähigkeit von bis zu 6.000 Tonnen und wurde für den sicheren und präzisen Einsatz großer Lasten entwickelt. Die wahre Ingenieurskunst des Krans liegt jedoch nicht nur in seiner Leistung, sondern auch in seiner modularen Bauweise. Auf diese Weise lässt sich der Kran in etwa 300 Schiffscontainern verstauen und weltweit transportieren. Die Entwicklung des SK6000 war ein außergewöhnliches Großprojekt: Über mehrere Jahre hinweg arbeiteten zahlreiche der erfahrensten Schwerlastingenieure weltweit daran. Insgesamt waren Hunderte von Fachkräften an der Umsetzung beteiligt. Nur wenige Unternehmen weltweit verfügen über die nötige Expertise und Kapazität, um einen Kran dieser Größenordnung überhaupt realisieren zu können.

Die Wahl des richtigen Partners

Bei der Auswahl des Steuerungssystems und des Partners für das SK6000-Projekt standen Asisto und Mammoet vor mehreren Herausforderungen. Zunächst zogen sie den Einsatz eines Standardsystems auf Basis von Siemens-Technologie in Betracht. Jedoch stießen sie auf Schwierigkeiten bei der technischen Umsetzung und der Verfügbarkeit der Komponenten. Zu diesem Zeitpunkt wurde Kontakt mit Bachmann aufgenommen, die in einem früheren Projekt durch die intelligente Umsetzung einer Redundanzlösung mit hoher Flexibilität überzeugt hatten.

„Wir waren auf der Suche nach einem PC-basierten Steuerungssystem mit performanter Geschwindigkeit und integrierter Sicherheit“, sagt Rob de Hond von Asisto. „Die Lösung von Bachmann erfüllte unsere Anforderungen, und ihre Fähigkeit, Komponenten schnell zu liefern, war ein großer Vorteil, insbesondere während der Covid-19-Pandemie.“

Enge Zusammenarbeit und technische Herausforderungen

Die direkte Zusammenarbeit und die schnellen Reaktionszeiten von Bachmann spielten eine entscheidende Rolle für den Erfolg des Projekts. „Wir waren beeindruckt von den kurzen Reaktionszeiten von Bachmann, die manchmal nur 15 bis 20 Minuten betragen“, sagt Jeroen Leemeijer von Asisto. „Diese effiziente Kommunikation hat das Projektmanagement erheblich erleichtert.“

Einer der technischen Knackpunkte für das Team war die Synchronisierung von Hydraulikzylindern und elektrischen Winden, insbesondere bei der gleichzeitigen Steuerung mehrerer Winden mit schweren Lasten.

„Wir haben eng mit Bachmann zusammengearbeitet, um eine maßgeschneiderte Lösung für den SK6000 zu entwickeln“, erklärt Sander de Vos von Asisto. „Ihr Know-how und ihre Flexibilität haben dazu beigetragen, dass wir die technischen Herausforderungen, vor denen wir standen, meistern konnten.“



SK6000 von Mammoet – der größte Landkran der Welt.

Eine weitere große Problemstellung bestand darin, ein neues Maß an Sicherheit zu integrieren, das sich nicht nur auf die physische Sicherheit der Maschinen bezog, sondern auch auf die Implementierung von Cybersecurity-Maßnahmen. Bei der Bewältigung dieser Herausforderungen waren das Fachwissen und die Erfahrung von Bachmann von entscheidender Bedeutung.

„Wir mussten in Bezug auf die Sicherheitsanforderungen Neuland betreten“, sagt Rob de Hond von Asisto.

„Bachmann hat uns dabei geholfen, eine Strategie zu entwickeln, die sowohl den Anforderungen des Projekts als auch den Sicherheitsanforderungen der Branche gerecht wird.“

Fernwartung und Zukunftsaussichten

Die Implementierung eines Fernwartungssystems ermöglicht es Asisto, den Kran und seine Steuerung von überall aus im Blick zu haben, schnell auf Probleme zu reagieren und die

Abhängigkeit von externer Unterstützung zu verringern.

Um schnellere Reaktionszeiten und eine höhere Effizienz zu gewährleisten, soll das lokale Betriebspersonal darin geschult werden, kleinere Wartungs- und Diagnosearbeiten selbst durchzuführen.

Für die Zukunft sieht Asisto der Zusammenarbeit mit Bachmann sehr positiv entgegen. „Die Entscheidung, Bachmann als langfristigen Partner zu wählen, war sowohl aus technischer als auch aus strategischer Sicht richtig“, sagt Sander de Vos von Asisto. „Die Einführung einer offenen Plattform wie OpenBridge mit atvise® eröffnet uns neue Möglichkeiten, da wir das System an unsere spezifischen Bedürfnisse anpassen und zukunftsicher machen können.“

Joeri ten Napel von Bachmann ergänzt: „Wir sind stolz, Teil dieses komplexen Projekts gewesen zu sein und freuen

uns auf die weitere Zusammenarbeit mit Asisto. Unser Ziel ist es, innovative Lösungen anzubieten, die den wandelnden Branchenanforderungen gerecht werden.“

Neben den technischen Vorteilen hatte das Miteinander zwischen Asisto und Bachmann auch eine Stärkung der Partnerschaft zur Folge. „Wir haben eine außerordentliche Beziehung zu Bachmann aufgebaut, die auf Vertrauen und gegenseitigem Verständnis basiert“, sagt Jeroen Leemeijer von Asisto. „Diese Partnerschaft ermöglicht es uns, effizienter zusammenzuarbeiten und innovative Lösungen zu entwickeln, die den Bedürfnissen unserer Kunden entsprechen.“

Das SK6000-Projekt hat auch gezeigt, wie wichtig Flexibilität und Anpassungsfähigkeit bei der Entwicklung komplexer Systeme sind. „Das Projekt verlangte von allen Beteiligten ein hohes Maß an Kooperationsbereitschaft“, sagt Sander de Vos von Asisto. „Die Fähigkeit von Bachmann, sich rasch an veränderte Anforderungen anzupassen und maßgeschneiderte Lösungen zu entwickeln, war entscheidend für den Erfolg des Projekts.“

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Wahl von Bachmann für das SK6000-Projekt ein entscheidender Schritt war. Trotz anfänglicher Schwierigkeiten, insbesondere bei der Implementierung der Sicherheits- und Kommunikationssysteme, erwies sich Bachmann als äußerst zuverlässiger und engagierter Partner. Die Beweglichkeit, die schnellen Reaktionszeiten und das technologische Fachwissen von Bachmann trugen zur erfolgreichen Umsetzung dieses komplexen Projektes bei. Die Zusammenarbeit zwischen Asisto und Bachmann hat zu einer Stärkung der Partnerschaft geführt und ist ein Beweis dafür, wie wichtig Flexibilität und Anpassungsfähigkeit bei der Entwicklung komplexer Systeme sind.

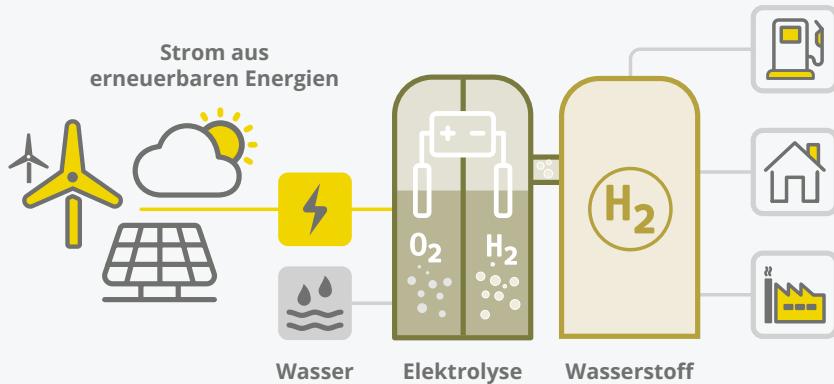
Modellbasierte Entwicklung für einen Elektrolyseur

DIE SONNE IM TANK

„Grüner Wasserstoff“ heißt eine der Lösungen, um nachhaltig gewonnene elektrische Energie zwischenspeichern und für den mobilen Einsatz verfügbar zu machen. Der effiziente Betrieb der dazu benötigten Elektrolyseure erfordert intelligente Umrichtersysteme. Für die optimale Steuerung setzt SMA Solar Technology auf eine modellbasierte Entwicklung mit der Bachmann-Lösung M-Target for Simulink®.



GRÜNER WASSERSTOFF – EIN SCHLÜSSELELEMENT DER ENERGIEWENDE



In einer Energieversorgung, die sich zunehmend auf fluktuierende erneuerbare Quellen wie Sonne und Wind stützt, wird grüner Wasserstoff zum unverzichtbaren Bindeglied: Als flexibler Energiespeicher, als sauberer Brennstoff und als Grundlage für eine CO₂-freie Industrie.

Damit grüner Wasserstoff jedoch wirtschaftlich und effizient erzeugt werden kann, braucht es mehr als nur Elektrolyseure – es braucht intelligente Systeme, die Energie bedarfsgerecht und dynamisch bereitstellen – entsprechend dem momentanen Angebot und dem Bedarf der Elektrolyse.

Seit mehr als 40 Jahren setzt die in Niestetal (Deutschland) beheimatete SMA technologische Trends und treibt mit ihren Wechselrichter-Technologien und Systemlösungen die Entwicklung der erneuerbaren Energien voran. Deshalb arbeitet SMA auch an Lösungen zur zukunftssicheren Wasserstoffproduktion. Denn durch Elektrolyse aus erneuerbaren Energien hergestellter Wasserstoff ist zu 100% CO₂-frei. Da er gespeichert werden kann, spielt er eine Schlüsselrolle bei der Dekarbonisierung der Energieversorgung.

Eine zentrale Komponente zur netzfreundlichen und effizienten Energieumwandlung in Wasserstoffanwendungen sind die dazu notwendigen Umrichter – eine der Paradedisziplinen von SMA. Für eine Pilotanlage zur Erzeugung von grünem Wasserstoff hat das Unternehmen nun nach einem neuen Lösungskonzept gesucht. Die koordinierte Ansteuerung und Über-

wachung der Umrichter, die für die insgesamt drei Elektrolyseure mit einer Gesamtleistung von 8 MW benötigt werden, übernimmt dabei eine M200-Steuerung von Bachmann.

Neue Wege

Bei der Erstellung des Steuerungs- und Regelungsprogramms beschritt SMA in diesem Projekt Neuland. Um die Zeit der Applikationserstellung zu verkürzen, wurden die Teams der Steuerungs- und der Regelungstechnik noch enger zusammengeführt: Erstmals arbeiteten alle Entwickler mit einem einheitlichen Engineeringtool. Bislang erstellten die Regelungstechniker die benötigten Stromregler modellbasiert mit MATLAB®/Simulink®. Die daraus generierten Bibliotheken wurden anschließend vom Team der Steuerungstechnik in die nach IEC61131-3 programmierte Anlagenautomatisierung eingebunden.

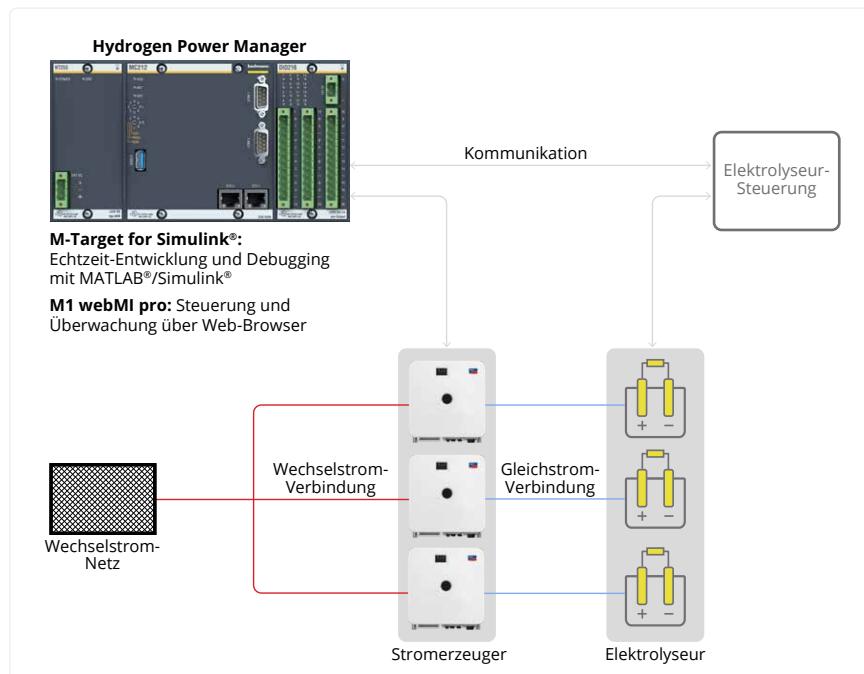
Im Pilotprojekt wurde nun erstmals von allen Ingenieuren Simulink® als gemeinsame Entwicklungs- und Simulationsumgebung verwendet. Regelungs- und Steuerungstechniker programmierten grafisch und nutzten dabei die für sie passenden Toolboxen. „Dies ermöglichte eine gemeinsame Sichtweise auf die Gesamtapplikation. Zudem wird der Code transparenter und ist weniger fehlerbehaftet“, erklärt Chokri Khalfet, System Development Engineer im Innovation Center von SMA.

Durch den Einsatz der Bachmann-Lösung M-Target for Simulink® kann SMA künftig direkt aus Simulink® den Code auf die Steuerung spielen, was einen bedeutenden Fortschritt in der Verknüpfung von modellbasierter Entwicklung und Programmierung darstellt. Dass dies auch der Time-to-Market zugutekomme sei ein weiterer Pluspunkt, so Khalfet.

Problemlose Integrationstests

Der neu entwickelte Steuerungscode wird auf einer MC212-CPU von Bachmann abgearbeitet und fortan bei SMA als „Hydrogen Power Manager“ bezeichnet. Die gesamte Anwendungssoftware kann sowohl am Entwickler-Arbeitsplatz als auch in dedizierten Software-Testsystemen in MATLAB®/Simulink® simuliert und somit gegen verschiedene Szenarien völlig gefahrlos getestet werden.

An einem Hardware-in-the-Loop (HIL)-Testaufbau wurde das Steuerungsprogramm gemeinsam mit realen Invertern von SMA auf Herz und Nieren getestet. SMA bestätigte die korrekte Funktionalität der Basisautomatisierung anhand der Herstellung der Inverter-Betriebsbereitschaft sowie der Kommunikation mit der Elektrolyseur-Steuerung. Anschließend wurden die Stromregler in Betrieb genommen und deren Parameter optimiert. So liefert schlussendlich



Die Entwicklung des „Hydrogen Power Managers“ erfolgte modellbasiert mit M-Target for Simulink®. Zur Bedienung und für das Monitoring setzt SMA auf M1 webMI pro.

»M-Target for Simulink® erleichtert die Funktionserstellung, denn der Entwickler benötigt weniger PLC-Coding-Erfahrung.«

Chokri Khalfet

System Development Engineer
SMA Solar Technology AG

jeder Gleichrichter exakt den Stromwert, den der jeweilige Elektrolyseur anfordert.

Auch hier spielt der eingeschlagene Entwicklungsweg seine Stärken aus. Sowohl die Basisansteuerung der Gleichrichter als auch die Stromregelung sind in einem gemeinsamen Applikationsprogramm integriert. Dies reduziert nicht nur die Code-Komplexität, sondern sparte den Entwicklern außerdem viel Zeit bei der Integration und der Suche nach etwaigen Fehlern.

Entspannte Inbetriebnahme, zuverlässiger Betrieb

Der Aufbau großer Elektrolyseure ist komplex. Ein vollständiger Funktions- test gelingt deshalb meist erst bei der Inbetriebnahme am Aufstellungsort. Externe Gewerke wie der Hydrogen Power Manager erhöhen dann die Unsicherheit. Aber auch da konnte SMA beruhigen: Die korrekte Funktionalität zur Ansteuerung der Umrichter sowie der Kommunikation zur Steuerung der

Elektrolyseure wurde bereits vor- ab durch die Simulation am Testaufbau verifiziert.

Für die Bedienung und Diagnose des Hydrogen Power Managers setzt SMA auf M1 webMI pro, das direkt auf der M200-Steuerung implementierte und auf nativer Webtechnik basierende Web-HMI von Bachmann. Die hohe Leistung dieser Lösung gewähr- leistet, dass der aktuelle Anlagenzu- stand auch im Dauerbetrieb über- wachbar ist und notwendige Eingriffe vorgenommen werden können.

Ziel erreicht

Durch die erstmalig teamübergreifend eingesetzte modellbasierte Entwicklung hat SMA in kürzester Zeit eine optimale Lösung implementiert. Bei der Überarbeitung des ursprünglich zyklischen SPS-Programms und der Portierung in die Funktionsblock- sprache von Simulink® kam es system- bedingt zu offenen Fragen, die je- doch von SMA mit Unterstützung von

Bachmann rasch gemeistert wurden. „Die Zusammenarbeit verlief völlig reibungslos und half uns sehr“, freut sich Chokri Khalfet. Deshalb stehen auch schon die nächsten Projekte an. Und ein weiterer Schritt zur erfolg- reichen Energiewende ist getan.

SMA SOLAR TECHNOLOGY AG

- Gegründet 1981
- Hauptsitz in Niestetal (Deutschland)
- Mehr als 4.000 Mitarbeitende weltweit
- Vertriebs- und Servicegesell- schaften in 19 Ländern
- Umsatz: 1,53 Mio. Euro (2024)

www.sma.de

RÜCKENWIND FÜR EINE PROFITABLE ZUKUNFT

Der seit 2009 betriebene „Bull Creek“-Windpark in Texas erstreckt sich über 24.000 Hektar und produziert mit 179 1-MW-Anlagen des Typs Mitsubishi MHI-1000A erneuerbaren Strom. Um die Netzanforderungen weiterhin zu erfüllen und einen effizienten Betrieb der in die Jahre gekommenen Turbinen sicherzustellen, wandte sich der Parkbetreiber Eurus an Bachmann: Nach der vollständigen Wiederinbetriebnahme wird der gesamte Windpark mit einem Retrofit-Komplettpaket von Bachmann bereit für die Zukunft sein. Damit können die Turbinen nicht nur viele Jahre länger produktiv am Netz bleiben. Auch das Service-Team wird dank Fernüberwachung und aktualisierter Automatisierungsfunktionen erheblich entlastet.



Die Herausforderung: Gewährleistung des sicheren Betriebs

Eurus stand mit seinen bestehenden Turbinensteuerungen vor zunehmenden Herausforderungen. Zum einen waren Ersatzteile für die veralteten Systeme schwer zu beschaffen, was zu längeren Ausfallzeiten und teuren Reparaturen führte. Außerdem wurde das ursprüngliche SCADA-System nicht mehr weiterentwickelt, erfüllte aktuelle Reporting-Anforderungen nicht und brachte auch keine ausreichenden Überwachungsfunktionen mit. Eurus suchte deshalb nach einer zukunftsfähigen Lösung, um seinen Windpark weiterhin sicher betreiben zu können.



Die Lösung: Ein Komplettpaket für die Zukunft

In der modernen und skalierbaren Retrofit-Komplettlösung von Bachmann wurde Eurus fündig: Durch die Kombination aus Steuerungs-Retrofit mit Remote-Visualisierung, -Bedienung und -Zustandsüberwachung behält Eurus zukünftig alle Details des kompletten Parks im Blick. Diese umfassende Lösung schafft die Basis für eine frühzeitige Wartungsplanung, was es ermöglichen wird, die jährliche Stromproduktion zu steigern. Gleichzeitig stellt sie sicher, dass der Standort die Anforderungen der Eigentümer zuverlässig erfüllt.

Immer und überall unter Kontrolle

Mit dem Web-basierten „forsiteSCADA“ von Bachmann behält Eurus in der zentralen Leitstelle den Überblick über den gesamten Windpark. Auf den individuell konfigurierten Dashboards der Visualisierungs- und Bedienungslösung werden Livedaten aggregiert und können leicht mit historischen Daten verglichen werden.

Auch detaillierte Fehlerdiagnosen lassen sich dank Bachmanns M1 WebMI pro von den Eurus-Technikern einfach durchführen – entweder direkt via Ethernet in der Gondel oder via Smartphone, Tablet oder PC bequem aus der Ferne.

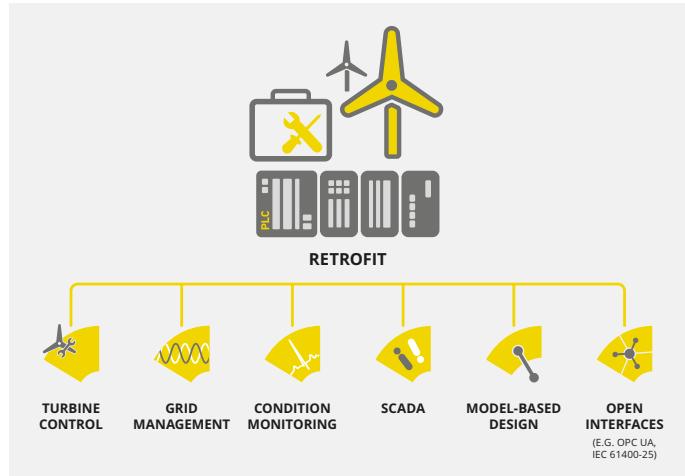
Der Zustand des gesamten mechanischen Antriebsstrangs jeder Turbine wird überdies lückenlos von Bachmanns Monitoring-Experten im Remote Control Center überwacht. Auf Basis der regelmäßig bereitgestellten Statusberichte können Schäden frühzeitig erkannt werden. Vor-Ort-Wartungen lassen sich so von Eurus gezielt einplanen und die Lebensdauer der Anlagen verlängern.

Offen für individuelle Funktionalitäten

Eine Grundvoraussetzung, die das neue SCADA-System erfüllen musste, war die von NERC (North American Electric Reliability Corporation) geforderte verpflichtende Berichterstattung nach



Schnell nachgerüstet: Dank der vorbereiteten Stationen und Plug&Play-Adapter-Sets gelingt der Steuerungs-Retrofit einer Turbine in weniger als zwei Tagen. Gleichzeitig werden dadurch Fehler bei der Installation reduziert. Hier im Bild: Die Steuerung im Turmfuß, die auch die Netzmessung umfasst.



Bereit für die Zukunft: Die Retrofit-Lösung von Bachmann basiert auf sechs Säulen, die von der Turbine über das Netzmanagement bis hin zu offenen Schnittstellen reichen.

den „GADS“-Richtlinien („Generating Availability Data System“). Mit forsiteSCADA sind die Experten von Bachmann in der Lage, diese und andere individuelle Berichte sowie Visualisierungstools präzise anzupassen und zu implementieren, um den spezifischen Anforderungen von Eurus gerecht zu werden.

Cybersicherheit bereits im Parallelbetrieb

Auch das Risiko von Cyberangriffen im Bereich kritischer Infrastrukturen hat in den letzten Jahren stark zugenommen – und es steigt weiter rasant an. Die Erfüllung aktuellster Cybersicherheits-Maßnahmen ist bei modernen Steuerungslösungen deshalb ein Muss. Mit der sicheren „Access Control“ des „Wind Turbine Templates“ bietet Bachmann eine zukunftsähnliche Antwort auf diese Anforderungen. Bereits während der Nachrüstung ermöglichen individuelle Benutzerprofile die Verfolgung von Parameteränderungen und der Quittierung von Alarmen. Die neue Steuerungslösung reduziert zudem die Anzahl potenzieller

Angriffspunkte für Cyberangriffe erheblich, indem sie den ursprünglichen Controller und ein separates SCADA-Gateway-Modul zu einer einzigen Adresse pro Turbine zusammenfasst.

Präzise Vorbereitung = schnelle Installation

Im Juli 2025 startete Eurus mit dem Retrofit der 179 Anlagen. Dank der vorausschauenden Vorbereitungsarbeiten von Bachmann – darunter vormontierte Kabelbäume und korrekt dimensionierte Montageschienen – benötigten die Techniker durchschnittlich weniger als zwei Tage, um die Steuerung einer Turbine nachzurüsten. Alle Module wurden zudem einem 48-stündigen Einbautest unter extremen Bedingungen unterzogen, um einen langen und sicheren Betrieb zu gewährleisten.

Vorbereitet für morgen

Dank des modularen Designs und des transparenten Datenzugangs der Bachmann-Lösung ist Eurus bestens auf zukünftige Anforderungen in der amerikanischen Energielandschaft vorbereitet. Darüber hinaus bietet

die Steuerungslösung von Bachmann eine skalierbare Grundlage für zukünftige Standorterweiterungen, einschließlich der Integration zusätzlicher Windkraftanlagen, von Solarstromerzeugung, Batteriespeichersystemen und anderer erneuerbarer Energien. Diese können jederzeit nahtlos in das neue Parksteuerungssystem integriert werden – dank des Smart Power Plant Controllers von Bachmann.

EURUS ENERGY AMERICA

- Betreibt diverse Windparks, Photovoltaik-Anlagen und Batteriespeichersysteme in Nord- und Südamerika
- Über 600 MW installierte Leistung
- Teil der Eurus Energy Holdings Corporation, die weltweit Anlagen mit einer Gesamtleistung von 5 GW erneuerbaren Stroms betreibt (www.eurus-energy.com).

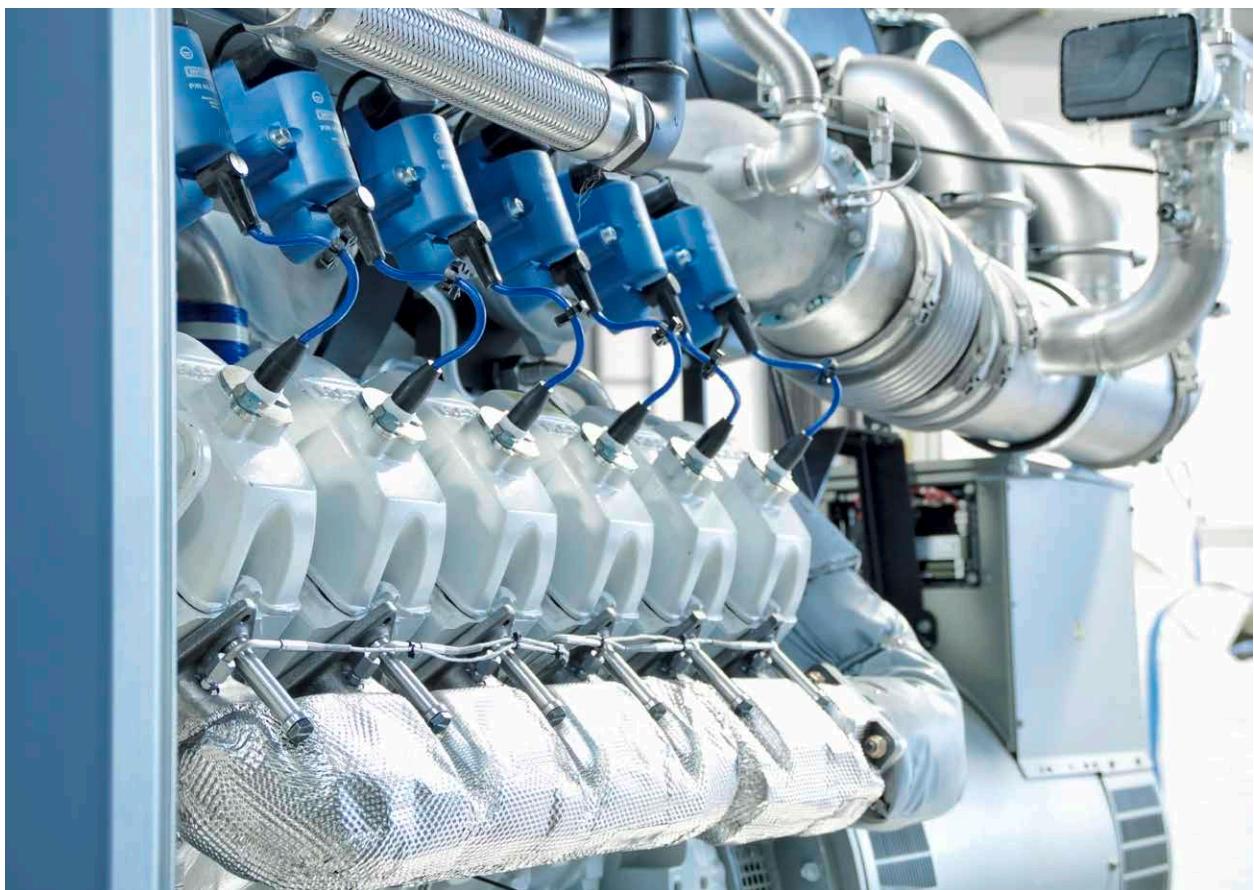
www.eurusenergy.com

atvise® in der Cloud

ALLE(S) IM BLICK

Die Burkhardt GmbH aus Mühlhausen (Deutschland) produziert effiziente Blockheizkraftwerke (BHKW). Insgesamt rund 500 dieser Anlagen versorgen die Kunden des Energietechnik-Spezialisten effizient mit Wärme und Strom. Dank atvise® und dessen objektorientiertem Engineering-Ansatz sind die Visualisierungs- und Bedienoberflächen der verschiedenen BHKW im Handumdrehen erstellt. Zudem laufen sämtliche Daten aller Kraftwerke weltweit in einer zentralen atvise®-Cloud-Umgebung zusammen. Daraus leitet Burkhardt Verbesserungspotenziale für zukünftige Anlagenentwicklungen ab. Und das Serviceteam kann mit schnellen und gezielten Wartungseinsätzen punkten.

Die Blockheizkraftwerke von Burkhardt liefern elektrische und thermische Energie aus Holzpellets, Hackschnitzeln oder Erdgas. Mit der Cloud-Lösung von atvise® überwacht Burkhardt alle weltweit installierten Anlagen zentral und kann Störungen bequem über Fernzugriff beheben.



Zukunftsfähige Basis

Elf Jahre ist es her, dass Burkhardt zur Visualisierung und Bedienung seiner Blockheizkraftwerke erstmals auf atvise® vertraute. „Für die Bachmann-Lösung entschieden wir uns damals vor allem aus zwei Gründen: Die zu diesem Zeitpunkt noch wenig verbreitete HTML-Technologie und die absolute Offenheit der Software“, erklärt Roland Kipfstuhl, Leiter Softwareentwicklung bei Burkhardt. Damit wollte das Mühlhäuser Unternehmen den Grundstein für zukunftsfähige Lösungen legen. Das ist gelungen: Inzwischen verrichten rund 500 BHKW rund um den Globus ihren Dienst. Und sie alle werden durchgängig mit der Lösung von Bachmann visualisiert und bedient.

Das Zentrum des Burkhardt-Universums

Burkhardts Kunden stehen an den Anlagen auf übersichtlichen Benutzeroberflächen alle nötigen Funktionen zur Verfügung, um ihre Kraftwerke einfach zu bedienen. Den BHKW-Spezialisten war es jedoch wichtig, auch selbst aus der Ferne einen detaillierten Einblick in die Kunden-

anlagen zu behalten. Mit atvise® traf Burkhardt dafür bereits früh die richtige Entscheidung. Denn die Web-basierte Visualisierungslösung ist Cloud-fähig – und ermöglicht Burkhardt damit den sicheren zentralisierten Zugriff auf die Installationen und Applikationen bei seinen Kunden.

Ein riesiger Datensatz

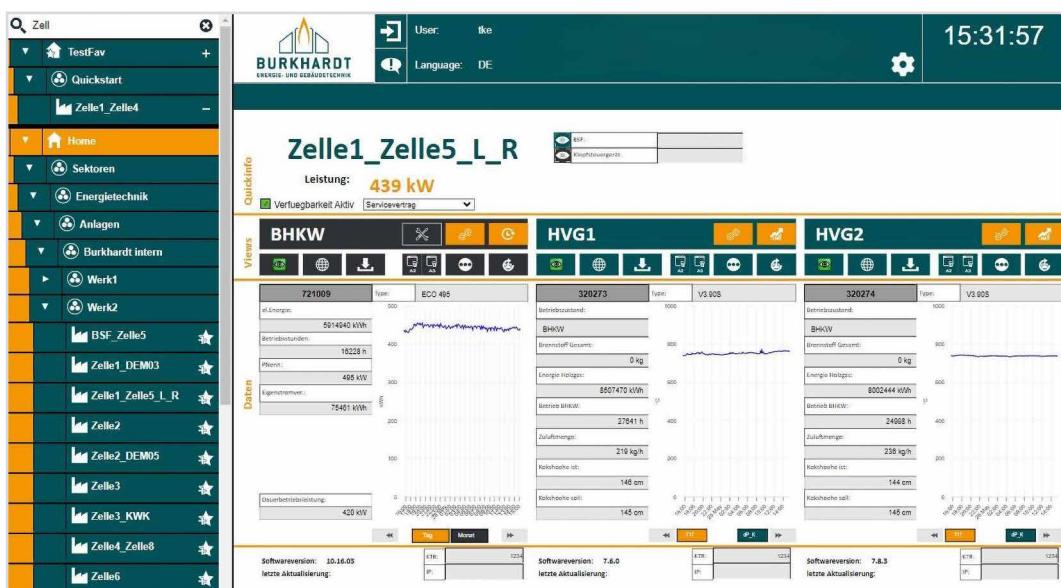
Rund 5.000 Datenpunkte laufen bei Burkhardt zentral in einer Private-Cloud-Umgebung zusammen – von jedem einzelnen Blockheizkraftwerk. „Mit atvise® als Dreh- und Angel-punkt sehen unsere Techniker zu jeder Zeit alle nötigen Details des Kraftwerks, für das ein Kunde Unterstützung benötigt. Dank der Web-basierten Oberfläche können unsere Service-Mitarbeiter sogar bequem von ihrem Mobiltelefon auf die Anlage zugreifen, wenn sie unterwegs sind“, so der Softwareentwicklungsleiter.

Die gewonnenen Daten werden zudem bis zu zwei Jahre lang historisiert und von Burkhardt zu wertvollen Informationen verdichtet. Die Erkenntnisse aus den aggregierten Messwerten, Alarmen und Störungen nutzen

die Anlagenbauer für die gezielte Weiterentwicklung und Verbesserung ihrer Kraftwerke.

Geballte Engineering-Effizienz

Die Lösung von Bachmann verschafft dem Engineering-Team von Burkhardt mehr Zeit für diese Entwicklungen. Denn mit dem objektorientiertem Engineering-Ansatz lässt sich die Bedien- und Visualisierungsoberfläche neuer Anlagen mit sehr wenigen Schritten einfach an die jeweilige Kundenanwendung adaptieren, erklärt Roland Kipfstuhl: „Wenn wir eine neue Anlage konfigurieren, greifen wir auf eine von uns erstellte zentrale Bibliothek mit abstrahierten, vordefinierten Objekten zurück. In diese Vorlagen für Diagramme, Störungen, Alar-mierungen und anderes haben wir unser gesamtes Anwendungs-Know-how gepackt.“ Damit könnten die Spezialisten bei Burkhardt im Handumdrehen ihre User Interfaces erstellen, und alle benötigten Funktionen seien bereits abgedeckt. „Wir müssen nur noch projektspezifische Flussdia-gramme erstellen und können die Visu-alisierung ausliefern. Das spielt unsere Kollegen aus der Engineering-Abteilung frei“, erläutert Kipfstuhl weiter.



Burkhardt nutzt die Erkenntnisse aus den aggregierten Messwerten, Alarmen und Störungen für die gezielte Weiterentwicklung und Verbesserung seiner Kraftwerke.

»atvise® verdichtet kontinuierlich tausende Datenpunkte aller Kundenkraftwerke weltweit zu wertvoller Information. Mit den gewonnenen Erkenntnissen entwickeln wir unsere Kraftwerke gezielt weiter.«



Roland Kipfstuhl

Leiter Softwareentwicklung bei Burkhardt

Vielseitig wie kein anderes

Burkhardt nutzt die hohe Flexibilität, die die Bachmann-Lösung mitbringt, voll aus. Denn nicht nur die Entwicklungsabteilung und Serviceorganisation des Energietechnik-Spezialisten setzen auf atvise®. Sogar Ersatzteilbestellungen werden darüber getätig: „In die Umsetzung des Ersatzteilmanagements investierten wir wirklich viel Denkarbeit. Wir wollten so viel Funktionalität wie möglich in einer gemeinsamen Umgebung abdecken. Dank Bachmanns flexibler Lösung konnten wir diese Funktion mit JavaScript und Python perfekt abgestimmt auf unsere Unternehmensprozesse programmieren“, erklärt Roland Kipfstuhl. Die offenen Schnittstellen ermöglichen die nahtlose Anbindung an Burkhardts ERP-System. Kunden erhalten über die Visualisierung eine katalogisierte Liste aller verbauten Baugruppen und Teile ihrer Anlage. „Im Servicefall können sie sich über die Benutzeroberfläche einfach ihren Warenkorb zusammenstellen und direkt in atvise® eine Ersatzteil-Bestellung auslösen. Diese landet unmittelbar in unserem ERP-System, und Versand und Buchhaltung wissen Bescheid“, freut sich Roland Kipfstuhl.

Sicherheit hoch zwei

Ein solch hoher Vernetzungsgrad bedingt ein hohes Maß an Verantwor-

tung, dessen sind sich die Spezialisten bewusst: „Betreibt man eine Cloud-Lösung, muss man sich natürlich auch über potenzielle Cyberrisiken im Klaren sein“, so der Leiter der Softwareentwicklung. Burkhardt lässt deshalb periodisch von externen Partnern ausführliche Penetration-Tests seiner Systeme durchführen. Dabei bezieht sich der Kraftwerkshersteller unter anderem auf die Penetration-Tests, die Bachmann selbst bei atvise® in regelmäßigen Abständen durchführt. „Darauf aufbauend lassen wir auch weitere sicherheitskritische Bereiche wie VPN-Tunnel oder Port-Weiterleitungen der Firewall umfassend prüfen“, erläutert Roland Kipfstuhl.

Mit der mandantenfähigen Visualisierungslösung können zudem die Rollen der Benutzer exakt festgelegt werden – bis hin zu einer gezielten Rechtevergabe für jedes einzelne Visualisierungselement. Diese Mandantenfähigkeit ist für Roland Kipfstuhl essenziell: „Dank klarer Gruppenzuordnungen sehen unsere Techniker ihre Themen und der Kunde sieht seine. Würde sich unser Support einfach via Fernzugriff auf die Vor-Ort-Visualisierung verbinden, könnte der Kunde am HMI zusehen und Einblick in sensible Informationen erhalten, etwa bei der Eingabe von Zugangsdaten und Passwörtern.“

Mit „Single sign-on“ zu noch mehr Zentralisierung

Im Bereich der Cybersicherheit ist man bei Burkhardt nicht zuletzt dank Bachmanns Visualisierungslösung bereits auf einem guten Stand. Nichtsdestotrotz möchten die Anlagenbauer einen noch stärkeren Fokus darauf legen und weitere Sicherheitsfunktionen implementieren: „atvise® ist uns eigentlich immer einen Schritt voraus. Bachmann bietet uns damit immer wieder neue Funktionen, die wir oft gar nicht ad-hoc umsetzen können“, muss Roland Kipfstuhl schmunzeln. Beim nächsten Update möchte man sich auf die zentralen Login-Möglichkeiten mit „OpenID“ konzentrieren. Das bereits bestehende „Single sign-on“ (SSO) soll damit auch auf angebundene Drittprodukte ausgeweitet werden.

BURKHARDT GMBH

- Spezialist für die Energie- und Gebäudetechnik
- Sitz in Mühlhausen (DE)
- Gegründet 1879, sieben Standorte in Deutschland und Italien mit gesamt rund 470 Mitarbeitenden

www.burkhardt-gruppe.de

Autonome Schifffahrt

STABIL AUF POSITION





Die niederländische Damen-Gruppe stattet die Walk-to-Work Commissioning Service Operation Vessels (CSOVs) der „Windcat Elevation“-Serie mit dem neuen SCHOTTEL RudderPropeller Dynamic SRP-D aus.

Mit einer bislang nicht bekannten Leistungsfähigkeit wird der neue „RudderPropeller SRP-D“ des deutschen Antriebs- und Steuerungsspezialisten SCHOTTEL den gestiegenen Anforderungen an den effizienten Einsatz von Walk-to-Work-Schiffen (W2W) gerecht. Performance und Modularität der Bachmann M200-Steuerung liefern dabei einen entscheidenden Beitrag.

75 Jahre ist es her, dass der damalige Gründer der SCHOTTEL-Werft, Josef Becker, seine Erfindung vorgestellt hat – eine innovative Antriebs- und Steuereinheit für Schiffe, die Propeller und Ruder kombiniert: Den Ruderpropeller. Die Innovation bestand darin, dass der gesamte Propeller um 360 Grad gedreht werden und so die Richtung des Schiffsvortriebs bestimmen kann. Ein separates Ruder wird damit überflüssig.

Seither wurde diese Antriebsform immer weiter optimiert und in Tausenden von Schiffen verbaut, vor allem dort, wo maximale Manövrierbarkeit sowie hohe Pfahlzugwerte mit größten Steuerkräften gefordert sind. Beispiele sind Hafenschlepper oder Serviceschiffe, wie sie auch beim Bau und der Wartung von Förderplattformen oder Windenergieanlagen im Meer benötigt werden. Mit dem neuen „RudderPropeller SRP-D“ – wobei das „D“ für „Dynamik“ steht – hat SCHOTTEL ein System im Portfolio, das die gestiegenen Anforderungen an den leistungsfähigen Einsatz der sogenannten „Service Operation Vessels“ (SOV) noch besser erfüllt.

Präzise Positionierung

Die oft als „Walk-to-Work-Schiffe“ bezeichneten SOV ermöglichen die sichere und effiziente Überführung von Personal und Material zwischen Offshore-Plattformen und den Servicestützpunkten an Land. Sie sind mit Gangways und anderen Einrichtungen ausgestattet, die eine direkte und möglichst stabile Überquerung zwischen Schiff und Plattform herstellen sollen.

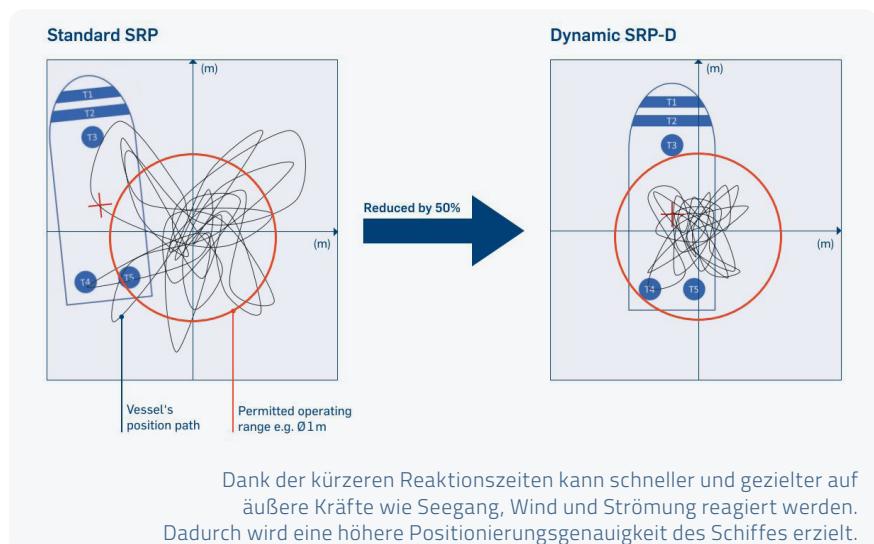
Um dies zu ermöglichen, wird auf solchen Schiffen ein sogenanntes Dynamisches Positionierungssystem (DP) verwendet, das die automatische Steuerung des Schiffes übernimmt und es auch bei Wind und Wellen zuverlässig auf Position hält – ohne Anker und Festmacherleinen. Das computergesteuerte System erhält dazu Rückmeldungen unzähliger Sensoren, welche die Schiffsbewegungen in allen räumlichen Dimensionen sowie Wind, Seegang, Strömung und noch viele weitere Parameter erfassen. Daraus errechnet es die notwendigen Befehle für Antrieb und Steuerung des Schiffes, sorgt so für die präzise Positionierung und erweitert damit die Einsatzgrenzen für anspruchsvolle Operationen.



»Entscheidend für die Positioniergenauigkeit des Schiffes ist die Dynamik des Ruderpropellers.«

Jan Glas

Director of Product Management & Business Intelligence
bei SCHOTTEL



Geschwindigkeit zählt

„Vereinfacht gesprochen könnte man es also so formulieren, dass unser Ruderpropeller den Fahrbefehl nicht von einem Steuerhebel, sondern von einem Computer erhält“, beschreibt Jan Glas, Director of Product Management & Business Intelligence bei SCHOTTEL, das Zusammenspiel der beiden Systeme. „Entscheidend für die Positioniergenauigkeit des Schiffes ist dabei die Dynamik des Ruderpropellers, denn das Schiff muss nicht nur präzise, sondern auch möglichst schnell an Ort und Stelle stehen.“ Das ist insbesondere bei W2W-Transporten zu Offshore-Windenergieanlagen wichtig, denn im Gegensatz zu einer einzelnen Ölförderplattform umfasst ein Windpark eine Vielzahl von Turbinenstandorten. Und für die Crews gilt, möglichst viele davon während einer Schicht und auch bei

anspruchsvollem Seegang bedienen zu können. Die benötigte Anlandungszeit ist also ein entscheidender Faktor für effiziente Serviceeinsätze.

Ganz neue Dynamik

SCHOTTEL hat deshalb mit einer speziell verstärkten Variante die DP-Fähigkeit seiner Ruderpropeller nochmals entscheidend verbessert. Dank einer optimierten Steuerstruktur kann der Antrieb des SRP-D nun bis zu fünf vollständige 360°-Drehungen pro Minute durchführen, mehr als doppelt so viele wie seine herkömmlichen Pendants. Verkürzte Beschleunigungs- und Verzögerungszeiten des elektrischen Motors ermöglichen überdies einen schnelleren Schubwechsel in jede Richtung. Dank der kürzeren Reaktionszeiten kann schneller und gezielter auf äußere Kräfte wie Wind und Strömung reagiert werden, wodurch

eine höhere Positionierungsgenauigkeit des Schiffes erzielt wird. „Das reduziert den Footprint der dynamischen Positionierung und ermöglicht damit ein deutlich präziseres Arbeiten, denn das Schiff ist weniger in Bewegung“, so Jan Glas. Und: Der Antrieb verfügt über eine um acht Grad geneigte Propellerwelle. „Das optimiert die Schubausbeute und Schubverteilung erheblich, da die Wechselwirkungen zwischen Antriebseinheit und Rumpf sowie die gegenseitige Anströmung der Antriebe reduziert werden“, erklärt Jan Glas. Mitunter reduziert dies auch den Kraftstoffverbrauch des Schiffes.

Performance ist entscheidend

„Die Zeiten des manuellen Steuerhebels sind vorbei“, meint der Ingenieur. Denn Schiffsteuerungen werden immer tiefer in Drittsysteme und übergeordnete Steuerungen integriert. „Das

bedeutet jedoch auch, dass wir immer mehr von externen Parametern abhängig sind, wir immer mehr wissen und immer mehr Schnittstellen bedienen müssen", merkt der Ingenieur an. Genau hier spielt die Bachmann M200-Steuerung ihre Stärken aus: Sie liefert die entsprechende Flexibilität und Performance, um die Anforderungen an Echtzeit, Redundanz und Cybersicherheit zu erfüllen. Und sie bildet die Grundlage, damit die benötigte Regelungsgeschwindigkeit überhaupt erreicht und auf die Anforderungen des DP reagiert werden kann.

Hinzu kommt, dass der Ausfall der Antriebsanlage in vielen Situationen fatal wäre. Entsprechend wichtig ist deshalb die Verfügbarkeit dieser Systeme, denn sie müssen zu jeder Zeit und auch in einem Notfall eine sichere Positionierung des Schiffes gewährleisten. Deshalb ist das komplette Kontrollsysteem als Hot-Standby voll redundant ausgeführt, sodass der Übergang zwischen den Systemen stoßfrei vonstatten gehen kann.

Enorme Lasten am Antrieb

Die hohe Dynamik des Antriebs wird allerdings nur bei kleinen Fahrgeschwindigkeiten freigeschaltet. „Dann sind die hydrodynamischen Lasten, welche auf die Antriebseinheit einwirken, geringer, und es können mehr Trägheitslasten aufs System gebracht werden“, hält Jan Glas fest. Das Steuern bedeutet eine hohe Strukturbelastung für den Antrieb mit Schaft und Steuergetriebe. Eine solche Einheit wiegt zwischen 20 und 50 Tonnen. „Das ist ziemlich viel bewegte Masse. Dazu entstehen am rotierenden Propeller Spindelkräfte, die ebenfalls als Vertikalmomente einwirken.“

Effizienz für den Wandel

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der neue RudderPropeller SRP-D zu einer erkennbaren Steigerung der DP-Leistung eines Schiffes führt. Eine schnelle Reaktion auf externe Kräfte reduziert auch den Schubbedarf deutlich. Insgesamt

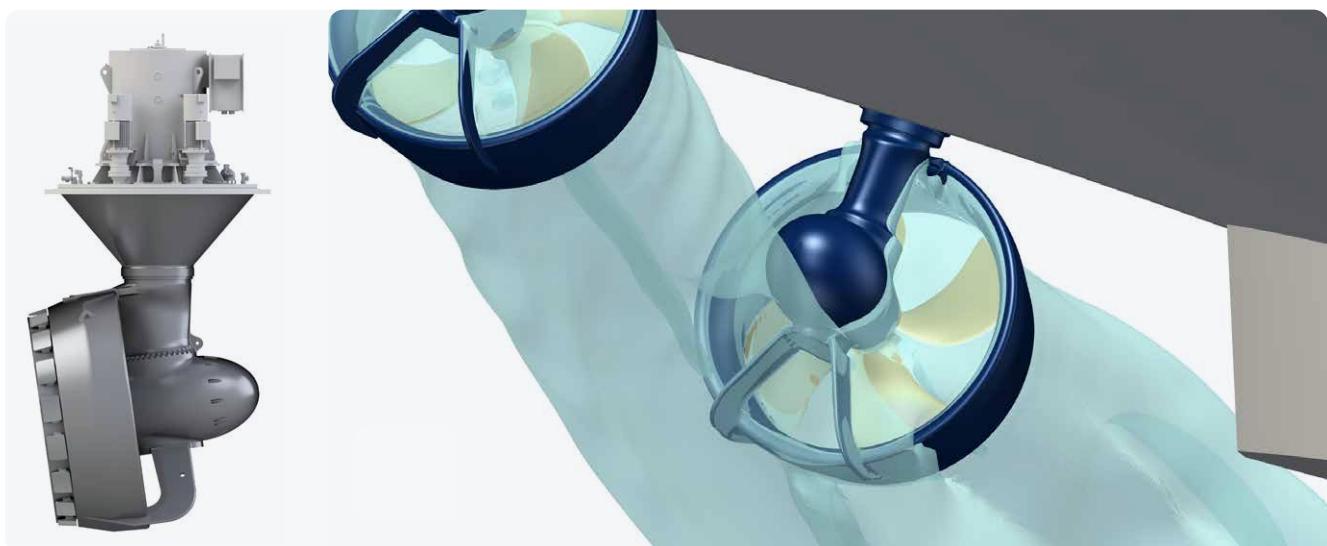
arbeiten die Schiffe somit viel effizienter und sicherer und verlängern ihre Einsatzzeit über das gesamte Jahr hinweg – ein entscheidender Vorteil beim Aufbau und Betrieb von Offshore-Infrastrukturen, und damit auf dem Weg zum Umbau hin zu einer dekarbonisierten Energieinfrastruktur.

SCHOTTEL GMBH

- Sitz in Spay am Rhein (DE)
- Rund 100 Vertriebs- und Servicestandorte weltweit
- Gegründet 1921
- Liefert komplette Antriebsanlagen sowie Steuerungen für Schiffe aller Art und Größe

www.schottel.de

SCHOTTEL-Ruderpropeller SRP-D: Mit einer um acht Grad geneigten Propellerwelle lassen sich Wechselwirkungen zwischen Antrieb und Rumpf minimieren. Schubverluste durch das gegenseitige Anströmen von Antriebseinheiten können mit dem Antrieb um 30% reduziert werden. Dies führt zu einer erhöhten Schubausbeute im Dynamic Positioning (DP)-Betrieb und minimiert die „forbidden zones“.





atvise® im Cyber Chair

ZUKUNFTS-COCKPIT FÜR TIEFENBOHRUNGEN

Die Prozesse in der Öl- und Gasindustrie wurden lange Zeit mit konventionellen Bedienelementen gesteuert. Aber auch in dieser Branche unterstützen inzwischen zunehmend digitale Systeme den Arbeitsalltag von Bohrarbeitern. Ein maßgeblicher Treiber der Digitalisierung sind die Kontrollräume von Bentec mit ihrem hochmodernen „Cyber Chair“. Dort macht atvise® von Bachmann anspruchsvolle Bohrprozesse glasklar sichtbar und die Bedienung unmissverständlich.



Mit den perfekt auf die Anwendung abgestimmten Visualisierungs- und Bedienoberflächen von atvise® behalten Bohrtechniker im Cyber Chair die volle Kontrolle. Die Bedienoberfläche wurde mit Usability-Experten auf absolute Sicherheit ausgerichtet.



Mit atvise® alles im Blick

Bentec entwickelt und produziert Anlagen und Ausrüstungen für Öl-, Gas- und Geothermiebohrungen. Eine der modernsten Öl-Bohranlagen des deutschen Unternehmens befindet sich im Oman. Diverse Maschinen der Anlage sind zentral über zwei redundante atvise®-Server miteinander verbunden. Die Bohrtechniker überwachen und steuern den Betrieb bequem aus einem Kontrollraum, der sich direkt auf der Anlage befindet. In ihrem Cyber Chair, der mit Joystick, Drehrädern, Touch-Encodern und zahlreichen Touch-Displays ausgestattet ist, behalten sie dabei die volle Kontrolle. Ein Bohrassistent überwacht den Betrieb zusätzlich über vier weitere Bildschirme, und auch der separat in Containern untergebrachte Bürobereich bleibt dank der Prozessvisualisierung auf drei Monitoren stets im Bilde. Tankanlage und Maschinen sind zudem lokal mit einem eigenen HMI ausgestattet.

Spezielle Anwendung – spezielle Anforderungen

Bentec entschied sich zur Visualisierung und Bedienung seiner Anlagen für atvise®, da man mit den bisherigen Lösungen zunehmend an Grenzen stieß: „Unsere Anwendungen sind speziell. Das fängt schon bei den Anzeigen an, wir visualisieren die Prozesse von oben nach unten, anstatt wie üblich

von links nach rechts. Unser früheres SCADA-System war hier einfach zu unflexibel“, erklärt Michael Buhr, Electrical Engineer bei Bentec.

In den Anlagen von Bentec, die mit zahlreichen konventionellen Schaltern ausgestattet sind, kamen darüber hinaus im Laufe der Zeit zunehmend zusätzliche Automatisierungs- und Optimierungssysteme zum Einsatz – verbunden mit dem nachträglichen Bohren von Montagelöchern und der Verlegung neuer Kabel. „In explosionsgefährdeten Bereichen ziehen solche Ergänzungen eine Menge Arbeit nach sich“, so der Ingenieur.

Die Zukunft spricht Web

Außer einem volldigitalen Bedienkonzept, um bei Änderungen flexibler und effizienter agieren zu können, war es Michael Buhr wichtig, mit einer Web-basierten Basis in Richtung Zukunft zu gehen. Denn die Bohranlagen von Bentec sind bis zu 30 Jahre lang in Betrieb. Bei Betriebssystemabhängigen Lösungen seien Treiberprobleme vorprogrammiert, wenn eine Hardware nach vielen Jahren aufgrund eines Defekts ersetzt werden muss. Offene Webtechnologien würden auch in Zukunft zuverlässig funktionieren, ist sich Michael Buhr sicher.

Bei seiner Recherche wurde Bentec von vielen Lösungen auf Web-Basis enttäuscht: „Die Interfaces waren teilweise völlig überladen und knallbunt. Zudem waren viele Funktionen vorgefertigt – und damit nicht so nutzbar, wie wir es uns gewünscht hätten.“ Doch bei atvise® ist das anders: Dank der Offenheit der Bachmann-Lösung lassen sich hiermit alle Funktionalitäten genau nach Bentecs Wünschen anpassen.

Flexibles Engineering

Nach einer initialen Schulung begannen die Entwickler von Bentec mit der Erstellung maßgeschneiderter Widgets für den Anlagenbetrieb. Bestehende Elemente von atvise® wurden um zahlreiche Funktionalitäten erweitert. Dazu gehören etwa umschaltbare Sprachen und Maßeinheiten für das Bedienpersonal, das unterschiedliche Nationalitäten hat. Aber auch die Schrittgrößen für die Drehräder sowie die automatische Aktivierung und Rücksetzung der Touch-Encoder wurde programmiert, sobald ein bestimmtes Feld in der Bedienoberfläche aktiviert oder deaktiviert wird. „Mit atvise® kann all diese Funktionalität direkt beim Widget realisiert werden – ohne mühsames Zusammensuchen und Gruppieren verschiedener Komponenten. Und auch die Erstellung der Oberfläche ist sehr einfach: Widgets aus dem Katalog ziehen, skalieren, zurechtrücken, Live-werte sehen, nutzen. Fertig.“, freut sich Michael Buhr.

Auch die Bohrarbeiter werden bei der Arbeit entlastet: Bei nötigen Interventionen wurde darauf geachtet, dass möglichst wenig Ablenkung vom eigentlichen Prozess stattfindet. Eine eingeforderte Eingabe wird beispielsweise via Sprachausgabe kommuniziert, damit Bohrarbeiter nur dann auf den Bildschirm schauen müssen, wenn es wirklich nötig ist.

Sicherheit geht vor

Bei der Gestaltung der Interfaces stand von Beginn an maximale Bediensicherheit im Fokus: Das Visualisierungs-Design wurde mit einem Team der Universität Osnabrück konzipiert, das seine Expertise aus sicheren User Interfaces für medizinische Operationen einfließen ließ. „Wir haben uns ausführliche Gedanken zu Farbgebung und Form der Buttons gemacht. Aber auch separate Bedienelemente für Ein- und Ausschaltvorgänge steigern die Sicherheit, genauso wie die physischen Drehräder mit Touch-Encoder am Cyber Chair, die wir anstelle von Software-Schiebe-reglern einsetzen“, klärt Michael Buhr auf.

Effizienz auch abseits der Bohrinsel

Das einheitliche „Look&Feel“ der diversen Oberflächen bietet einen weiteren Vorteil für Bentec. Das Team um Michael Buhr stellte einen Katalog aus individuell konfigurierten Widgets zusammen, die sich für verschiedenste Visualisierungen und Anwendungen wiederverwenden lassen. „Davon profitieren bereits heute auch die Bedienoberflächen anderer Anwendungen von uns, beispielsweise Batteriespeicher. Denn auch dafür können wir die bestehende Codebasis und dieselben übersichtlichen 'Highcharts'-Darstellungen wie für unsere Bohranlagen verwenden“, ist der Ingenieur erfreut. Damit aber nicht genug: Auch für weitere Systeme der Bohrinseln möchte Bentec atvise® zukünftig einsetzen, um auch dort Effizienz und Sicherheit auf ein neues Niveau zu bringen.

»Wir nutzen einen redundanten atvise®-Server und eine übergeordnete Bedienoberfläche für unsere Bohranlage. Das Schöne an atvise®: Betreiben wir einzelne Maschinen stand-alone, läuft der Server dort lokal weiter. Damit sind auch im Offline-Betrieb alle Widgets auf dem lokalen HMI verfügbar.«

Michael Buhr

Electrical Engineer, Bentec

BENTEC GMBH

- Anlagen und Ausrüstungen für Öl-, Gas- und Geothermiebohrungen
- Hauptsitz in Bad Bentheim, Deutschland
- Über 125 Jahre Branchen-erfahrung

www.bentec.com

Kinetische Batterie

DER WELTRAUMSPEICHER



Die zunehmende Elektrifizierung zentraler Logistikprozesse von Häfen stellt Stromnetze auf die Probe. Elektrisch betriebene Hochleistungsanlagen wie Schwerlastkräne verursachen enorm hohe und volatile Leistungsspitzen. Mit schnellen Speicherlösungen lassen sich diese Spitzen glätten und das Stromnetz entlasten. QuinteQ aus Culemborg (Niederlande) perfektionierte eine ursprünglich für den Weltraum entwickelte Schwungrad-Speichertechnologie und macht diese als mobile Containerlösung nutzbar. Damit erleichtern die Niederländer die Elektrifizierung von Häfen auf der ganzen Welt ungemein. Denn die elektrische Kapazität lässt sich so ohne teuren und zeitaufwändigen Netzausbau jederzeit erweitern.



»Die extrem schnellen und genauen Netz-messungs- und Schutz-funktionen des M200-Systems eignen sich ideal für die Anwendung bei Hoch-leistungsanlagen von Häfen mit ihren kurzzeitigen Leis-tungsspitzen.«

Timo Pael
New Business Development Manager
QuinteQ

QUINTEQ

- 2016 in den Niederlanden gegründet
- Treibt mit flexiblen Schwungrad-Energiepeicherlösungen die Energiewende voran
- Eingesetzt unter anderem bei Häfen, Baustellen, Bahnanwendungen und Mikronetzen

www.quinteqenergy.com

Kinetisch gespeicherte Energie

Die Verbreitung von Batteriespeichersystemen nimmt rasant zu. Aus vielen Anwendungen sind sie heute kaum mehr wegzudenken. Technologisch bedingt bringen serienreife Lithium-Ionen-Speicher jedoch einige Nachteile mit sich – etwa ihre begrenzte Anzahl an Ladezyklen, die hohe Entflambarkeit oder die Abhängigkeit von empfindlichen Lieferketten.

Mit ihrer Schwungrad-Lösung entwarfen die Spezialisten von QuinteQ einen kinetischen Speicher, der viele dieser Nachteile beseitigt: „Unser Schwungrad ist praktisch frei von seltenen Erden. Es kommt ohne elektrochemische Zellen aus und erhöht damit die Betriebssicherheit. Der Speicher ist nahezu wartungsfrei und erlaubt über 350.000 Ladezyklen bei einer Betriebsdauer von 15 Jahren und mehr“, ist Timo Pael, New Business Development Manager bei QuinteQ, stolz auf die Entwicklungsleistung des Teams.

Schneller ist kompakter

QuinteQ setzt bei seinem Schwungraddesign auf Geschwindigkeit anstatt auf Masse: „Die speicherbare Energie hängt zwar linear mit der Masse des Schwungrads zusammen. Die Geschwindigkeit geht jedoch quadratisch in die Speicherleistung ein“, erklärt Timo Pael die physikalischen Grundlagen. Dank der hohen Rotationsgeschwindigkeit von weit mehr als 10.000 Umdrehungen pro Minute kann der Durchmesser der Schwungräder kompakt ausfallen. Das ermöglicht den Einsatz in mobilen Containern, die sich an verschiedenen Orten temporär oder permanent zur Minderung von Lastspitzen einsetzen lassen.

Anpassung für irdische Verhältnisse

Bis die ausgeklügelte Speichertechnologie den Weg zu ihren ersten Anwendungen an den Küsten der Niederlande fand, war es eine weite Reise. Ursprünglich wurde sie von Boeing für den Einsatz im Weltraum entwickelt. Im Jahr 2016 musste die Entwicklungsabteilung des Unternehmens das Projekt jedoch abbrechen, da es von der amerikanischen Regierung nicht mehr weiterverfolgt wurde. QuinteQ erwarb in der Folge von Boeing rund 200 Patente und entwickelte das Konzept bis heute weiter.

„Der Einsatz im Weltraum stellt in puncto Kompaktheit und Sicherheit extrem hohe Anforderungen an die Speicherlösung. Funktionalität geht vor, die Kosten sind hier zweitrangig. Letzteres ist auf der Erde nicht der Fall“, schmunzelt der Manager. „Wir setzen deshalb alles daran, die Komplexität zu reduzieren, die Kosten-effizienz zu verbessern und die Leistungsabgabe bei nahezu vergleichbaren Dimensionen des Schwungrads zu erhöhen.“

Erfolgreiche Pilotprojekte

In mehreren Pilotprojekten stellte QuinteQ die entwickelte Technologie in der Praxis auf die Probe und optimierte fortlaufend das Design.

In Rotterdam unterstützte etwa ein Schwungrad-Speicher mit 400 kVA die Hauptstromversorgung des Hafens. Dort werden drei elektrische Kräne betrieben, die beim Be- und Entladen hohe Lastspitzen verursachen. Dank der Lösung von QuinteQ konnten der Leistungsbezug vom Netz im Pilotprojekt um 65% reduziert und die Lastspitzen erfolgreich geglättet werden.

Bei einer weiteren Installation entlastete das QuinteQ-Schwungrad das Netz in Moerdijk (Niederlande). Der Betreiber erweiterte den dortigen Hafen um einen

weiteren Umschlagbereich und einen zusätzlichen Schwerlastkran.

Im Pilotprojekt konnte der Spitzenleistungsbezug um mehr als 70% reduziert werden. Dank der Speicherlösung könnten nun beide Kräne parallel betrieben werden, ohne das vertraglich definierte Anschlusslimit zu überschreiten.

Bei seinen Pilot-Installationen setzt QuinteQ auf das Bachmann M200-Steuerungssystem mit seinen Netzmess- und Schutzfunktionen.

„Beim Engineering der Steuerung unserer Anlagen bekamen wir von Bachmann gezielte Unterstützung. Unsere Programmierer kamen im Zuge der Entwicklung immer wieder mit spezifischen Fragestellungen auf die Bachmann-Experten zu. In kurzen Online-Sessions gaben sie wertvolle Tipps für mögliche Lösungsansätze – die Zusammenarbeit war wirklich effizient“, freut sich Timo Pael.

Serienproduktion mit Bachmann

Nach den erfolgreich abgeschlossenen Pilotprojekten ist die Serienproduktion der Schwungrad-Speicher angelaufen.

Bei der Serienversion kommt neben einer M200-Steuerung nun auch das M100-System mit platzsparenden UIO108 High-Density-Modulen zum Einsatz. Diese bieten beim selben kompakten Formfaktor bis zu 50% mehr Kanäle als die Standard-I/O-Module.

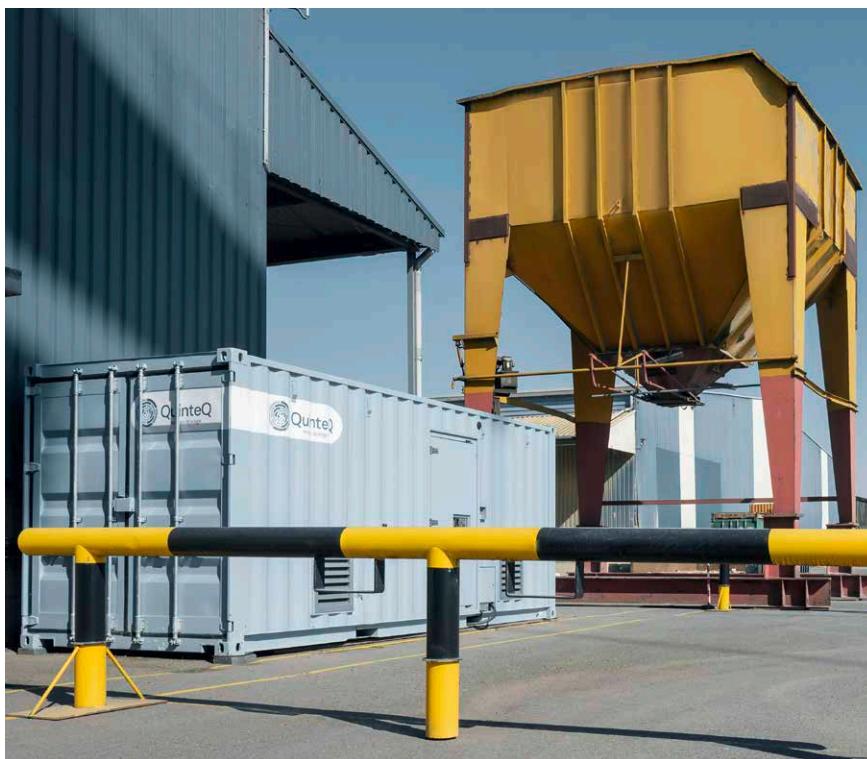
Das Schwungrad ist mit einer Leistung von 300 kVA und 600 kVA verfügbar. Je nach Anwendung vor Ort konfiguriert QuinteQ mit mehreren Schwungraden die passende Gesamtleistung. „Unsere skalierbare Lösung lässt sich in 10-, 20- und 40-Fuß-Containern installieren. In einem Container bringen wir bis zu 4 MVA Leistung unter.“

Die Container-Lösung von QuinteQ, die neben dem Schwungrad selbst auch

die Bachmann-Steuerung beinhaltet, funktioniert „plug&play“. QuinteQ parametriert vorab präzise das exakte Lade- und Entladeverhalten für die jeweilige Anwendung. Ist der Speicher ans Hafen-Netz angeschlossen, entlastet er unmittelbar und ohne weitere Vorbereitungsarbeiten das Hauptnetz.

Expansion voraus!

Die zukunftsweisende Speicherlösung von QuinteQ wird in den nächsten Jahren nicht nur die Netze der Häfen in den Niederlanden entlasten, dessen ist sich Timo Pael sicher: „Unsere Schwungradlösung ebnet den Weg für den weltweiten Einsatz dieser fortschrittlichen Speichertechnologie – im maritimen Sektor und darüber hinaus. Die eingesetzten Steuerungen von Bachmann sind ebenso robust wie die von uns entwickelte Technologie. Damit steht auch einem langjährigen Einsatz in klimatisch herausfordernden Regionen der Welt nichts entgegen.“



Skalierbar und flexibel: Das Schwungrad von QuinteQ ist modular aufgebaut und kann in Containern zu größeren Energiespeichersystemen kombiniert werden. Kapazität sowie Lade- und Entladeverhalten lassen sich genau an den lokalen Energiebedarf anpassen.

Ein elektrischer Schwungradspeicher nutzt die Energie eines rotierenden Körpers (dem Schwungrad), der durch einen Elektromotor beschleunigt wird und seine Bewegungsenergie speichert. Bei Bedarf wird diese gespeicherte kinetische Energie durch denselben Motor, der nun als Generator wirkt, wieder in elektrische Energie zurückverwandelt.



EIN GATEWAY SCHLIESST DIE LÜCKE

Der Windpark Perscheid Ost liegt in Rheinland-Pfalz (Deutschland), rund 30 Kilometer südlich von Koblenz. Um die Anfang 2025 neu errichteten Nordex-Turbinen in das Verteilnetz des dortigen Netzbetreibers Westnetz einbinden zu können, waren Anpassungen im Fernwirkprotokoll nötig. Der Projektentwickler BayWa r.e. Wind GmbH suchte nach einer Lösung. Bachmann hatte sie.



Der Windpark umfasst drei Turbinen des Typs Nordex N163 mit einer Nabenhöhe von 164 Metern und einer Nennleistung von 5,7 MW je Anlage. Er wird jährlich rund 48.000 MWh grünen Strom erzeugen und damit rund 16.000 Haushalte versorgen. Bei der Inbetriebnahme stellte sich jedoch heraus, dass die Steuerung der Turbinen die vom Netzbetreiber geforderten Bestätigungen nach einem Steuerbefehl nicht liefern konnte. So erwartet Westnetz eine zweistufige Rückmeldung auf einen von ihr ausgelösten Befehl zum Abschalten eines Leistungsschalters und überdies dezidierte Fehlermeldungen, wenn ein Leistungsschalter nicht oder ohne expliziten Anforderungsbefehl geschaltet hat.

Genau gelöst

Da die Fernwirktechnik des EZA-Reglers von Nordex diese Meldungen nicht zur Verfügung stellen konnte, benötigte BayWa r.e. eine Lösung für seine gerade neu gebauten Windenergieanlagen. Auf der Suche wurden das Unternehmen bei Bachmann fündig: In enger Zusammenarbeit der Entwicklungsabteilung am Hauptsitz in Feldkirch und der Applikationsabteilung am Standort in Rheinbach (Deutschland) konnten kurzfristig die Anforderungen von Westnetz umgesetzt werden. Der Inbetriebnahme der Anlagen stand nun nichts mehr im Wege. „Der Vorteil dieser Lösung ist zudem, dass wir uns damit einen übergeordneten Parkregler ersparen können“, bestätigt Tomas Adler, Grid Engineer bei der BayWa r.e. Solar Projects GmbH.

Fernwirken für Fortgeschrittene

In der Software-Lösung wurde das Protokoll IEC 60870-5-104 um die Funktionalität „Reverse Direction“ erweitert. Ein weiterer Vorteil der Bachmann-Lösung ist, dass die Datenschnittstelle völlig von der Betriebsführungslogik getrennt wird. „Dadurch können Logik und Datenmodelle unabhängig voneinander gepflegt werden“, erklärt Alexander Braun, Applikationsingenieur am Bachmann-Standort Rheinbach. Implementiert wurde der Konverter auf einer als Gateway eingesetzten CPU vom Typ MX213. Diese wirkt nun als Schnittstelle zwischen der Nordex-Steuerung und der Fernwirk-Einheit des Verteilnetzbetreibers Westnetz. Für zukünftige Projekte ist geplant, eine CPU vom Typ MX215 einzusetzen, da diese hardwareseitig über drei unabhängige Ethernet-Ports verfügt. „So können wir ein zusätzliches Gateway für die VPN-Kommunikation mit der Zentrale einsparen, das System aus der Ferne konfigurieren und damit die Inbetriebnahme nochmals beschleunigen“, erklärt Tomas Adler.

WAS IST EIN GATEWAY?

Ein Gateway ist eine Schnittstelle, die unterschiedliche Netzwerke oder Systeme miteinander verbindet und den Datenaustausch zwischen ihnen ermöglicht. Es übersetzt Protokolle, filtert und leitet Informationen weiter – vergleichbar mit einem Dolmetscher zwischen zwei Sprachen.

In der Windenergie verknüpfen Gateways zum Beispiel Turbinensteuerungen mit zentralen Parkreglern oder SCADA-Systemen. Bei Photovoltaik-, Wasserkraft- oder Batteriespeicheranlagen dienen sie als Brücke zwischen Erzeugungseinheiten, Energiemanagementsystemen und Netzbetreibern. Im industriellen Umfeld verbinden Gateways Maschinensteuerungen mit übergeordneten Leitsystemen oder Cloud-Diensten, im maritimen Bereich integrieren sie Bordsysteme in Hafen- und Flottenmanagementlösungen.

Gateway-fähige Steuerungen müssen offene, standardisierte Kommunikationsprotokolle unterstützen, eine hohe Datensicherheit gewährleisten und genügend Rechenleistung bieten, um Datenströme in Echtzeit zu verarbeiten.

Mit einer als Gateway eingesetzten M200-Steuerung von Bachmann können Anlagen auch in heterogenen Systemumgebungen nahtlos integriert und sicher betrieben werden. Das System bietet überdies bereits standardmäßig eine Serverschnittstelle nach IEC 60870-5-104.

BAYWA R.E.

- Independent Power Producer (IPP)
- Plant, entwickelt und baut Anlagen in den Bereichen Wind, Solar und Batteriespeicher. Tätig in Betrieb und Wartung dieser Anlagen sowie im Energiehandel.
- Weltweit führender Anbieter im Solargroßhandel

www.baywa-re.com

»Gut ist,
wenn heute an
übermorgen
gedacht wird.«

DER SMARTE SIDEKICK

Die rasante Entwicklung künstlicher Intelligenz (KI) erreicht zunehmend auch die industrielle Automatisierung. Kunden suchen nach Klarheit bei der KI-Nutzung im Arbeitsalltag. Gleichzeitig verlangen KI-unterstützte Lösungsansätze beim Engineering nach sicheren Rahmenbedingungen. Bachmann erforscht deshalb intensiv die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen von KI-Tools in der Entwicklung.

Die ersten Prototypen zeigen vielversprechende Ergebnisse.

Klarer Wunsch

Der Anstoß für Bachmanns verstärkte Aktivitäten im Bereich der KI kam direkt aus dem Markt: „In der letzten Zeit wurden immer mehr Anfragen in Richtung KI-Strategien und der Integration von Tools wie 'Copilot' in die Entwicklungsprozesse an uns gestellt“, erklärt Jürgen Strodl, der bei Bachmann für die technische Unterstützung der weltweiten Distributoren zuständig ist.

„Fakt ist: KI-Tools werden inzwischen auch in der Industrie vermehrt eingesetzt – ob mit oder ohne Unterstützung der Systemhersteller“, so der Experte. Bachmann entschied sich daher, proaktiv Know-how aufzubauen. Ziel ist es, den Kunden nicht nur eine möglichst effiziente, sondern vor allem eine von vornherein sichere Entwicklung ihrer Anwendungen zu ermöglichen.

Engineering mit Turbo

atvise® basiert durchgängig auf Standardtechnologien wie HTML, CSS oder JavaScript und nutzt OPC UA als zentrales Kommunikationsprotokoll. Damit bietet es eine optimale Grundlage für die Integration von KI. Denn moderne Large Language Models sind mit diesen offenen Standards bereits trainiert.

„Bei bestimmten atvise®-Anwendungen lässt sich die Entwicklungszeit durch den Einsatz von KI um den Faktor 5 verkürzen“, so Jürgen Strodl. Diese beeindruckende Effizienzsteigerung resultiert vor allem aus der Erstellung von gut lesbarem, strukturiertem Code sowie der automatischen Kommentierung. Was früher aufwendige manuelle Nacharbeit erforderte, können KI-Tools in kürzester Zeit lösen. „Am besten lassen sich KI-Werkzeuge für kleinere Aufgaben nutzen. Komplexe Visualisierungen mit vielen Objekttypen, die miteinander interagieren, sind damit noch schwierig umzusetzen. Aber auch die Codeblöcke kleinerer Tasks umfassen mitunter bereits tausende Zeilen Code“, klärt Strodl auf.

„Highcharts“ smart bedienen

Als Demonstration für die Messe SPS in Nürnberg entwickelten die Experten von Bachmann einen KI-Chatbot für die effiziente Highcharts-Konfiguration in atvise®. Dieser Prototyp zeigt eindrücklich, wie Visualisierungen mittels Spracheingaben einfach und direkt in der Visualisierungssoftware geändert werden können.

Ermöglicht wird dies durch OpenAIS Function-Calling-API: Erkennt das System eine Anfrage zur Chart-Modifikation, liest es die aktuelle Konfiguration des Diagramms, kombi-

Intuitive Chart-Konfiguration mit atvise®: Der KI-Chatbot setzt Anwenderwünsche direkt in „Highcharts“-Visualisierungen um.

atvise® Sprache: Deutsch Anmelden 15:39
15.05.2025

Leerer Chart Wasser Turbine - live Machine Breakdown Chart

Waterturbine Live (try to fix this using AI)

If you need any further changes or information, let me know!

For the current highcharts configuration, add Datalables to both series and update the current configuration.

The highcharts configuration has been successfully updated to include data labels for both the "RPM" and "kWh" series. If you need any further modifications or assistance, feel free to ask!

change it to bar | senden

Thread löschen

Alarmlog

atvise® Sprache: Deutsch Anmelden 15:39
15.05.2025

Leerer Chart Wasser Turbine - live Machine Breakdown Chart

Waterturbine Live (try to fix this using AI)

If you need any further changes or information, let me know!

For the current highcharts configuration, add Datalables to both series and update the current configuration.

The highcharts configuration has been successfully updated to include data labels for both the "RPM" and "kWh" series. If you need any further modifications or assistance, feel free to ask!

For the current highcharts configuration, change the type of the chart to an Area chart, then update the current configuration.

The highcharts configuration has been successfully updated to change the chart type to an Area chart. If you need any further modifications or assistance, just let me know!

change it to column instead

Nachricht hier eingeben... senden

Thread löschen

Alarmlog

The screenshot shows the atvise Documentation interface. On the left, there's a 'Sources' section with a 'Discover' button and a list of files, including 'atvise_help.pdf'. The main area is a 'Chat' window containing a code editor with the following JavaScript code:

```

var query = "SELECT TOP 10 YourColumn1, YourColumn2 FROM YourDataTable ORDER BY SomeTimestampColumn DESC";
console.log("Executing query:", query);

var result = odbc.query(query); // [0]

// Log the results
if (result.length > 0) {
  console.log("Query results (first 10 rows):");
  for (var i = 0; i < result.length; i++) {
    console.log("Row " + (i + 1) + ":", result[i]);
  }
} else {
  console.log("Query returned no rows or result was empty.");
}

// 5. Close the connection
odbc.close(); // [8]
console.log("Connection closed.");
}

// The open() method throws an exception on error, so this block might not be reached for connection fail
} catch (e) {
  console.error("An error occurred:", e);
  // Attempt to close the connection if it was opened before the error occurred during query or info
  // A more robust script might check the connection status before attempting to close.
  try {
    if (odbc instanceof Object & odbc.close === 'function') { // Basic check if object exists and has a close method
      odbc.close();
      console.log("Connection closed in error handling.");
    }
  } catch (closererr) {
    console.error("Error closing connection:", closererr);
  }
}

// Note: To use this script, save it as a server-side script in atvise
// and configure a DSN named 'YourSqlDsnName' on the atvise server machine
// pointing to your SQL Server 2008 database.

```

Below the code editor, there's a note: "This mockup demonstrates the core steps: object creation, setting the DSN/connection string, opening the connection, executing a query, and closing the connection, based directly on the `ODBCClient` functions and examples described in the sources. The specific details of connecting to SQL Server 2008 (like the exact DSN configuration, required drivers, and database credentials) would need to be set up in the Windows ODBC Data Source Administrator on the atvise server machine, outside of this script."

At the bottom of the Chat window, there are buttons for 'Save to note', 'Start typing', and a search bar with the placeholder 'How to manually start the atvise server?'. The Studio section on the right shows an 'Audio Overview' with a 'Deep Dive conversation' and a 'Notes' section with a note about saving notes.

Dank automatisierter Analyse der atvise®-Hilfe liefert der KI-Assistent präzise Antworten und verweist direkt auf die passende Dokumentationsstelle.

niert sie mit der Benutzereingabe und schreibt die angepasste Konfiguration zurück ins atvise®-Projekt. Nutzer können etwa per Sprachbefehl einfach die Skalierung der Y-Achse ändern, Chart-Typen wechseln oder Datenlabels hinzufügen – alles in Echtzeit.

Hürden verringern

Bisher blieb ein großer Teil der Highcharts-Funktionen Experten vorbehalten. Mit KI-Lösungen wie dieser werden solche Funktionalitäten nun für alle Anwender einfach nutzbar, wie Jürgen Strodl erläutert: „atvise® ist ein unglaublich mächtiges Tool. Manche Funktionen setzen jedoch auch ein tiefgehendes Anwendungswissen voraus. Deshalb schrecken einige unserer Kunden vor der Nutzung des vollen Potenzials zurück. Das ist die Nummer-1-Barriere, die wir bei atvise® gesehen haben. Wenn wir es mit Hilfe dieser Tools schaffen, die 'Barrier of Entry' zu senken, wäre das ein riesiger Gewinn für unsere Kunden.“

Gesucht? Gefunden!

Ein weiteres Potenzial von KI in der Entwicklung demonstrierte ein Bachmann-Kunde eindrucksvoll: Er konvertierte die umfassende HTML-Hilfe von atvise® in ein PDF und

nutzte Googles NotebookLM für die inhaltliche Analyse. Das Tool liefert nicht nur korrekte Antworten auf technische Fragen, sondern zitiert auch die entsprechenden Dokumentationsstellen. Die viel zitierten Halluzination-Probleme von KI traten dabei kaum auf.

„Wichtig ist, dass Programmierer bemerken, wenn ein Ergebnis der KI nicht zu hundert Prozent korrekt ist. Eine gezielte Schulung im Umgang mit solchen Tools ist daher unerlässlich“, stellt Jürgen Strodl klar. Aus diesem Grund definiert Bachmann für seine Kunden auch „Do's und don'ts“ für den sicheren und effizienten Umgang mit KI-Tools.

Schnellerer Support

Auch im Solution Center kommt KI zum Einsatz – und zwar bei der Entwicklung komplexer Anwendungen von Bachmann-Experten. Hier setzen die Spezialisten auf den GitHub Copilot, der als Plugin über den Eclipse Marketplace eingebunden werden kann. Das Tool nimmt besonders bei wiederkehrenden Standardaufgaben spürbar Arbeit ab: Von der automatischen Codevervollständigung, über die Analyse von Fehlern, bis hin zur Erklärung komplexer Codeabschnitte. Kunden profitieren damit von einer schnelleren Umsetzung ihrer Applikationen.

Sensible Daten – sensibler Umgang

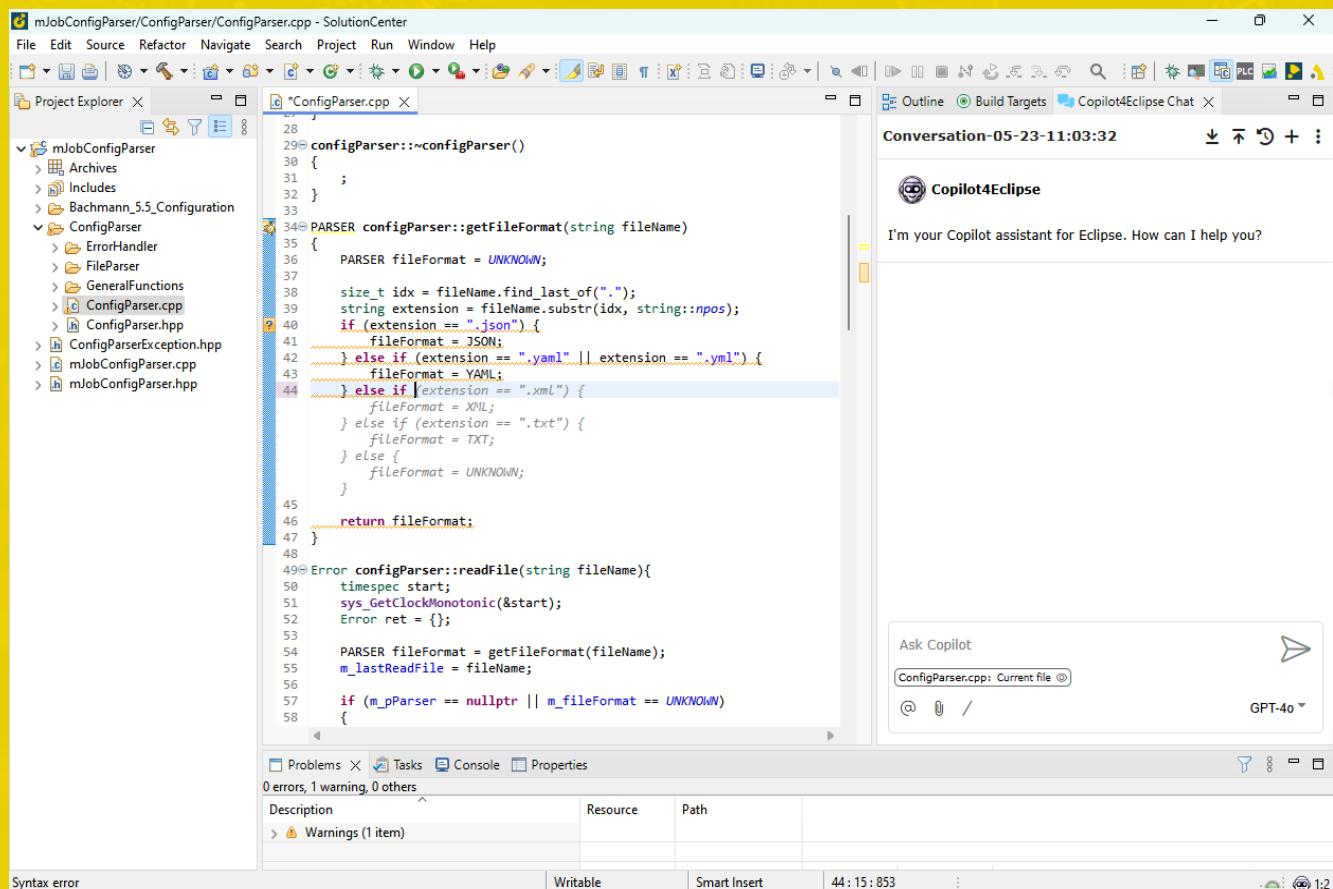
Auf die Frage, warum solche Produktivitäts-Booster noch nicht flächendeckend für Kunden von Bachmann verfügbar sind, hat Jürgen Strodl eine klare Antwort: „Entscheidend dabei ist der Schutz sensibler Kundendaten. Das Wissen über die genauen Abläufe und Strukturen der Anlagen und deren Anwendungen darf nicht die falschen Hände geraten. Ob auf Kundenseite oder auf Seite des Systemlieferanten: Klare Richtlinien sind Grundvoraussetzung, wenn KI bei industriellen Anwendungen Einzug findet.“ Bachmann arbeitet aktuell intensiv an einer solchen Richtlinie – nicht zuletzt auch vor dem Hintergrund des „AI Act“ der EU, der risikobasierte Regeln in Bezug auf KI-Anwendungen voraussetzt. Bei der Verwendung von GitHub Copilot verwendet Bachmann selbstverständlich keinen kundenspezifischen Code und arbeitet ausschließlich anonymisiert.

KI für alle

Das Ziel für Bachmann ist klar: KI soll als Werkzeug genutzt werden können, um Kunden auch komplexe Automatisierungslösungen zugänglicher zu machen. Um bei produktiven Anwendungen sowohl Datenschutz als auch Verfügbarkeit durchgängig zu gewährleisten, wird bei Bachmann der Aufbau eigener KI-Systeme angedacht.

»Bei bestimmten Anwendungen lässt sich die Entwicklungszeit durch den Einsatz von KI um den Faktor 5 verkürzen.«

Der GitHub Copilot beschleunigt Routineaufgaben bei der Applikationsentwicklung mit dem SolutionCenter erheblich – etwa durch die „Code completion“-Funktion.



REINE NOSTALGIE? MITNICHEN!



SERIELLE SCHNITTSTELLENMODULE COM102 UND COM104

- Zwei oder vier voneinander unabhängige serielle Schnittstellen
- Galvanische Trennung der Ports gegeneinander und gegen Masse
- Wahl von RS-232, RS-422 oder RS-485 für jeden Port
- Protokolle Modbus RTU/ASCII, IEC 60870-5-101 und -103 sowie DNP3
- Umsetzung eigener Protokolle in PLC und C/C++

Dies ist eine Ode an serielle Schnittstellen und Protokolle. Sie fragen sich wieso?

Verständlich, hat doch der antiquierte D-Sub-Stecker im PC-Bereich längst ausgedient und es hat sich selbst in der Automatisierung inzwischen Ethernet für verschiedene Feldbusse etabliert. Aber das moderne M100-System und die Software von Bachmann werden serielle Verfahren auch in Zukunft umfassend unterstützen. Und dafür gibt es gute Gründe.

Bewährte Technik ...

Serielle Ports sind einfach, robust und unabhängig: Kabel können ohne spezielles Crimp-Werkzeug montiert werden, Leitungslängen problemlos mehrere Kilometer betragen. Häufig erfolgt die Kommunikation von Punkt zu Punkt. Damit bleibt sie völlig isoliert von der IT/OT-Infrastruktur. Das schafft nicht nur Vertrauen in die Betriebssicherheit. Es erspart auch Maßnahmen wie die Konfiguration von Firewalls oder die Administration von Zugriffsrechten. Gerade bei der Kommunikation zwischen Erzeugungsanlagen und den Systemen der großen Energieversorger ist das ein entscheidender Vorteil. Denn eine Zusammenschaltung von IT-Systemen wird hier oft als Sicherheitsrisiko betrachtet. Deshalb setzen etablierte Protokolle wie IEC 60870-5 (-101/-103) und DNP3 serial trotz vorhandener TCP/IP-Alternativen in der Norm weiterhin auf serielle Verbindungen.

Auch bei industriellen Anwendungen bietet ein serieller Anschluss oft die effizienteste Lösung, beispielsweise bei RFID-Lesern oder eigens entwickelten Peripheriegeräten, die geringe und klar definierte Datenmengen austauschen. Hier lassen sich serielle Ports im Vergleich zur Ausführung als EtherCAT- oder Profinet-Device einfach implementieren und auch die Bauteilkosten fallen wesentlich geringer aus. Die Nutzung proprietärer Protokolle vermeidet bei diesen Anwendungen unnötigen Overhead. Aber auch hersteller-unabhängige Protokolle bringen Vorteile mit: Beim beliebten

Modbus-Protokoll kann etwa mühelos ein simpler Lese- und Schreibzugriff definiert werden.

... trifft moderne Plattform

Dies sind nur einige der Gründe, warum Bachmann serielle Verbindungen in Hard- und Software umfassend unterstützt: Alle hier genannten Protokolle lassen sich als fertige Softwarelösungen auf der Steuerung installieren. Proprietäre Protokolle können mit Bibliotheksbausteinen in PLC und C/C++ mühelos implementiert werden.

Die seit vielen Jahren anhaltend starke Nachfrage nach den RS204-Schnittstellenmodulen für die M200-Steuerung bestätigt zusätzlich, dass serielle Schnittstellen in der Automatisierung noch immer eine wichtige Rolle spielen. Deshalb entwickelte Bachmann auch für das neue M100-I/O-System Module mit seriellen Schnittstellen. Diese sind mit zwei oder vier COM-Ports verfügbar – wahlweise für den Standard- oder den erweiterten Klimabereich. Sie verhalten sich an der CPU der M200-Steuerung völlig identisch wie die Ports der RS204-Module und können mit denselben Software-Werkzeugen und Implementierungen beliebig kombiniert werden. Die Hardwareschnittstellen sind dabei flexibel konfigurierbar: Jedem Port lässt sich der Standard RS-232, RS-422 oder RS-485 zuweisen. Damit bleibt der Branche auch in Zukunft etwas Nostalgie erhalten. Und das ist gut so.



»Visionen brauchen
klare Lösungen.«

Turbinen-Retrofit

AB IN DIE GEWINNZONE!

Kommen Windenergieanlagen in die Jahre, wird ihr Betrieb teurer, denn zunehmende Störungen und Wartungsmaßnahmen reduzieren die Erträge. Die Verfügbarkeit von Ersatzteilen ist mitunter nicht mehr gesichert, genauso der Zugriff auf die Anlage und damit die Parametrierungsmöglichkeiten. Durch die geforderte Flexibilität von Vermarktern sowie immer höhere Sicherheitsanforderungen sehen sich Betreiber zudem neuen Herausforderungen gegenübergestellt. Ein Anlagen-Update von Bachmann legt den Grundstein für eine gewinnbringende Zukunft.



Kostengünstiger Einstieg in die Welt des Condition Monitoring:
Das neue „CMScore“ ermöglicht die einfache Überwachung des Antriebsstrangs bestehender Anlagen.



Den Ertrag schnell und sicher steigern: Für diverse Anlagentypen sind passgenaue Retrofit-Pakete von Bachmann verfügbar.

Erträge rauf, Anlagenlast runter

Durch Retrofit-Lösungen von Bachmann werden veraltete technische Komponenten durch neue ersetzt und moderne Technologien integriert. Damit sichern Betreiber langfristig die Wirtschaftlichkeit ihrer Anlagen: Zum einen werden Erträge durch die gesteigerte Leistung und Verfügbarkeit erhöht. Und zum anderen lässt sich die Anlagenlebensdauer im Zuge einer analytischen Bewertung mit zuverlässigen Lastmessdaten oftmals weit über die geplante Nutzungs-dauer hinaus verlängern.

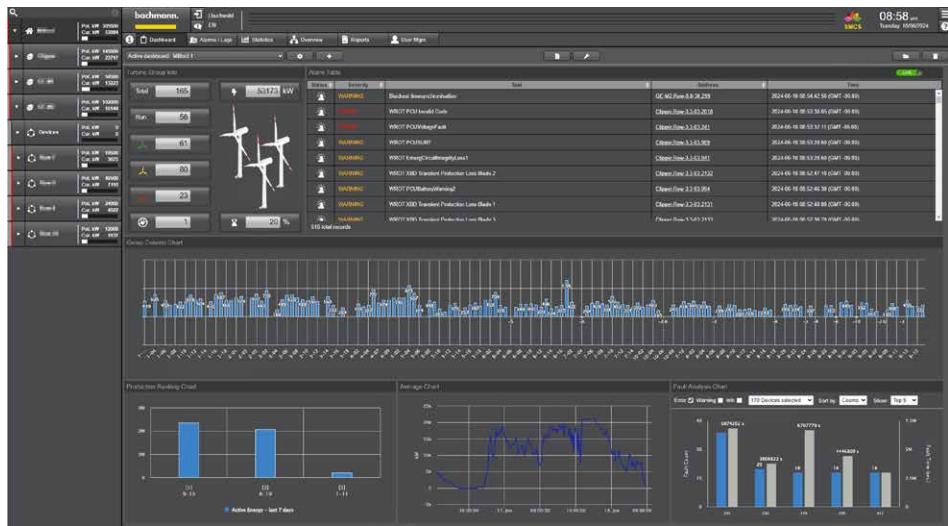
Ein bewährtes Fünf-Stufen-Verfahren sorgt für die schnelle und reibungslose Implementierung der Retrofit-Lösung und minimiert Risiken. Die Berücksichtigung von aktuellen IEC-Normen und Cybersicherheits-Maßnahmen ist dabei genauso selbstverständlich wie eine ausführliche Schulung

des Servicepersonals und umfassende Prüfungen, um die geplante Leistung sicherzustellen.

Willkommen im One-Stop-Shop

Das Retrofit-Portfolio von Bachmann reicht von einzelnen leistungssteigernden Komponenten bis hin zur kompletten Erneuerung der Automatisierung. Dank des jahrzehntelangen Know-hows in der Automatisierungs-technik von Turbinen aus über 150.000 installierten Anlagen entstehen dabei stets durchdachte und perfekt abge-stimmte Gesamtlösungen aus Turbinensteuerung, Netz-integration und Zustandsüberwachung:

„**forsiteSCADA**“ wurde speziell für die komplexe Überwa-chung, Steuerung und Datenverwaltung von Windparks und Turbinen entwickelt. Das webbasierte System ermöglicht



Den Park stets perfekt im Blick:

Mit seinem überlegenen Funktionsumfang ist das browserbasierte „forsiteSCADA“ von Bachmann präzise auf die Hardwarekomponenten der Regelungslösung abgestimmt.

eine ortsunabhängige Nutzung sowie eine nahtlose Integration von Condition-Monitoring-Informationen und kann flexibel für nahezu jede Art von Windenergieanlage eingesetzt werden. Die Architektur des Softwarepaketes „Wind Turbine Template“ (WTT) ermöglicht dabei eine flexible und einfache Umsetzung der Betriebsführung und Steuerung.

Der zertifizierte Parkregler „**Smart Power Plant Controller**“ (**SPPC**) erfüllt alle Anforderungen, die am Netzanschlusspunkt und durch Vermarkter an Energiepark-Betreiber gestellt werden. Er lässt sich direkt an die Turbine oder an einen bestehenden Parkregler anschließen und unterstützt auch Hybridanlagen (siehe auch Seite 54).

Um die Hauptkomponenten der Windenergieanlage wie Antriebsstrang, Getriebe oder Rotorblätter optimal zu überwachen, werden modular passgenaue Messtechnologien mit intuitiven Softwarelösungen und Plug-ins kombiniert. Die **Online-Diagnose mit „WebLog“** hilft dabei, Schäden frühzeitig zu erkennen. So können Vor-Ort-Wartungen gezielt geplant und die Lebensdauer der Anlage verlängert werden. Zudem lassen sich damit Betriebsstrategien optimieren und die jährliche Stromproduktion steigern.

Eine von Bachmann im Vorfeld durchgeführte modellbasierte Simulation sorgt für Sicherheit bei der Planung und Umsetzung der Maßnahmen. Aber auch rechtlich sind Betreiber mit Bachmann auf der sicheren Seite: „Perfekt aufeinander abgestimmte Komponenten sind das eine. Man muss bei Retrofit-Maßnahmen sorgfältig darauf achten, keine Patente der Turbinenhersteller zu verletzen. Darauf legen wir mit einer umfassenden Recherche bei jeder einzelnen unserer Retrofit-Lösungen großen Wert“, erklärt Gabriel Schwanzer, Director Business Unit Wind / Energy bei Bachmann.

Sofort einsatzbare Produktivitäts-Booster

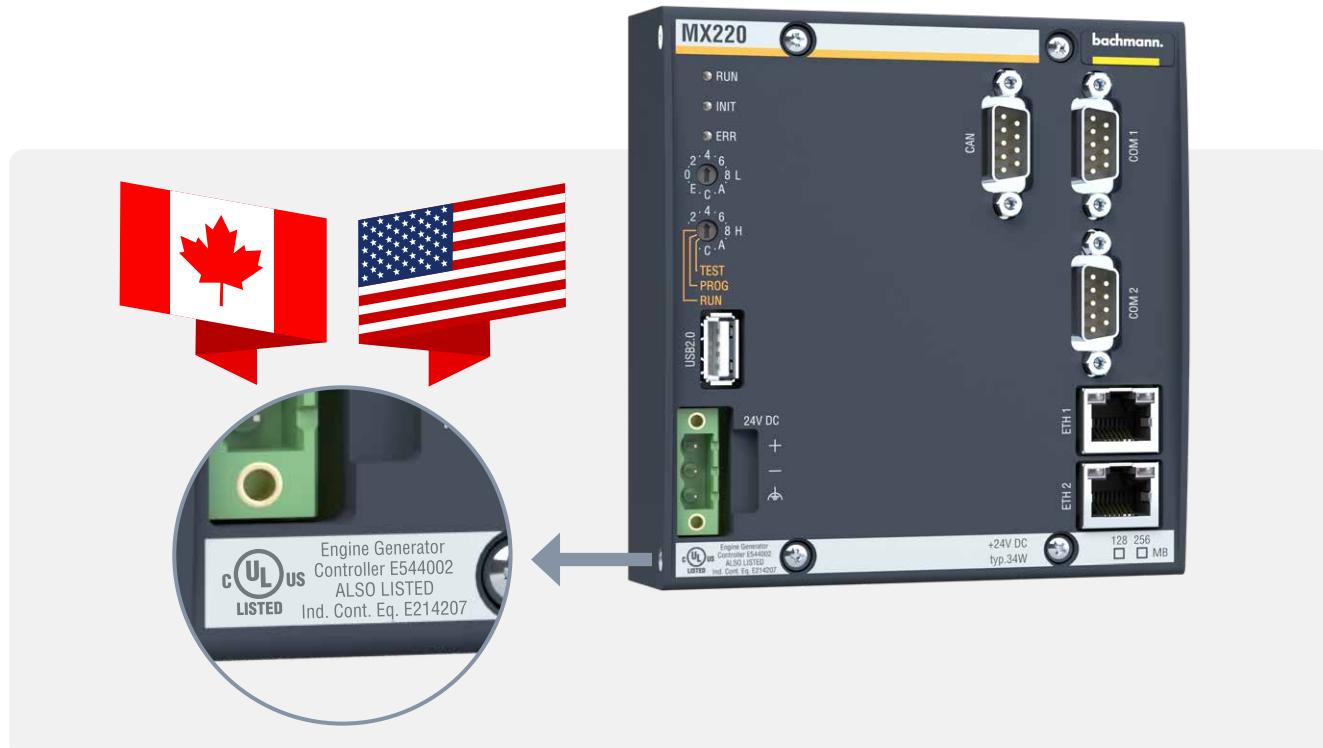
Für zahlreiche weitverbreitete Typen bekannter Turbinenhersteller bietet Bachmann vorkonfigurierte und -montierte Retrofit-Pakete an, die sich mit einem lediglich geringen Arbeits- und Zeitaufwand nachrüsten lassen. Damit kann die Installation präzise geplant werden, und die Anlagen sind schnell wieder gewinnbringend am Netz.

Abhängig von Turbinentyp ergeben sich unterschiedliche Erfolgsszenarien: So erspart beispielsweise das „VeAccess“-Paket für VESTAS V80/90-Systeme eine Vielzahl an Servicefahrten und sorgt für volle Transparenz aus der Ferne (siehe auch Seite 74). Die Retrofit-Komplettlösung für Clipper-Turbinen steigert die Stromproduktion nach einer Installationsdauer von nur drei Tagen. Oder die speziell für die Turbinentypen 1.5/2.5 und ESS von GE angepasste SCADA-Nachrüst-Lösung, die die Überwachung dank der komfortablen Visualisierungsumgebung zum Kinderspiel macht – sichere Benutzerverwaltung und bequeme Remote-Ausführung von Routinebefehlen inklusive. Mit definierbaren Leistungs-Sollwerten verbessert das Komplettpaket für Mitsubishi MHI-1000A-Anlagen die Leistungskurve des Windparks bei Abregelungs-Anforderungen des Netzbetreibers deutlich und erhöht so die kumulierte Energieausbeute. Zudem bringen automatische Selbststart-Routinen die Turbinen nach einer Netzstörung im Rekordtempo wieder ans Netz. Ebenfalls als vorkonfiguriertes Paket verfügbar: Eine Zugangs- und SCADA-Lösung mit leistungsstarken Analysefunktionen für Senvion-Anlagen und -Parkregler, die sich dank softwaregesteuertem Roll-out-Prozess auch in ältere Anlagen einfach einbinden lässt.

Das sind nur einige Beispiele für Windenergieanlagen, denen durch Retrofit-Lösungen von Bachmann bereits neues Leben eingehaucht wurde. Tendenz: Stark steigend!

STANDARD FÜR ERZEUGUNGSANLAGEN: M200 ERHÄLT UL6200-ZULASSUNG

Um den besonderen Sicherheitsanforderungen von Energieerzeugungsanlagen in Kanada und den USA besser gerecht zu werden, wurde das Regelwerk „ANSI/CAN/UL/ULC 6200 - Controllers for Use in Power Production“ (kurz UL6200) ausgearbeitet. Das M200-Steuerungssystem von Bachmann wurde jetzt umfassend dafür zertifiziert.



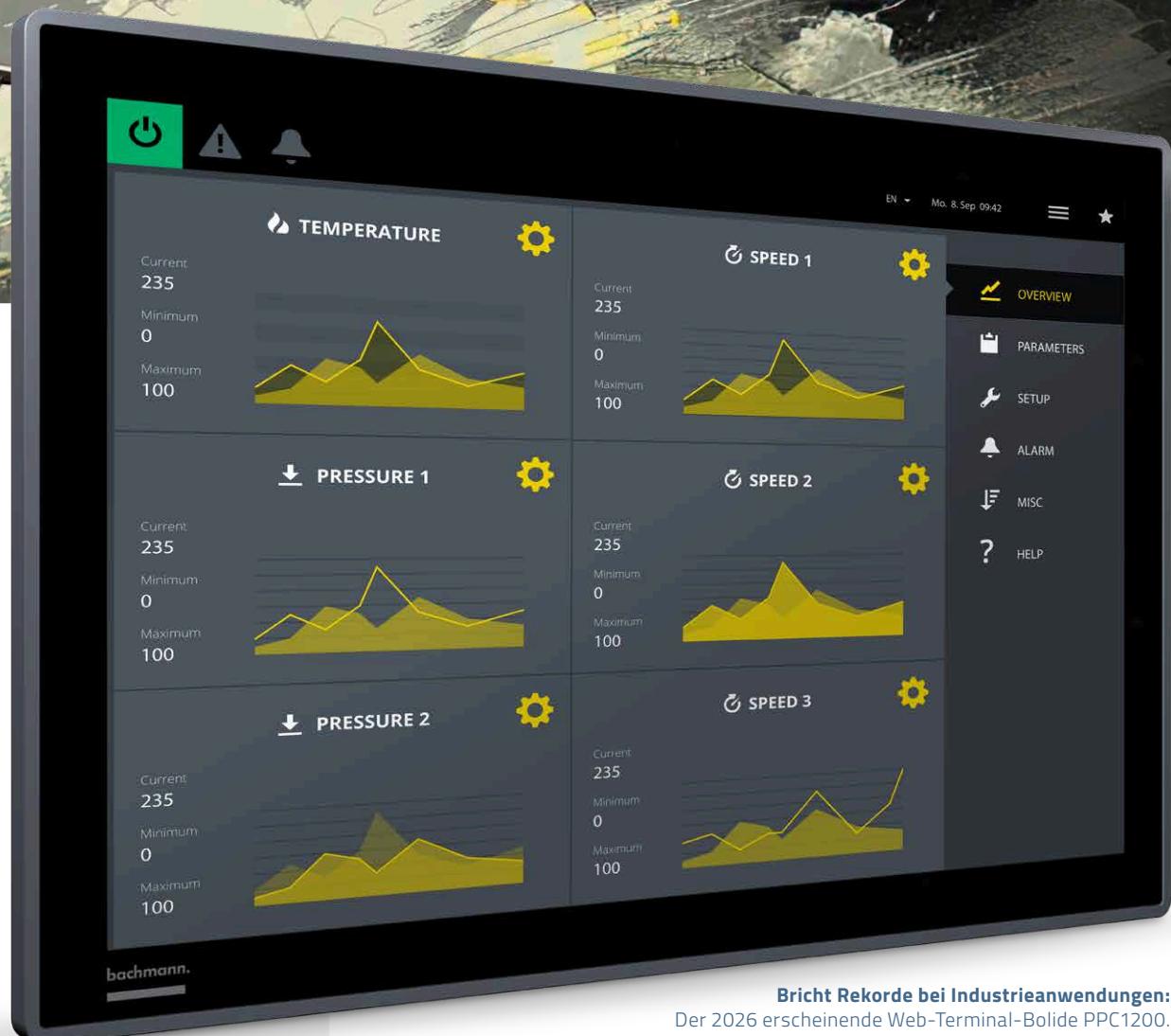
Das Regelwerk UL6200 fokussiert stark auf elektrische und elektronische Steuerungsgeräte in der Energieerzeugung. Über die grundlegenden Standards hinaus definiert die UL6200-Richtlinie zusätzlich die Risikominderung in Bereichen wie Feuergefahr, Materialauswahl, Verhalten bei Kommunikationsausfall oder Überlast. Aber auch auf den Entwicklungsprozess und das Design der Software wird ein besonderes Augenmerk gelegt.

In einem umfassenden Zulassungsverfahren hat Bachmann im Januar 2025 für über 100 Produkte des M200-Steuerungssystems das Zertifikat entsprechend den UL-Kategorien FTPM und FTPM7 (UL6200) erhalten. Dazu zählen alle Netzmessungs-, Schutz- und Synchro-

nisationsmodule, die CPU-Familien MX2xx und MC2xx, Infrastruktur-Komponenten sowie ein breites Spektrum analoger und digitaler I/O-Baugruppen. Die Typfreigaben sind nicht nur Nutzungsvoraussetzung für die zahlreichen Kunden in USA und Kanada, sondern auch essenziell für OEM-Hersteller und Systemintegratoren weltweit, die Erzeugungseinheiten oder unterlagerte Komponenten nach Nordamerika exportieren möchten.



Die Zertifikate können von der Bachmann-Webseite oder von „UL Product iQ®“ heruntergeladen werden.



Bricht Rekorde bei Industrieanwendungen:
Der 2026 erscheinende Web-Terminal-Bolide PPC1200.



Hier geht's
zum Datenblatt.

HARD FACTS:

- Multi-Touch-Displays von 7" (800x480 Pixel) bis 23,8" (Full-HD)
- Aktuelle Intel Atom®-Prozessoren
- Bis zu 8 GB RAM und 16 GB Festspeicher
- Schnittstellen (Eco): 1x Ethernet, 2x USB
- Schnittstellen (Premium): 2x Ethernet, 4x USB, 1x HDMI, 1x MicroSD; optional RS232/RS422/RS485, microSD, 2x Gbit Ethernet oder 1x 2,5 Gbit Ethernet



WRROOM!

PANEL-PCS: DER NEUE PPC1200 KOMMT

Bachmann proudly presents: Unser neuer Panel-PC, der turbogeladene Bolide für die niedrigen und mittleren Hubraumklassen. Mit völlig neu entwickelter Motorisierung und optimiertem Chassis ersetzt der PPC1200 Ende 2026 seinen Vorgänger OT1200. Und wir sind uns sicher: Er wird einen Streckenrekord nach dem anderen brechen.

Wählen Sie Ihre Motorisierung

Die neuen Einbau-Panel-PCs der PPC1200 Serie werden in zwei Ausstattungen verfügbar sein: Die Eco-Variante des PPC1200 wurde speziell für preissensible Industrieinsätze entwickelt. Der PPC1200 Premium hingegen verfügt über Vollausstattung. Er bringt zahlreiche zusätzliche Anschlüsse mit und die Liste an Extra-Schnittstellen ist lang. Dadurch erhält das Boxen-Team auf einem separaten Bildschirm Einblick in das aktuelle Geschehen, wichtige Daten lassen sich mit einem RAID1-System sicher verwahren und vieles mehr.

Pulverisierte Rundenzeiten

Der PPC1200 ist schnell. Sehr schnell. Denn er baut auf modernster Technologie: Neben brandaktuellen Intel Atom®-Prozessoren wird der Motor von neuesten LPDDR5-Arbeitsspeicher-Modulen befeuert. Wir wollten es genau wissen und schickten den Panel-PC in den atvise®-Windkanal: Der mehrstündige, realitätsnahe Benchmark zeigt die beeindruckende Performance Schwarz auf Weiß: Bereits die Eco-Variante fährt dem Vorgänger OT1200 mit bis zu achtfacher Geschwindigkeit davon. Dadurch bauen sich auch anspruchsvollste Visualisierungen im Eiltempo auf.

Bereit für die 24 Stunden von Le Mans

Unser neuer Bolide ist bestens vorbereitet für den ununterbrochenen Dauereinsatz. Er setzt ausschließlich auf industrielle Bauteile und hält auch Minustemperaturen problemlos stand. Der vorinstallierte Industrial Browser ist genauso auf Dauerbetrieb ausgelegt wie das Display, das die Anzeigegeräte hochauflösen und klar darstellt.

Für jeden Rennstall geeignet

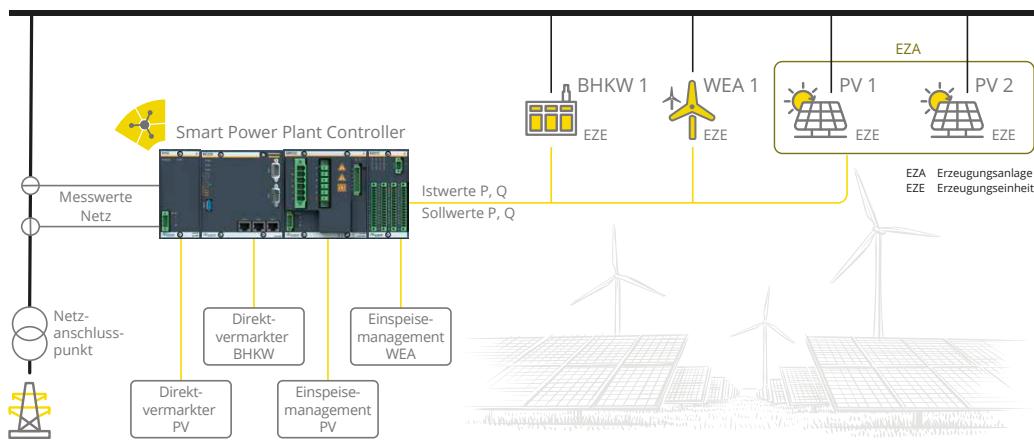
Dank der zahlreichen verfügbaren Displaydiagonalen passt der PPC1200 in jede Garage. Mit individuell gefärbtem Dekor und eigenem Unternehmens-Logo gliedert er sich zudem perfekt in das Design des Rennstalls ein.

Einstigen – und los!

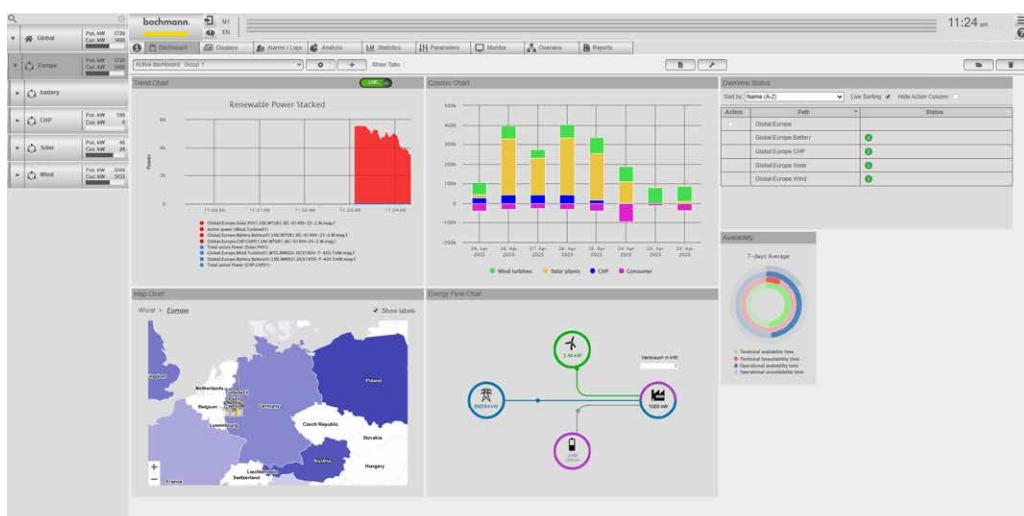
Die Ersteinrichtung und Software-Updates lassen sich dank der „Plug&Play“-Konfigurationsoberfläche im Handumdrehen erledigen. Und auch der Fahrerwechsel während des Boxenstopps gelingt beim PPC1200 im Rekordtempo. Denn die integrierbare RFID-Schnittstelle erleichtert die Authentifizierung erheblich.

HYBRIDKRAFTWERKE: ALLE UNTER EINEM DACH

Hybridkraftwerke vereinen die Vorteile unterschiedlicher Stromerzeugungsarten – ihre Verbreitung nimmt zu. Genauso wie die Herausforderungen für deren Betreiber: Je mehr Erzeugungseinheiten (EZE) und Hersteller im Spiel sind, desto schwieriger wird es, einen effizienten Betrieb sicherzustellen und Netzstabilität sowie -qualität aufrechtzuerhalten. Um Hybridparkbetreibern ein präzises Leistungsmanagement am Netzübergabepunkt zu ermöglichen, sind offene und mit Branchenerfahrung konzipierte Lösungen gefragt. Mit dem etablierten „Smart Power Plant Controller“ und dem brandneuen „forsiteSCADA“ bietet Bachmann eine Gesamtlösung für alle Erzeuger.



Zertifizierter EZA-Regler: Der Smart Power Plant Controller von Bachmann verknüpft Wind- und Solaranlagen sowie Blockheizkraftwerke mit dem Netzanschlusspunkt und kommuniziert mit Direktvermarktern und Einspeisemanagement.



Ein SCADA gezielt für Hybridparks: Wird der Smart Power Plant Controller von Bachmann in forsiteSCADA eingebunden, lässt sich das gesamte Hybridkraftwerk gemeinsam beobachten und einfach steuern. Dank flexiblem Lizenzmodell profitieren auch kleinere Betreiber mit wenigen Erzeugungseinheiten.

Anschlussrichtlinien sicher erfüllen

Mit dem cleveren Smart Power Plant Controller (SPPC) war Bachmann einer der ersten Hersteller, der einen nach VDE-AR-N 4110/4120 zertifizierten EZA-Regler am Markt lancierte. Aufbauend auf einem leistungsstarken Prozessor und dem hochgenauen Netzerfassungs- und Schutzmodul GMP232/x2 berücksichtigt der SPPC alle nach Anschlussrichtlinie geforderten Funktionalitäten für die Sollwertvorgabe von Wirk- und Blindleistungsregelung sowie die Weiterleitung an die Erzeugungseinheiten.

In Kürze wird der etablierte EZA-Regler zusätzlich nach VDE-AR-N 4130 sowie der europäischen Energienorm DIN EN 50549 zertifiziert sein. Damit können zukünftig noch mehr Betreiber in Europa von den Vorteilen des flexiblen und schnellen Parkreglers profitieren.

Mühelos konfigurieren, sofort reagieren

Zur besseren Übersicht der unterschiedlichen Topologien und Erzeugungsarten beinhaltet der Smart Power Plant Controller die lokale Konfigurations- und Bedienvisualisierung „M1 WebMI pro“. Mit deren übersichtlicher Oberfläche lässt sich der Park-Regler einfach und ohne Programmierkenntnisse konfigurieren. Auch übergeordnete Funktionalitäten wie die Primärregelung oder die Gruppierung und Priorisierung von angeschlossenen EZE werden unterstützt. Besonders vorteilhaft für Hybridkraftwerke: Gruppen können unabhängig von der Erzeugungsart gebildet werden.

Das Verhalten des Reglers lässt sich jederzeit mit wenigen Klicks anpassen, beispielsweise wenn neue Vorgaben des Netzbetreibers erfüllt werden müssen. Überdies können EZE-Gruppen im Handumdrehen einfach neuen Direktvermarktern zugewiesen werden.

(Gesamt-)Anlagen einfach zertifizieren

Die zur Anlagenzertifizierung notwendige PC-Simulation des Verhaltens des EZA-Reglers ist ebenfalls mit an Bord. Neben einem MATLAB®-Simulationsmodell lassen sich auch die Modelle „PowerFactory“ und „PSCAD“ in die jeweiligen Netzsimulationsprogramme einbinden. Zudem kann dem Anlagenzertifizierer ein generisches Function-Mockup-Modell bereitgestellt werden.

Offen für heute und morgen

Der SPPC unterstützt alle gängigen IEC- und Bus-Protokolle sowie deren einfache Konfiguration und Inbetriebnahme. Dank der offenen und standardisierten

Schnittstellen lassen sich Systeme unterschiedlichster Hersteller unabhängig ihrer Anforderungen an Kommunikation und Betriebsvorgaben einbinden. So kann etwa auch ein bereits vorhandenes Netzmessgerät am Netzanschlusspunkt weiterverwendet werden.

Dank der modular aufgebauten Bachmann-Hardware steht einer zukünftigen Erweiterung des Hybridparks nichts im Wege – selbst dann, wenn die neuen Erzeugungseinheiten geografisch weit verteilt sind. Und durch die Offenheit des SPPC lassen sich dafür maßgeschneiderte Energiemanagementfunktionen jederzeit einfach umsetzen.



GMP232/X2

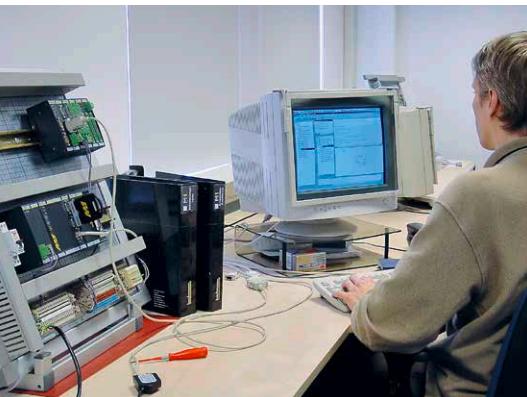
- Sichere Messung aller relevanten Größen elektrischer Drehstromnetze
- Äußerst geringe Latenz dank vollständiger Integration ins Steuerungssystem
- Zahlreiche Überwachungsfunktionen für den Schutz von Erzeugungseinheiten und Netz



Hier geht's zum Datenblatt.

»In der Vielfalt liegt
Freude und Erfolg.«

DIE STEUERUNGSPIONIERE



Wilfred Guldemon, heutiger Operations Manager bei Armac, automatisierte bereits vor 25 Jahren mit dem M200-Steuerungssystem die ersten Kundenanwendungen.

Eines ist allen Projekten des Hightech-Systemintegrators Armac gemein: Sie sind äußerst anspruchsvoll und verlangen nach kreativen Umsetzungskonzepten. Bereits im Jahr 2000 hatten die Niederländer den Anspruch, Pionierleistungen zu erbringen. „Bachmann teilte diese Haltung. Mit der M200-Steuerung waren die Österreicher ihrer Zeit schon damals weit voraus“, sagt Wilfred Guldemon, Operations Manager bei Armac. Grund genug, sich für den in den Niederlanden zu dieser Zeit noch weitestgehend unbekannten Steuerungslieferanten zu entscheiden.

Mit dem ersten gemeinsamen Projekt automatisierte Armac eine Fertigungsanlage für Pappkartons in Deutschland. „Ventile mussten Klebstoff präzise und extrem schnell dosieren. Dafür war das Bachmann-System perfekt geschaffen“, so der Operations Manager. Seitdem realisierte Armac mit Bachmann zahlreiche weitere Projekte: Von Ansteuerungen für Industrie-

Herzliche Gratulation zum 25-jährigen Partnerschaftsjubiläum, Armac Industrial Automation! Mit dem Beginn dieser inspirierenden Zusammenarbeit fand die erste Bachmann-Steuerung ihren Weg in die Niederlande.



Armac setzt die M200-Steuerung bereits seit der ersten Hardware-Generation ein, unter anderem zur Automatisierung von Xeamos-Nachbehandlungssystemen für maritime und Industrieanwendungen – hier im Bild mit Hardware-Ingenieur Berry Teunissen (links) und Software-Ingenieur Peter Mocking (rechts).

drucker über Visualisierungen von Chemietanks bis hin zur prädiktiven Steuerung großer Schiffe.

Ein großes Argument für die Bachmann-Hardware ist für Armac die Langlebigkeit. Für Weichen-Heizungen der staatlichen Eisenbahngesellschaft der Niederlande verrichtet die M200-Steuerung der ersten Generation bereits seit 2007 ihren Betrieb. Das liegt nicht nur daran, dass die direkt bei der Weiche installierte Steuerung den hohen Temperaturschwankungen zwischen Sommer und Winter sowie der elektromagnetischen Belastung standhält, stellt der Operations Manager klar: „Auch der Ethernet-Port

ARMAC INDUSTRIAL AUTOMATION

- Software- und Hardware-Engineering sowie Schaltschranksbau aus einer Hand
- Rund 20 Mitarbeitende
- Sitz in Andelst (Niederlande)

wwwarmac.nl/en

ist dafür maßgeblich verantwortlich, der 2007 alles andere als üblich war. Dadurch können wir die Weichen noch heute bequem über TCP/IP aus der Ferne steuern.“

Neben der Robustheit erwies sich auch das offene Design der Steuerung bereits in den Anfangsjahren als sehr vorteilhaft. Denn für den Ethernet-Anschluss waren noch nicht viele Protokolle verfügbar. „Mit M-PLC konnten wir diese einfach selbst schreiben“, sagt Wilfred Guldemon. Auch dies sei einer der Gründe, warum Armac mit Bachmann in seiner Firmengeschichte die innovativsten Projekte umsetzen konnte.

DREI LEINEN FÜR DIE ACHT



EnerKite aus Eberswalde (Deutschland) bringt sprichwörtlich Bewegung in die Windkraft: Mit Windanlagen, die fliegen. Durch die Nutzung kräftiger und stetiger Höhenwinde liefern diese den doppelten Jahresertrag herkömmlicher Windturbinen gleicher Leistung. Die rechenintensiven Algorithmen zur Steuerung der Anlage profitieren von der hohen Performance der Bachmann-CPUs.

Ohne Turm, mit minimalem Landschaftseingriff und automatischem Rotationsstart auch bei Windstille bietet das System eine maximale Effizienz. Mit dem Ansatz von EnerKite lassen sich nach Angaben des Unternehmens 80 Prozent der globalen Landfläche für die wirtschaftliche Windnutzung erschließen – dreimal so viel wie mit konventionellen Anlagen möglich ist. Der geringe Platzbedarf und die unkomplizierte, mobile Installation machen das System besonders interessant für Inselnetze und zur dezentralen Stromerzeugung in Ländern mit schwacher Netzinfrastruktur. Profitieren können jedoch auch die Industrie oder die Landwirtschaft: Mit einer autarken Versorgung aus den Kites lassen sich nicht nur eine höhere Planungssicherheit in Bezug auf zu erwartende Energiekosten erreichen, sondern auf lange Sicht auch Kosten sparen.

Mit Faktor 2 im Wind

Ein entscheidender weiterer Vorteil der Lösung ist der um 100 Prozent höhere Gleichzeitigkeitsfaktor gegenüber einer herkömmlichen Windenergieanlage (WEA). Das EnerKite-System kann in

rund 5.000 bis 6.000 Vollaststunden pro Jahr Strom produzieren, also rund doppelt so viel wie eine vergleichbare WEA. Interessanter Nebeneffekt: Notwendige Batteriespeicher im Netz könnten so deutlich kleiner ausgelegt werden.

Komplexe Systemsteuerung

Damit die bespannte Karbon-Rippen-Struktur des Kites stets in optimalem Anströmwinkel und Bahn geführt werden kann, sind komplexe mathematische Berechnungen nötig. Die Algorithmen nutzen unter anderem leistungsstarke Kalman-Filter zur Schätzung des Systemzustands. Sie wurden in MATLAB® simuliert und konnten mit M-Target for Simulink® direkt auf die Bachmann-Steuerung geladen werden. Die verwendete 2,3-GHz-CPU vom Typ MH230 bietet die notwendige Leistung zur Verarbeitung dieser anspruchsvollen Anwendung mit sehr kurzen Zykluszeiten.

Die Perspektiven für dieses System sind vielversprechend: Die effizienten, dezentralen Kleinanlagen können ähnlich der Photovoltaik kontinuierlich Strom liefern und sind theoretisch bis in die Megawatt-Klasse skalierbar.



Die Bodenstation beinhaltet das elektrische System mit Umrichtern, Antrieben, Batterie und einer Rotationsvorrichtung für Start und Landung mit Mast, Seilführung und Trommeln, sowie Generator und Getriebe.

ENERKITE

- Baut Systeme zu dezentralen Grundversorgung aus Höhenwinden mit Kites
- Gegründet 2010
- Sitz in Eberswalde (Deutschland)

www.enerkite.de
www.enerkite-invest.de



Für die Kühlung und Trocknung eines Blumen-Gewächshauses werden in den Sommermonaten täglich bis zu 2,6 MWh Energie benötigt. Das dafür installierte Energie-Management-System besteht aus einem Netzanchluss, einer PV-Anlage und einer Batterie. Es wird durch einen Generator ergänzt, der mit einer Bachmann M200-Steuerung mit GSP274 Netzerfassungs-, Synchronisations- und Schutzmodul ausgestattet ist. Dank Web-Technologie kann der Zugriff direkt über das HMI oder von unterwegs über einen beliebigen Browser erfolgen.

HOB AGGREGATEN

- Entwicklung leiser Generatoren von 10 bis 2.000 kVA
- Kundenspezifische, intelligente Steuerungssysteme
- Gegründet 1983, Sitz in Lopik (Niederlande)

www.hob-aggregaten.nl

Intelligente Lastspitzenkappung

ENDLICH GRENZENLOS ENTWICKELN

HOB Aggregaten aus Lopik in den Niederlanden ist bekannt für seine Generatoren mit präzise an die Bedürfnisse ihrer Kunden angepassten Steuerungslösungen. Diese individuelle Entwicklung verlangt dem Steuerungssystem viel Flexibilität ab und setzt vielseitige Engineering-Möglichkeiten voraus.

Mit seiner bisherigen Lösung stieß HOB zunehmend an Grenzen. Steuerung und Netzmessung wurden mit Systemen zweier unterschiedlicher Hersteller umgesetzt. Für seine neuesten „Stage V“-Generatoren setzte das niederländische Unternehmen deshalb auf ein integriertes System von Bachmann: „Bachmann vereint mit einem starken Prozessor und dem GSP274-Modul auch Netzerfassung, -synchronisation und -schutz direkt auf der Steuerung. Dadurch sind die ungünstigen Verzögerungen zwischen dem Setzen von Sollwerten und der Netzmessung Geschichte – und damit auch die Synchronisationsprobleme, mit denen wir zu kämpfen hatten“, freut sich Mark Boere, Elektroingenieur bei HOB Aggregaten.

HOB investiert viel Herzblut in die spezifische Entwicklung jeder einzelnen Kundenapplikation. Das SolutionCenter von Bachmann bietet den Spezialisten hierfür alle Freiheiten, die sie benötigen. Die bisher genutzten Steuerungsalgorithmen konnte HOB damit problemlos nachbilden. „Wichtiger für uns ist aber, dass wir jetzt endlich in der Lage sind, auch diejenigen Systemoptimierungen zu implementieren, auf die wir bisher verzichten mussten – weil die Steuerung an ihre Grenzen kam, weil die langsame Kommunikation uns einen Strich durch die Rechnung machte oder weil die Hersteller die Entwicklung dieser Funktionen für unser kleines Anwendungsfeld schlüssig nicht als rentabel erachteten“, so der Elektroingenieur.

Außer Generatoren plant HOB künftig auch die Entwicklung kundenspezifischer Batterielösungen. „Wir sind uns sicher, dass wir mit der zukunftssicheren Lösung von Bachmann auch in diesem Bereich herausragende Lösungen erschaffen können, die es heute am Markt so noch nicht gibt“, blickt Mark Boere in die Zukunft.

Bachmann-Website

KOOPERATIONS-BOOST

Die Website von Bachmann ist weit mehr als eine reine Online-Visitenkarte unseres Unternehmens. Vollgepackt mit interessanten Wissensbeiträgen vermittelt sie Branchenkompetenz auf höchstem Niveau. Zunehmend mehr Kunden schätzen dieses geballte Know-how – die Besucherzahlen klettern weltweit stetig nach oben. Einen maßgeblichen Teil zu diesem Erfolg tragen die spannenden Geschichten über zukunftsweisende Projekte bei, die wir gemeinsam mit unseren Kunden umsetzen durften. Letztere profitieren durch die Online-Plattform somit von einer deutlich gesteigerten Reichweite. Ist Ihr Projekt bereits dabei?

Für jedes Projekt das richtige Format

Die Bachmann-Website bietet zahlreiche Möglichkeiten, die Highlights Ihres Projekts attraktiv zu vermitteln: Etwa über eine umfassende Microsite mit detaillierter Projektbeschreibung und informativen Animationen oder ein gemeinsam produziertes Videoportrait. Mit einer Kolumne lassen sich hingegen einzelne Aspekte des Projekts gezielt beleuchten und der Projektstatus über mehrere Monate hinweg direkt verfolgen. Bei neuen Beiträgen der Kolumne werden Interessenten auf Wunsch sogar automatisch via E-Mail benachrichtigt. Beispiele gefällig? Scannen Sie die QR-Codes! Übrigens: Sie erhalten die erstellten Inhalte im Anschluss zur freien Nutzung.

Zeigen auch Sie der Welt, wie Sie Ihre Branche gemeinsam mit uns in die Zukunft bringen. Wir sind bereit – sprechen Sie uns an: cooperation@bachmann.info

SO KÖNNTE AUCH IHRE KOOPERATION MIT UNS AUSSEHEN:



*Begleitende Kolumne:
Reparaturschiff für
Unterwasserkabel von C-Systems*



*Videoportrait: Fernsteuerung und
vollautomatische Führung
von Binnenschiffen mit argonics*



*Microsite:
Flugwindkraftanlagen
von EnerKite*

DIGITALE INTELLIGENZ FÜR OFFSHORE-WINDPARKS

Offshore-Windenergie ist ein Eckpfeiler der Energiewende, aber sie steht unter wachsendem Kostendruck. Umso wichtiger sind intelligente Lösungen, die die Betriebssicherheit erhöhen, die Wartung effizienter machen, die Lebensdauer der Anlagen verlängern, und die helfen, den kostenintensiven Materialeinsatz zu minimieren. Die Antwort liegt in der Kombination aus präziser Messtechnik, durchdachter Standardisierung und digitalen Zwillingen.

Moderne Strukturüberwachung (SHM, Structural Health Monitoring) bildet zukünftig die Basis für datenbasierte Lebensdauermodelle. Neue Ansätze zeigen auf, wie sich SHM-Systeme durch Standardisierung wirtschaftlich skalieren lassen – und wie aus all diesen Daten ein digitaler Zwilling entsteht, der den Betrieb ganzer Windparks intelligenter, wirtschaftlicher und resilenter macht.

Mit vergleichsweise geringem Aufwand lässt sich der wirtschaftliche Nutzen massiv steigern. Deshalb lohnt es sich, Monitoring und Modellierung von Anfang an mitzudenken.

Die Experten von Bachmann Monitoring entwickeln gemeinsam mit Betreibern innovative, an der Praxis orientierte Betriebsstrategien, um die Effizienz von Offshore-Windparks zu steigern und deren Zukunft zu sichern. Sie arbeiten mit an der Entwicklung verbindlicher Standards für SHM-Systeme, mit denen sich die Datenqualität verbessern und damit eine entscheidende Grundlage zur sicheren Zustandsbeurteilung legen lässt. Im Zentrum dieser Überlegungen stehen zunehmend digitale Zwillinge. Und diese sind auf Vollständigkeit und Integrität der Daten angewiesen.



GERINGE KOSTEN – LÄNGERE LEBENSDAUER

Sensorbasierte Strukturüberwachung (SHM, Structural Health Monitoring) ist ein Schlüssel zur Verlängerung der Lebensdauer von Offshore-Windparks. Durch die kontinuierliche Erfassung von mechanischen Belastungen, Schwingungen, Korrosion und Umweltbedingungen liefert SHM eine realitätsnahe Grundlage für belastbare Lebensdauermodelle. Ergänzt durch CMS- und SCADA-Daten entsteht ein umfassendes Bild über den strukturellen Zustand der Anlagen.

Typischerweise werden rund 10 Prozent der Turbinen eines Parks mit SHM überwacht – gezielt ausgewählt anhand von Standort-, Design- und Belastungskriterien. Diese repräsentativen Messdaten dienen zur Kalibrierung numerischer Modelle und erlauben Rückschlüsse auf den Gesamtpark.

Lastvergleiche nach Norm – mit realen Daten

Das Ziel: Eine belastbare Prognose der Restlebensdauer auf Basis normierter Lastvergleiche (IEC TS 61400-28, DNVGL-ST-0262). Dafür fließen Designunterlagen, Standort- und Betriebsdaten sowie Messergebnisse in die Analyse ein. Lückenhafte Daten werden gegebenenfalls ergänzt, denn je vollständiger die Datengrundlage, desto präziser die Modelle – und desto geringer der Bedarf an konservativen Annahmen, die am Ende die Projektkosten in die Höhe treiben.

Simulation kritischer Szenarien

Im Fokus stehen die tatsächlichen Belastungen vor Ort im Vergleich zur ursprünglichen Auslegung, insbesondere Wind, Wellen und Betriebslasten. Ingenieurbüros simulieren darauf basierend kritische Lastszenarien und berechnen Ermüdung sowie Restlebensdauer aller relevanten Komponenten: Rotorblätter, Turm, Fundament, Verbindungen. Auch Varianten einzelner Turbinen mit abweichender Leistung werden berücksichtigt.

Hoher Nutzen bei geringen Kosten

Das Ergebnis: Geringere Unsicherheiten und realistische Lebensdauerprognosen. Wartung und Komponententausch lassen sich besser planen – und der wirtschaftliche Betrieb lässt sich oft deutlich über das Design-Life hinaus sichern. Die Investition in SHM liegt bei unter einem Prozent der Gesamtprojektkosten, der Nutzen ist ein Vielfaches davon.

In Zukunft werden digitale Zwillinge durch ihre gezielte Vernetzung aller Daten und Modelle den Bewertungsprozess weitestgehend automatisieren können – und damit eine neue Stufe der Betriebsoptimierung eröffnen.



Mehr dazu im ausführlichen Fachbeitrag.

DATENGESTÜTZT ZU MEHR EFFIZIENZ

Der Betrieb und die Instandhaltung von Offshore-Windanlagen sind komplex und kostenintensiv. Digitale Zwillinge – also digitale Abbilder realer Anlagen – schaffen hier neue Möglichkeiten für die vorausschauende Wartung, einen optimierten Betrieb und eine verlängerte Lebensdauer.

Früherkennung von Schäden

Korrosion, Ermüdung und Schäden durch Wellen oder Eisbildung lassen sich mit klassischen Methoden oft zu spät und schwer erkennen. Digitale Zwillinge nutzen SHM-Daten für eine zustandsbasierte Überwachung. Schäden können wesentlich früher bemerkt, gezielte Maßnahmen können eingeleitet werden. Das reduziert Ausfallzeiten und steigert die Sicherheit.

Betriebsoptimierung in Echtzeit

Digitale Zwillinge simulieren wechselnde Umwelt- und Betriebsbedingungen und passen die Anlagensteuerung dynamisch an. So lassen sich Ertrag und Belastung optimal balancieren, und das auch bei schwankendem Netzbedarf und rauem Wetter.

Fundierte Lebensdauerprognosen

Reale Belastungsdaten kombiniert mit Materialmodellen und Designparametern ermöglichen belastbare Aussagen über Restlebensdauer, Retrofit-Bedarf oder Ersatzinvestitionen.

Smarte Parkbewertung trotz begrenzter SHM-Abdeckung

Auch nicht überwachte Anlagen lassen sich modellbasiert mit einbeziehen. Eine am Cluster ähnlicher Anlagen orientierte Auswertung und geschickte Modellierung erhöht die Übertragbarkeit von Zustands- oder gegebenenfalls auch Schadensbildern auf den gesamten Park.

Designüberprüfung im Betrieb

Messdaten belegen wie realistische Betriebsbedingungen mit ursprünglichen Designannahmen übereinstimmen. So werden Reserven ebenso wie Optimierungspotenziale bereits im Entwurfsstadium neuer Anlagen sichtbar.

Dynamische Wartungsplanung

Nicht alle Turbinen altern gleich schnell. Digitale Zwillinge helfen, Wartungsressourcen dorthin zu lenken, wo sie wirklich gebraucht werden – bedarfsgerecht statt starr geplant.

Sofortbewertung nach Extremereignissen

Ob Sturm oder Anprall: Digitale Zwillinge ermöglichen eine schnelle Einschätzung des Zustands – auch bei schwer zugänglichen Anlagen.

Daten als Lebensader des digitalen Zwilling

Die Qualität eines Zwillinges steht und fällt mit der Qualität der Daten. Dazu gehören neben Konstruktions- und Simulationsdaten aus CAD, FEM oder Lastannahmen auch alle verfügbaren Messdaten aus dem Structural Health Monitoring zu Vibration und Korrosion sowie der Überwachung der Fundamente (Scour-Monitoring). Umweltparameter wie Wind, Wellen, Eis, Temperatur und Salinität sowie Betriebsdaten (Leistung, Pitch, Wartungsverlauf) ergänzen den Datenpool.

Bachmann verbindet die Welten

Mit hochverfügbaren SHM-, CMS- und SCADA-Systemen liefert Bachmann dazu verlässliche Daten in konsistenter Qualität – die Grundlage für belastbare digitale Zwillinge.



Mehr dazu im ausführlichen Fachbeitrag.

STANDARDS FÜR MEHR INVESTIONSSICHERHEIT

Die kontinuierliche Überwachung von Offshore-Windanlagen durch Structural Health Monitoring (SHM) hat sich als essenzielles Werkzeug für höhere Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit etabliert. Parallel dazu ähneln sich die SHM-Ausschreibungen für Windparks mit Monopile- oder Jacketfundamenten zunehmend – ein deutliches Signal für den Bedarf an Standardisierung.

Trotz der technischen Reife fehlen verbindliche Standards für SHM-Systeme, insbesondere bei etablierten Gründungsstrukturen. Eine systematische Standardisierung steigert nicht nur die Verfügbarkeit der Systeme, sondern verbessert auch die Qualität und Aussagekraft der Daten – eine zentrale Voraussetzung für den Einsatz digitaler Zwillinge.

Datenqualität als Basis

Digitale Zwillinge entfalten ihr Potenzial erst mit vollständigen, qualitäts-sicherten Echtzeitdaten. Standardsysteme ermöglichen eine konsistente, kompatible und automatisierte Erfassung von SHM-Daten – kombiniert mit CMS- und SCADA-Daten entsteht ein fundiertes digitales Abbild der Anlage.

Standardisiertes Monitoring

Anhand typischer Monopile-Designs lassen sich klare Kenn- und Grenzwerte für die Überwachung von Lastzyklen und Schäden ableiten. Daraus resultieren definierte Mindestanforderungen an Messgrößen, Sensor-Orte, Spezifikationen und Kanalanzahl. Auch Zusatzsignale – zum Beispiel durch Wellenradar, Kollsensoren oder Bolzenüberwachung – sind bereits im Standarddesign berücksichtigt. Kabelführung und Datenmanagement folgen einem durchgängigen Systemansatz.

Weniger Engineering, mehr Effizienz

Durch die Standardisierung reduzieren sich Engineering-Aufwände und Testzeiten erheblich, was die Herstellkosten senkt. Gleichzeitig steigt die Leistungsfähigkeit der SHM-Systeme und die technischen Risiken sinken.

Zusammengefasst: Standardisierte SHM-Lösungen erhöhen die technische Zuverlässigkeit, erleichtern den Betrieb und sichern die Investition über den gesamten Lebenszyklus. Projektierer und Betreiber, die frühzeitig auf Standardlösungen setzen, profitieren doppelt – wirtschaftlich und technisch. Eine fachliche Beratung bereits in der Planungsphase lohnt sich.



Mehr dazu im ausführlichen Fachbeitrag.

VON EXPERTEN MIT EXPERTEN



Die Teilnehmenden am Bachmann Experten-Training freuen sich über den erfolgreichen Abschluss – und den wertvollen Erfahrungsaustausch der vergangenen Tage.

Die zweitägige Schulung umfasste die Konfiguration der Mess- und Schutzfunktionen, umfangreiche praktische Anwendungen sowie die Programmierung netzrelevanter Funktionen in IEC 61131-3. Für Morten Haas, Elektroingenieur beim niederländischen Schiffsbauunternehmen Royal Roos B.V., zählte vor allem die rasche und kompetente Einführung in die Anwendungsvielfalt dieser beiden leistungsfähigen Module: „Gerade auf Schiffen müssen Energieversorgungssysteme mit großen Lastsprüngen umgehen, beispielsweise wenn Kräne oder Winden anlaufen. Im Training habe ich erfahren, wie und an welchen Stellen wir die Module erfolgbringend einsetzen können.“

Einer der Teilnehmenden war auch Arjan Boeve, Entwicklungsingenieur bei Bredenoord aus dem niederländischen Apeldoorn. Das Unternehmen liefert seit 85 Jahren mobile Stromversorgungslösungen, individuell je nach Problemstellung entwickelt, und dies weltweit. „In kürzester Zeit habe ich die umfangreichen, bereits implementierten Schutzfunktionen kennengelernt. Und ich war beeindruckt von den Diagnosemöglichkeiten mit Scope 3“, freut sich Arjan Boeve über das Neugelernte – und die Zeitersparnis bei zukünftigen Implementierungen.

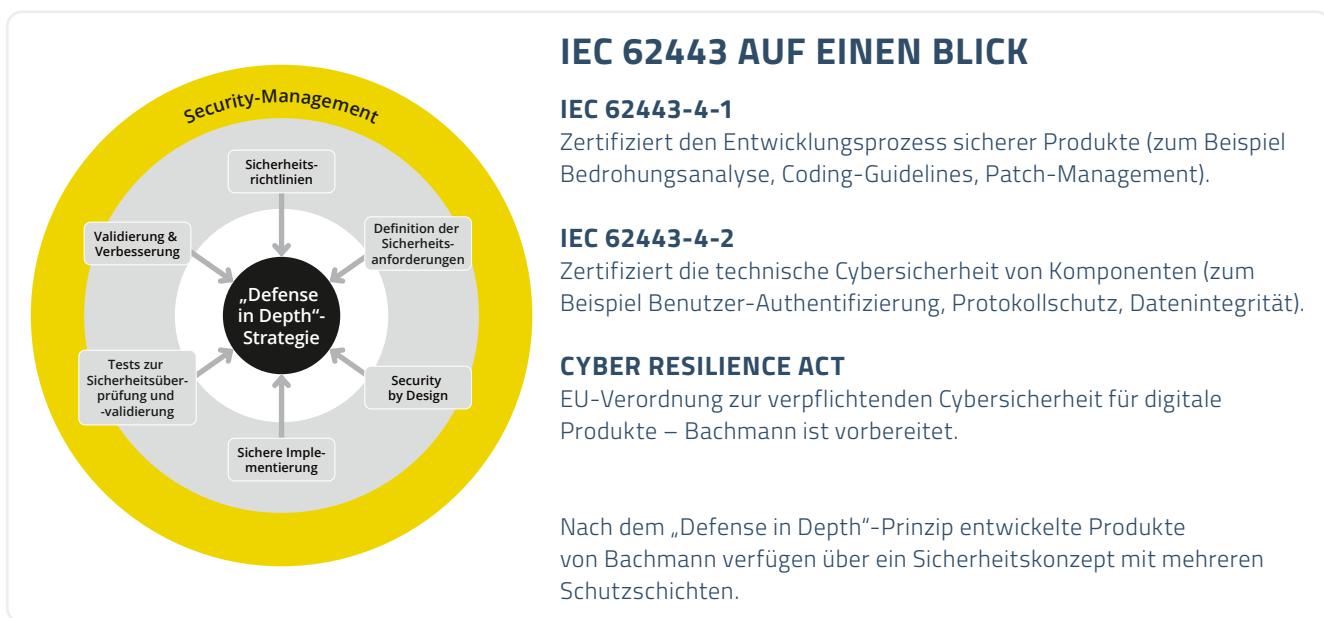
Zum Training gehörte natürlich auch ein Blick hinter die Kulissen von Bachmann in die Entwicklung, die Produktion und das Qualitätsmanagement. Geschätzt wurde von allen Teilnehmenden der Austausch auf Augenhöhe und nicht zuletzt auch die Umgebung und Gastfreundschaft in Vorarlberg. „Wir hatten neben allem Lernen viel Spaß“, sagt Arjan Boeve, und schmunzelt.

Im Trainingszentrum von Bachmann am Hauptsitz in Feldkirch (Österreich) stehen intensive Wissensvermittlung und das praktische Arbeiten an speziellen Problemstellungen im Mittelpunkt. So war auch das erstmals durchgeführte Experten-Training zu den Netzmessungsmodulen GMP232/x2 und GSP274 ein voller Erfolg. Außer der großen Praxisnähe schätzten die Teilnehmenden vor allem auch den Erfahrungsaustausch untereinander.

IEC 62443-4-2

SICHERE AUTOMATION – JETZT ZERTIFIZIERT

Cyberangriffe auf industrielle Steuerungssysteme nehmen weltweit zu. Für Betreiber kritischer Infrastrukturen bedeutet das: Es braucht belastbare, zukunftssichere Lösungen mit zertifizierter Cybersicherheit. Bachmann hat auf diese Herausforderung eine klare Antwort: Die Zertifizierung der M200-Serie nach IEC 62443-4-2.



Zukunftssicher & gesetzeskonform

Der Schutz der Anlagen basiert bei Bachmann auf dem „Defense in Depth“-Prinzip: Abgestimmte Schutzmaßnahmen auf unterschiedlichen Ebenen der Steuerung erhöhen die Resilienz und minimieren die Auswirkungen eines Angriffs. Unsere Kunden erhalten damit eine robuste, zukunftssichere Plattform, die einen wirksamen Schutz vor Cyberbedrohungen ermöglicht und gleichzeitig die Integration in übergeordnete OT-Sicherheitsarchitekturen unterstützt.

Ganze Sicherheitskette abgedeckt

Bereits zuvor wurde Bachmann nach IEC 62443-4-1 für sichere Entwicklungsprozesse zertifiziert. Gemeinsam decken beide Normen die gesamte Cybersicherheitskette ab – von der Entwicklung über die Implementierung bis zum Betrieb.

Mit dieser Doppelzertifizierung ist Bachmann außerdem optimal auf den kommenden EU Cyber Resilience Act (CRA) vorbereitet. Dieser wird künftig strenge Anforderungen an die Cybersicherheit vernetzter Produkte stellen. Unsere Kunden profitieren schon heute von einer Lösung, die über reine Funktionalität hinausdenkt und auch regulatorisch auf der sicheren Seite steht.





»Pioniere sind immer
in Bewegung.«

Die Reise des grünen Wasserstoffs

WIND, WASSER, WUNDERSTOFF



Was wäre wenn ein unsichtbares Gas die Antwort auf eines der drängendsten Probleme unserer Zeit wäre? Keine Science-Fiction, sondern eine reale Vision: Wasserstoff – besonders der grüne, aus erneuerbaren Quellen gewonnene – gilt als Hoffnungsträger der Energiewende. Emissionsfrei, flexibel zu nutzen und speicherbar könnte er genau die Lücke schließen, die zwischen schwankender Stromproduktion aus Wind und Sonne und konstantem Energiebedarf klafft. Doch ist er wirklich der „heilige Gral“ der Energiezukunft – oder eher ein kostspieliger Mythos mit begrenzter Wirkung? Wir schauen in eine nahe Zukunft, in der ein Nordseewind mehr ist als nur frische Brise ist.

Anna und das grüne Netz

Anna, so nennen wir unsere Protagonistin, steht auf dem Deich und schaut hinaus auf das Meer. Vor ihr drehen sich riesige Windräder gleichmäßig im Takt der Nordseebrise – lautlos, aber voller Energie. Als Bachmann-Ingenieurin betreut sie eines der ersten Hybridkraftwerke in Norddeutschland, in dem Windkraft nicht nur Strom liefert, sondern auch Wasserstoff erzeugt. Für sie ist das kein Zukunftsprojekt mehr, es ist Alltag.

„Grüner Wasserstoff“, murmelt sie und lässt den Blick über die spiegelnden Rotorblätter schweifen, „das klingt immer noch wie ein Marketingbegriff. Aber es ist echtes Handwerk – Technik, die halt noch atmet.“

Tatsächlich hatte sich in den letzten Jahren viel getan. Der Strom aus den Windrädern fließt nicht mehr ins Netz allein. Wenn die Nachfrage niedrig ist, leitet ein intelligentes System ihn direkt in eine Containerstation am Fuße der Anlage. Dort stehen Elektrolyseure – Geräte, die Wasser mithilfe von Strom in Sauerstoff und Wasserstoff spalten. Wird dieser Strom wie hier aus Windkraft gewonnen, ist der entstehende Wasserstoff CO₂-frei. Anna nennt ihn deshalb liebevoll „den sauberen Speicher“.

Elektrisierende Potenziale

Die Vorteile liegen auf der Hand: Wasserstoff kann im Vergleich zu Batterien riesige Energiemengen speichern und diese über Wochen und Monate hinweg halten. Kein Wunder also, dass Industrie, Verkehr und selbst die Immobilienwirtschaft plötzlich hellhörig werden. Vor Annas Augen fahren Busse mit Wasserstoffantrieb, eine Papierfabrik nutzt den erzeugten Wasserstoff in ihren Trocknungsprozessen und ein Neubaugebiet bezieht Wärme und Strom aus einem wasserstoffbetriebenen Blockheizkraftwerk.

Sie denkt sich, Wasserstoff ist ein Element, das einfach alles kann: „Strom speichern, Wärme liefern, Fahrzeuge antreiben.“ Doch tatsächlich ist es nicht ganz so einfach. Noch nicht.

Hürden auf dem Weg zur Wunderlösung

Denn obwohl der grüne Wasserstoff so vielversprechend ist, steht seine Nutzung vor Herausforderungen. Die Elektrolyse ist noch teuer und nicht so effizient, wie man es sich wünschen würde. Ein Großteil der eingesetzten Energie geht bei Umwandlungsprozessen verloren. Zwar entwickeln sich die Wirkungsgrade stetig weiter – neue Materialien und optimierte Zellstrukturen versprechen bald über 90 % Effizienz – aber noch ist es nicht so weit.

Auch die Infrastruktur hinkt hinterher: Wasserstoff muss sicher gespeichert und transportiert werden. Drucktanks, Leitungen, Verdichter – all das ist teurer im Vergleich zu fossilen Alternativen. Und wer Wasserstoff ins bestehende Gasnetz einspeisen will, stößt schnell auf regulatorische Grenzen.

Mut zur Veränderung

„Hier kommen wir nun mit Bachmann ins Spiel“, sagt Anna. „Wir haben uns nämlich darauf spezialisiert, verschiedene Energiequellen, Speichertechnologien und Verbraucher zu vernetzen – digital, sicher und effizient.“ Das Hybridkraftwerk liefert den Beweis, wie Strom, Wasserstoff, Wärme und Mobilität auf Quartiersebene zusammenarbeiten können. Intelligente Steuerungen sorgen dort dafür, dass der Strom dort genutzt, wo er gebraucht oder eben gespeichert wird – für die Zeit, wenn die Sonne nicht scheint oder der Wind nicht weht. „Wir bauen Energiesysteme mit Hirn“, meint Anna.

Ein Blick in die nahe Zukunft

Als Anna an diesem Nachmittag in den Kontrollraum zurückkehrt, fällt ihr Blick auf den Monitor: Die Elektrolyse läuft auf Volllast, der Wasserstoffspeicher ist zu 78 % gefüllt. Ein Container mit 350 bar Druck steht bereit für den Weitertransport. Morgen wird er zu einer Tankstelle im Stadtgebiet gebracht, wo er eine Flotte von Lastwagen versorgen soll.

Anna lächelt. Es ist wohl noch nicht perfekt. Aber es funktioniert. Und das ist mehr, als viele geglaubt haben.

Kein Mythos, sondern ein Möglichmacher

Grüner Wasserstoff ist keine Magie – er ist Physik, Chemie und Ingenieurskunst. Seine Stärken liegen in der Flexibilität, der Sektorenkopplung und der Möglichkeit, Energie über lange Zeiträume zu speichern. Die Risiken? Noch: Hohe Kosten, Energieverluste bei der Umwandlung, fehlende Infrastruktur und politische Unsicherheiten.

Doch die Zeichen stehen auf Veränderung. Mit dem Ausbau der Windenergie, neuen Technologien und vernetzten Systemlösungen wie denen von Bachmann wächst das Potenzial. Vielleicht ist Wasserstoff nicht der „heilige Gral“ – aber ganz sicher ist er ein Schlüssel auf dem Weg in eine CO₂-freie Energiezukunft.

Anna hat einmal gesagt: „Wenn der Wind weht, bauen wir keine Mauern. Wir bauen Elektrolyseure.“

ZUKUNFT? HEUTE!

„Autonome Schifffahrt“ war gestern noch Vision, und ist heute bereits Realität.

Davon konnten sich rund 70 Teilnehmende des dritten Bachmann Technologie-Symposiums überzeugen. Den exklusiven Rahmen setzte wiederum das Internationale Maritime Museum in Hamburgs Speicherstadt.

Die Steuerung eines Schiffes über offene See galt lange als Inbegriff menschlicher Navigationskunst. Doch mit dem rasanten Anstieg globaler Handelsströme und steigenden Anforderungen an Effizienz und Nachhaltigkeit ist diese Vorstellung überholt. Die heutige Schifffahrt steht vor komplexen Herausforderungen: Kraftstoffkosten müssen gesenkt, Emissionen reduziert und Fahrpläne punktgenau eingehalten werden – bei gleichzeitig wachsender Verkehrsichte auf See und Binnengewässern.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, gewinnt die autonome Schifffahrt zunehmend an Bedeutung. Mithilfe von Echtzeitdaten, digitalen Fahrplänen, künstlicher Intelligenz (KI) bis hin zu erweiterten Realitätstechnologien (VR/AR) soll es gelingen, Schiffe sicher und effizient zu steuern. Autonome Technologien transformieren deshalb die maritime Logistik grundlegend: Der Übergang von manueller Steuerung hin zu datengetriebenen Assistenz- und Automatisierungssystemen markiert einen entscheidenden Schritt in Richtung intelligenter, ressourcenschonender Mobilität auf dem Wasser.

Diesem Themenfeld widmete sich das 3. Bachmann-Technologie-Symposium in Hamburg. International ausgewiesene Experten referierten

über den Stand der Technologie in Automation und Antriebstechnik, über Wartungsstrategien für den langfristigen Erfolg einer Reederei und über aktuelle Anforderungen, welche sich aus gesetzlichen Regulierungen ergeben und zukünftig, vor allem mit Blick auf die zunehmenden Risiken in der Cybersicherheit, ergeben werden.

Präzises Manövrieren

Dr. Dirk Jürgens, Head of R&D bei Voith Turbo Marine, gestaltete den Einstieg ins Symposium. Er präsentierte den Voith Schneider Propeller (VSP) als Wegbereiter für die autonome Schifffahrt. Das seit 1926 über 4.600-mal gebaute Antriebssystem vereint Schub und Steuerung, reagiere in Sekundenbruchteilen und ermögliche präzises Manövrieren selbst unter widrigsten Bedingungen. Mit der jüngsten Acht-Blatt-eVSP-Generation stiegen Effizienz und Steuerbarkeit weiter, betonte Dr. Jürgens. Modellbasierte Hydrodynamik, Digital Twins und reale Tests sicherten schließlich den Weg zur autonomen Positionierung – ob für Fähren, Offshore-Serviceschiffe oder im Verbund mehrerer Remote-Schlepper. Dabei zeigte sich die internationale Regulierung zunehmend offen für Pilotprojekte, bestätigte Dr. Jürgens. Erste Kandidaten für den autonomen Betrieb seien dabei klar die Fähren.



»Autonome Schifffahrt ist längst kein Zukunftsversprechen mehr, sondern eine Realität, welche die maritime Welt grundlegend verändert – hin zu mehr Sicherheit, Effizienz und Nachhaltigkeit.«

Ronald Epskamp

Manager Business Unit Maritim
Bachmann electronic

Automatisierung in der Binnenschifffahrt

Wie sich Automatisierung in der Binnenschifffahrt trotz beengter Platzverhältnisse und komplexer Rahmenbedingungen etabliert, zeigte Dr. Alexander Lutz, Gründer und Managing Director von argonics. Systeme wie der Track Guidance Assistant (TGAIN) oder argo Trackpilot erhöhten Sicherheit, entlasteten den Kapitän und sparten Treibstoff, indem sie Fahrtlinien optimierten, Schleusenwarnungen gaben und Brückendurchfahrten auch bei schlechter Sicht präzise berechneten. „Über 550 verkaufte Anlagen seit 2017 belegen die Praxistauglichkeit“, so Dr. Lutz. Noch fehle allerdings ein harmonisierter Rechtsrahmen: Zertifizierungsprozesse zögen sich seit 2013, erste verbindliche Schritte seien frühestens 2027 zu erwarten. Nationale Unterschiede bleiben laut Dr. Lutz groß: „Belgien und die Niederlande zeigen sich offen, in Deutschland ist die Genehmigungslage deutlich restriktiver.“ Bis dahin bleibe der Kapitän in voller Verantwortung, ähnlich wie beim Autopiloten im Auto. Die adaptierbaren Systeme lernten jedoch in der Inbetriebnahmephase mit und bildeten so eine praxisnahe Brücke zwischen heutiger Navigation und zukünftiger Autonomie, so Lutz.

Fehlende Regelwerke

Katja Baumann, Managing Director des Maritimen Kompetenzzentrums MARIKO in Leer (Deutschland) und Leo van der Burg, Business Development Director des niederländischen Branchenverbands FME, gaben mit „Ferry Go!“ Einblick in ein Interreg-Pilotprojekt zur autonomen Schifffahrt im deutsch-niederländischen Wattenmeer. Die Region gilt mit wechselnden Gezeiten, Sandbänken und hoher Verkehrsichte als besonders anspruchsvoll für Navigation und Routenplanung. Ziel des Projektes sei es, verfügbare Systeme auf Praxistauglichkeit, Kosten und Nachrüstbarkeit zu prüfen, Mensch-Maschine-Interaktionen zu

untersuchen und Akzeptanzfragen zu klären. Der kritische Engpass auf dem Weg zur autonomen Schifffahrt bleibe aber weiterhin die Regulierung, konstatierten die beiden Experten: Es fehle an klaren Definitionen, international einheitlichen Sicherheitsstandards und verbindlichen Haftungsregeln. Dabei seien vor allem Fragen zur Cyber- und Datensicherheit ungeklärt, nicht zuletzt angesichts der aktuellen geopolitischen Spannungen. Die Internationale Seeschifffahrtsorganisation IMO plane jedoch mit MASS (Maritime Autonomous Surface Ships) ein Regelwerk, welches ab etwa 2034 greifen soll. Bis dahin bleibe die autonome Schifffahrt jedoch ein regulatorisches Experimentierfeld.

Einfach mal gemacht!

Einen unkonventionellen Praxiseinblick brachte Liam Williams, Student des Rotterdam Mainport Institute, mit: Als Praktikant der niederländischen Van Oord N.V. rüstete er in nur drei Monaten ein Motorboot mit handelsüblichen Komponenten zur Level-3-Autonomie um. Jorn Bertens, Manager Procurement bei Van Oord unterstrich, dass mit einem Budget rund 2.000 Euro ein funktionierender Demonstrator entstand – wenn auch ohne Hinderniserkennung und damit fern jeder kommerziellen Reife. Die nachfolgende Diskussion zeigte, dass eine generelle Autonomie in Großschiffen wie sie Van Oord einsetzt noch weit entfernt ist. Potenziale sähe man jedoch bei kleineren Booten, so Jorn Bertens, oder in der automatisierten Schiffs-führung bei hochspezialisierten Offshore-Operationen, beispielsweise beim präzisen Verlegen von Kabeln oder Fundamenten in bis zu 1.500 Metern Tiefe.

Design? Ja, aber nur mit Standards.

Prof. Kjetil Nordby ist Leiter des Ocean Industries Concept Lab an der Oslo School of Architecture and Design. Mit dem „OpenBridge“-Projekt zeigte er einen Ansatz, um die Vielfalt inkompatibler Bedienkonzepte auf Schiffen

zu überwinden. „Heute unterscheiden sich selbst scheinbar gleiche Schalter in ihrer Funktion“, stellte der Forscher fest. Dies stelle ein Risiko in Multi-Anbieter-Umgebungen dar, sowohl an Bord als auch in Remote Operation Centern.

Mit OpenBridge 6.0 stehe inzwischen ein Open-Source-Designsystem und eine Richtlinie für die Entwicklung sicherer, effizienter und skalierbarer Schnittstellen in maritimen und industriellen Arbeitsumgebungen zur Verfügung. Dieses sei nach Aussage von Prof. Nordby bis zu Remote-Collaboration und Flottensteuerung erweiterbar. Ziel dabei sei es, eine einheitliche Bedienung über Schiffstypen und Hersteller hinweg zu schaffen. In der Diskussion wurde allerdings deutlich: Ohne international abgestimmte Standards droht jedes System ein Einzelstück zu bleiben – mit entsprechenden Gefahren für Sicherheit und Effizienz.

Spagat für den Fortschritt

Dr. Urs Vogler, Team Leader Safety bei der Klassifikationsgesellschaft DNV GL, beleuchtete die Herausforderungen, mit denen Zertifizierungsstellen angesichts der Vielfalt autonomer Konzepte konfrontiert sind. Autonomie könne von einfacher Fernsteuerung über Assistenzsysteme bis hin zu einem vollständig unbeaufsichtigten Betrieb reichen – Kategorien, die sich technisch zwar klar unterschieden, regulatorisch jedoch schwer einordnen ließen. Auf See kollidierten zudem bestehende Regeln, etwa für kreuzende oder überholende Schiffe. Außerdem setzten heutige Vorschriften stets eine Crew an Bord voraus. Die zentrale Frage laute daher: Bis zu welchem Grad darf die Besatzung reduziert werden und wer trägt im Zweifel die Verantwortung – an Bord oder an Land? Regulierung für autonome Schiffe komme deshalb nicht als Ersatz, sondern als zusätzliche Schicht auf bestehende Vorschriften, so Vogler. Ein klarer, international gültiger Rahmen sei damit aber noch Jahre entfernt.

Smart Maintenance wird unverzichtbar

Der abschließende Teil des Symposiums beschäftigte sich mit Smart Maintenance und der Frage, wie innovative Ansätze zur Datenerfassung und -verarbeitung zur Verbesserung von Maschinenverfügbarkeit und Produktivität beitragen. Im ersten Teil machten Dr.-Ing. Philipp Krenkel und Andreas Börgmann von HYDAC deutlich, wie essenziell das Monitoring von Betriebsflüssigkeiten für Smart Maintenance ist. Am Beispiel eines Antriebs zeigten sie, dass Wasser- und Partikel-eintritt ins Schmieröl praktisch unvermeidbar ist, wenn Antriebsschrauben permanent im Wasser laufen. Moderne Sensorsysteme erfassten daher kontinuierlich Parameter wie Wassergehalt oder Partikelbelastung und lieferten die Grundlage für Strategien wie Dehydrierung oder gezielte Filtration. So lasse sich nicht nur die Verfügbarkeit der Antriebe sichern, sondern auch die Systemarchitektur optimieren: Kleinere Schmierstofftanks benötigten weniger Platz, wogen und kosteten weniger und reduzierten zugleich Verbrauch und CO₂-Footprint.

Dr. Holger Fritsch, Geschäftsführer von Bachmann Monitoring, zeigte im Anschluss auf, wie mit künstlicher Intelligenz, maschinellem Lernen und gezielter Wartungsplanung eine vorausschauende Wartung gelingt. In eindrücklichen Bildern und Fakten konnte er verdeutlichen, warum Smart Maintenance für maritime Einsätze unverzichtbar ist. Offshore-Windparks

benötigten beispielsweise hochspezialisierte Schiffe für Fundamente, Kabel oder Hebeoperationen – und jedes Ausfallrisiko schlage sofort auf Zeitpläne und Budgets durch. Der Stillstand eines einzigen Schiffes verursache nicht nur hohe Kosten, sondern könne, wenn der Ausfall zur Unzeit geschehe, ein gesamtes Projekt gefährden. „Hier kommt der entscheidende Vorteil der vorausschauenden Instandhaltung ins Spiel“, sagte Dr. Fritsch. „Smart Maintenance kombiniert Zustandsdaten, klare Planung und gezielte Maßnahmen zu einer belastbaren Strategie, die einerseits kritische Ausfälle verhindern hilft, die aber genauso Überwartung vermeidet.“

Dr. Fritsch erläuterte ausführlich, in welcher Form Daten dabei von reinen Rohwerten zu nutzbarem Wissen transformiert werden. Dies sei ein Prozess, bei dem KI zum Einsatz komme, Fritsch betonte aber den pragmatischen Ansatz, den Bachmann dabei wählt: Je nach Aufgabe kämen Bayesian-Filter, Fuzzy-Logic oder neuronale Netze zum Einsatz, oft in hybrider Kombination mit physikalischen Modellen. „Ziel ist stets, Komplexität auf das Wesentliche zu reduzieren und Entscheidungen mit Substanz abzusichern“, so Fritsch. Damit werde aus reiner Datenflut ein Werkzeug zur Sicherung von Verfügbarkeit, Produktivität und letztlich der Investition selbst.

Zusammengefasst: Ein breites Feld

Das Symposium zur autonomen Schifffahrt bot einen facettenreichen Blick auf

Technologien, Konzepte und regulatorische Fragen, die die Branche heute bewegen. Von neuen Antriebslösungen über Assistenzsysteme bis hin zu Fragen der Zertifizierung und Smart Maintenance zeigte sich, wie weit das Feld reicht – und wie groß der Bedarf an abgestimmten Standards, verlässlicher Regulierung und praxisnahen Innovationen ist.

Weitgehende Einigkeit bestand unter den Teilnehmenden darin, dass die Treiber für Autonomie neben dem zunehmenden Fachkräftemangel vor allem Sicherheitsaspekte sind. Auf lange Sicht ermögliche autonome Schifffahrt den Einsatz kleinerer Crews, eine höhere Flotteneffizienz, einen reduzierten Energieverbrauch und weniger Kollisionen. Dabei sei jedoch auch zu erwarten, dass sich die Rolle der Besatzung verändern werde. Kritischster Faktor in der Umsetzung zur sicheren autonomen Schifffahrt bleibe allerdings die Cybersecurity.

Ein wertvoller Tag

Für die Teilnehmenden war es nicht nur ein inhaltlich spannender Tag. Besonders geschätzt wurde der direkte Austausch mit Experten auf Augenhöhe, die Möglichkeit, wertvolle Kontakte zu knüpfen und inspirierende Diskussionen zu führen. Der historische Speicherbau in Hamburg bot dafür eine einzigartige Atmosphäre und unterstrich den besonderen Charakter der Veranstaltung.



»Schiffe sind nicht nur Maschinen, sie sind schwimmende Investitionen. Verfügbarkeit ist deshalb keine Option – sie ist geschäftskritisch.«

Dr. Holger Fritsch,
Geschäftsführer von Bachmann Monitoring



»Das VeAccess-System amortisiert sich in rund 70 % aller Fälle bereits nach 1,5 Jahren.«

Beim Einsatz älterer Windenergieanlagen stehen Betreiber oft vor der Herausforderung, notwendige Fehleranalysen aufgrund fehlender Fernsteuerfunktionen nur vor Ort durchführen zu können. Selbst das Zurücksetzen einfacher Fehlermeldungen von einem entfernten Standort aus ist häufig nicht möglich. Mit „VeAccess“ bietet Bachmann eine leicht nachrüstbare Remote-Monitoring-Komplettlösung für Anlagen vom Typ Vestas V80/90.

Das Retrofit-Paket erlaubt die gezielte Fehlerdiagnose, Fernsteuerung und Fehlerbehebung aus der Ferne und hilft so, kostenintensive Serviceeinsätze vor Ort zu vermeiden. Dies spart Zeit, senkt Betriebskosten und erhöht die Anlagenverfügbarkeit erheblich.



Fernzugriff-Retrofit

AUSSERPLANMÄSSIGE SERVICEEINSÄTZE ADE

Effizient geplante Serviceeinsätze

Mit VeAccess behalten Windparkbetreiber unabhängig vom Standort den Überblick über Betriebszustände, Logbücher, Live-Daten und -Diagramme sowie Parameteränderungen ihrer Anlagen. Die erfassten Daten werden in höchster Qualität aggregiert und stehen für eine dezidierte Fehleranalyse aus der Ferne jederzeit gesichert zur Verfügung. Damit sind die Zeiten vorbei, in denen das Service-Team zwei Mal zur selben Anlage geschickt werden musste, weil sich ein benötigtes Ersatzteil für die Reparatur nicht im Auto befand.

Reduzierte Stillstandzeiten

Viele funktionale Operationen können dank der Retrofit-Lösung aus der Ferne ausgelöst werden: Anlagen-

komponenten lassen sich manuell bedienen, und auch das Starten und Stoppen der Windenergieanlage ist möglich. Bei einer Abschaltung aufgrund einer Überdrehzahl wird der „Vestas Overspeed Guard“ im Handumdrehen neu gestartet. Dadurch reduzieren sich die Stillstandzeiten bei Abschaltungen erheblich. Überdies können die Mitarbeiter, die mit den Anlagen im Detail vertraut sind, dank der eingesparten Anreisezeit ihre Expertise verstärkt in den Betrieb einbringen.

Ausgereifte Technik, schnelle Installation

Für die VeAccess-Retrofit-Lösung kommen ausschließlich zertifizierte Einzelkomponenten von Bachmann zum Einsatz. Jedes Hardwaremodul des M200-Steuerungssystems in der Gondel und des M100-Systems im Turmfuß durchläuft

vor Auslieferung einen 48 Stunden langen Klima-Stresstest. Die extrem robuste und EMV-geschützte Hardware sorgt in Verbindung mit der zukunftsähigen Software für maximale Funktionssicherheit auf sehr lange Sicht.

Die vorbereitete Bachmann-Lösung lässt sich ohne gesondertes Fachwissen in nur rund drei Stunden installieren. Damit wird auch beim Retrofit selbst die Stillstandzeit auf ein Minimum reduziert. Zertifizierungskritische Funktionen wie Sicherheitsabschaltung oder Lastregelung werden durch den Fernzugang nicht beeinflusst. Somit bleibt die Betriebserlaubnis der Anlagen unberührt.

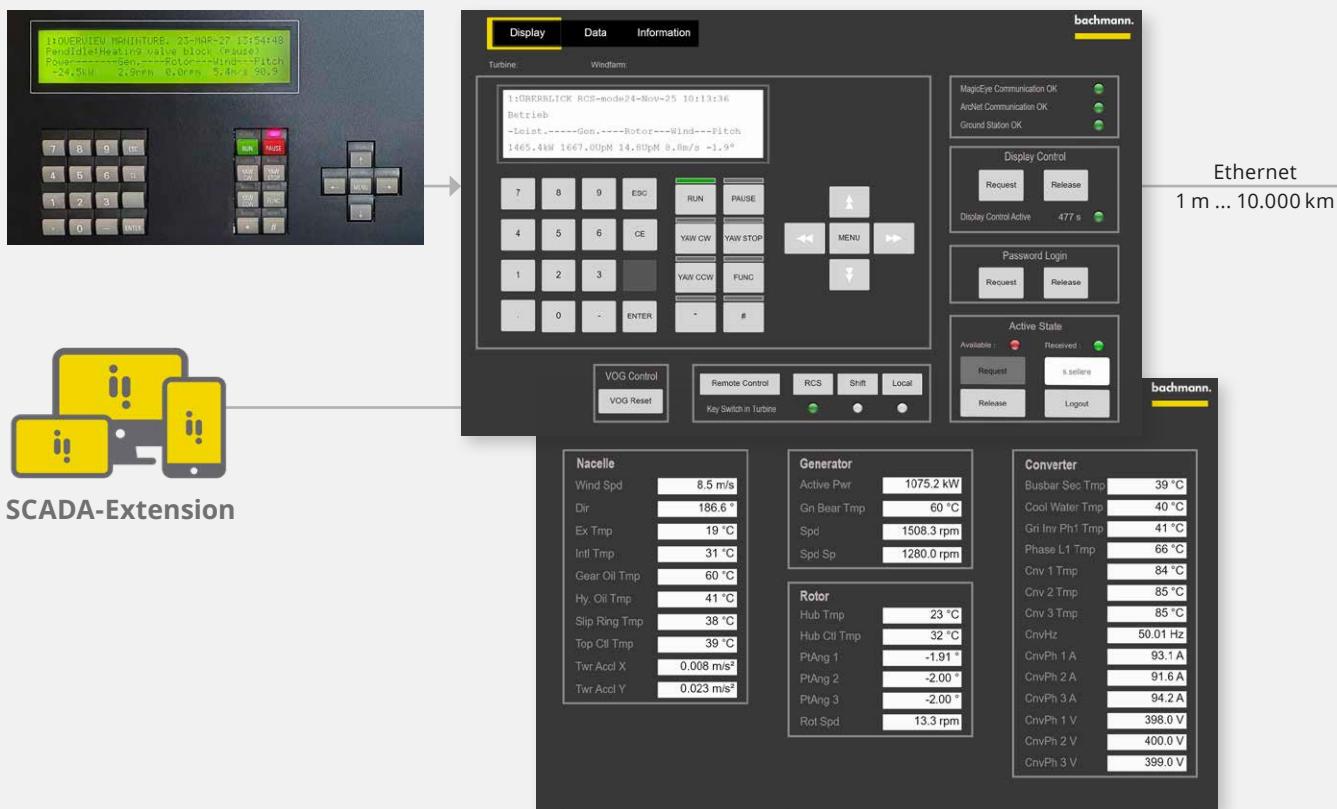
Detailanalyse mit flexibler Datenaufzeichnung

Das nachgerüstete Remote-System erlaubt überdies die kontinuierliche und vollständige Aufzeichnung der Anlagen-

daten. Die effiziente Speicherung auf der Steuerung beugt dabei Datenverlust vor. Dank der in die Visualisierungslösung „M1 WebMI pro“ integrierten „Scope 3“-Funktion lassen sich die erfassten Daten präzise analysieren. Mit der intuitiven Visualisierung können sehr leicht „Schnappschüsse“ der Daten dargestellt werden. Dabei lassen sich sämtliche Datenpunkte als Trigger konfigurieren. Aufgezeichnete Daten sind für die Verwendung in Berichten als Bild-, PDF- oder CSV-Datei exportierbar.

Keine offenen Hintertüren

Ethernet-Ports sind potenzielle Eintrittstore für Cyber-attacken. Deshalb wird das Risiko von Cyberangriffen bei der Retrofit-Lösung von Bachmann durch den Einsatz von neuesten, nach IEC 62443 ausgelegten Sicherheitsstandards minimiert. Das M200-Steuerungssystem umfasst ein



Aus Hardware wird Software – und Mehrwert:

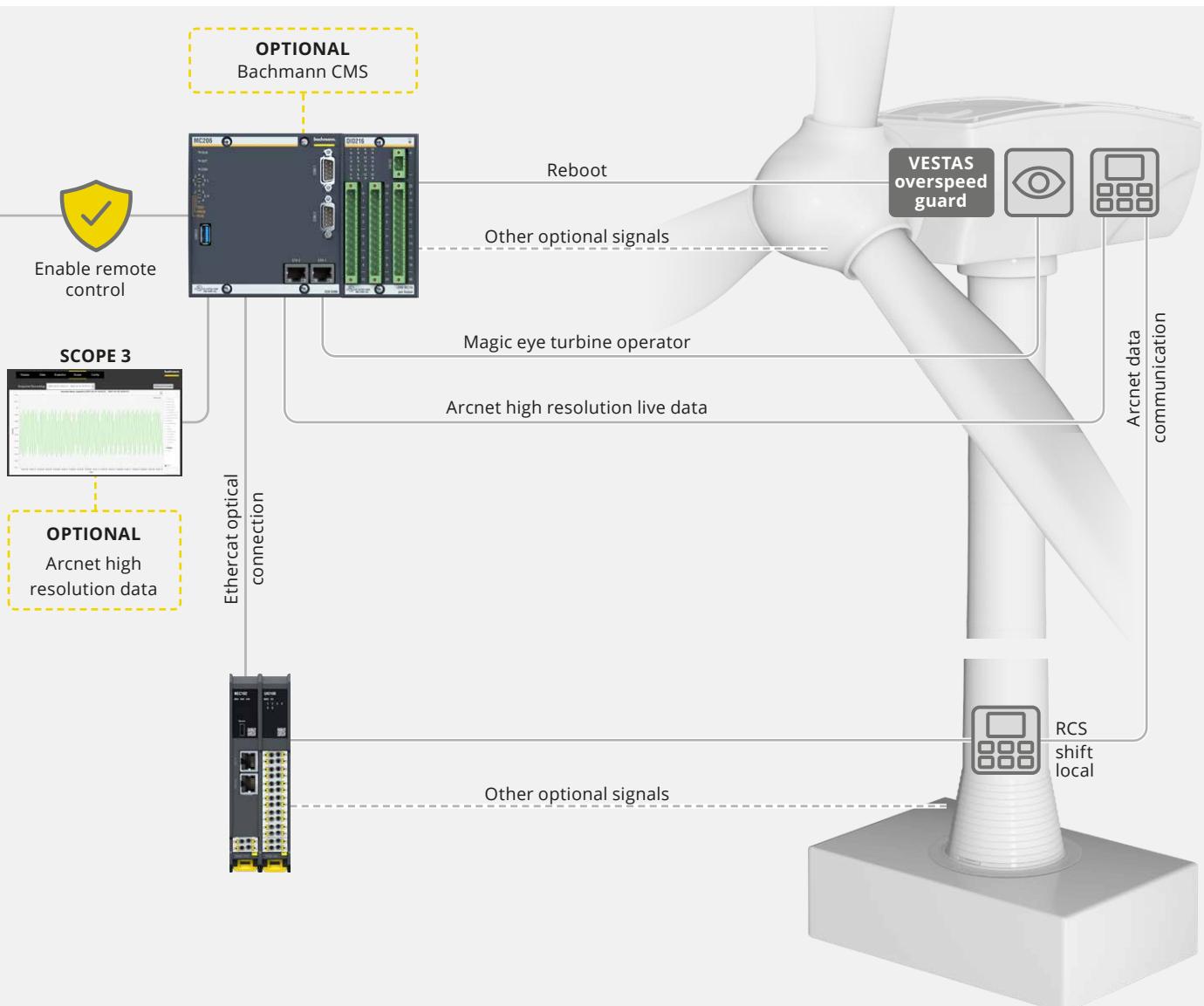
Das Layout des webbasierten Remote-Panels von Bachmann entspricht exakt jenem der „Service Box“ von Vestas vor Ort. Das Service-Personal bedient die Anlage damit wie gewohnt, ein Einlernen entfällt. Der Bediener erhält allerdings eine Fülle hilfreicher Mehrinformationen in zusätzlichen Navigationselementen, die beim korrekten Bewerten des Anlagenzustands helfen. Und dank der in der Bachmann-Lösung ergänzten Service-Befehl-Knöpfe muss sich das Team keine komplizierten Tastenkombinationen mehr merken.

sicheres Zugriffs- und Benutzermanagement: Es erlaubt die Verwaltung von Benutzerdaten wie Namen, Passwörtern, Start- und Endzeiten und bietet ein weitreichendes Rechtehandling für Variablen und Dateien auf der Steuerung.

Offen für mehr

Die Retrofit-Lösung lässt sich über OPC UA an „forsiteSCADA“ von Bachmann anbinden. Dadurch schafft VeAccess die Basis für eine komfortable und sichere Flottenüberwachung. Das zum Einsatz kommende „Wind Turbine Template“ (WTT) bietet überdies eine Bibliotheksschnittstelle zur Implementierung spezieller Datenverarbeitungen in der Sprache „C“. Und sollten in Zukunft bei Betreibern weitere Anforderungen entstehen, lassen sich diese dank der offenen Struktur und der umfangreichen Protokoll-Unterstützung jederzeit einfach in die Lösung integrieren.

»Kritische Funktionen wie Sicherheitsabschaltung oder Lastregelung werden durch den Retrofit nicht beeinflusst. Die Betriebs-erlaubnis der Anlagen bleibt somit bestehen.«



INTUITIV MANÖVRIERT

Kwant Controls aus Sneek (Niederlande) wurde zur „Frisian Company of the Year 2025“ gewählt. Nicht zuletzt dank seiner starken Innovationskraft konnte sich der Hersteller von Antriebs-, Steuerungs- und Lenksystemen für Schiffe gegen deutlich größere Unternehmen in der Region durchsetzen. Das ist auch ein großes Lob für Bachmann, denn Kwant Controls vertraut bereits seit über 15 Jahren auf die effizienten Software- und Hardware-Lösungen aus Feldkirch.



Die komplexen Algorithmen für das haptische Feedback der Steuerhebel entwickelt Kwant Controls mit einer Rapid-Prototyping-Plattform, die auf dem M200-Steuerungssystem basiert.



Für seine „CAESAR“-Plattform, eine komplette Steuerungslösung für Antrieb, Lenkung, Strahlruder und Stabilisatoren von Schiffen, nutzt Kwant Controls das M200-Steuerungssystem von Bachmann.

Kwant Controls war einer der ersten Kunden von Bachmann im maritimen Bereich. 2009 traf man in Sneek die Entscheidung, mit Bachmann-Steuerungssystemen zu arbeiten: „Bachmann war in der Branche damals noch weit weniger bekannt als heute. Aber zusätzlich zur Tatsache, dass beide Unternehmen in Familienbesitz sind, erkannten wir eine weitere große Gemeinsamkeit – unsere Kernwerte 'Innovation' und 'Qualität'", sagt Coen de Keijzer, Geschäftsführer und Inhaber von Kwant Controls.

Zuverlässige Steuerungssysteme

Mit der „CAESAR“-Plattform bietet Kwant Controls eine komplette Steuerungslösung für Antrieb, Lenkung, Zusatzstrahlruder und Stabilisatoren von Schiffen. Sie regelt das Gieren, Rollen, Wogen, Schwoien und Stampfen und sorgt so für höhere Leistung, Kraftstoffeffizienz und Betriebssicherheit.

Für die CAESAR-Plattform nutzt Kwant Controls das robuste M200-Steuerungssystem von Bachmann: Neben

MX207- und MX213-Prozessoren finden sich in den individuell zusammengestellten Schaltschränken CM202-CAN-Interfaces sowie diverse analoge und digitale Ein- und Ausgangsmodule. Für maximale Zuverlässigkeit sorgt eine redundante Installation.

Zukunftssicheres Investment

Kwant Controls verbaut in seinen Lösungen bewusst handelsübliche Hardware. So stellt das Unternehmen sicher, dass seine Kunden unabhängig



»Dank Bachmann sind unsere Systeme zukunftssicher. Durch die Rückwärts-kompatibilität können wir unseren Kunden bei künftigen Anforderungen schnelle und problemlose Software-Updates gewährleisten.«

bleiben und auch in Zukunft auf eine schnelle Ersatzteilversorgung vertrauen können. Coen de Keijzer erinnert sich an frustrierte Software-Ingenieure in der Prä-Bachmann-Zeit: „Früher mussten wir die Software teilweise komplett neu schreiben, wenn die Steuerungssysteme herstellerseitig aktualisiert wurden. Das war wirklich aufwändig. Mit dem Bachmann-Steuerungssystem verringerten sich unsere Aufwände beim Software-Engineering enorm, denn diese Lösung ist seit jeher vollständig rückwärtskompatibel. Dadurch können wir unseren Kunden bei zukünftigen Anforderungen oder höherem Leistungsbedarf schnelle Software-Updates und einen ausgezeichneten Support garantieren.“

Rapid Prototyping von Embedded Boards

Auch bei der Entwicklung komplexer Algorithmen für seine neueste Steuerhebel-Generation mit haptischem Feedback setzt Kwant Controls auf Bachmann. Zur Entwicklung dieser Elemente verwendet Kwant Controls eine Rapid-Prototyping-Plattform, die auf dem M200-Steuerungssystem fußt. Mit einem angenäherteren physikalischen Modell wird der Steuerungsalgorithmus in Controllab 20-sim simuliert. Das Modell wird dann durch Messungen validiert und optimiert. Im Anschluss wird der Algorithmus über 20-sim4C von Controllab auf das Target geladen und kalibriert. „Je komplizierter ein Steuerungsalgorithmus ist, desto feiner muss man ihn abstimmen“, führt Coen de Keijzer aus, und ergänzt: „Dafür eignet sich das Bachmann-Steuerungssystem optimal. Mit einer herkömmlichen Umsetzung der Software auf einem Embedded Board würden wir für diese Prozesse bis zu vier Mal so lang benötigen.“ Sobald der endgültige Parametersatz in einem praktischen Aufbau ermittelt wurde, kann er unmittelbar wieder in das Modell geladen und der Steueralgorithmus mit den Parametern finalisiert werden.

Außer über die Zeitersparnis freuen sich die Kwant-Spezialisten über einen weiteren entscheidenden Vorteil dieses Ansatzes: Parallel zum Erstellen der Steuerungsalgorithmen können sie direkt die Embedded Firmware für neue Mikrocontroller entwickeln. Mit einer konventionellen Entwicklungsmethode müssten dagegen erst die Firmware-Anforderungen finalisiert werden.

In Zukunft möchte Kwant Controls weitere Systeme in das haptische Feedback des Steuerhebels einbinden, um noch intuitivere Schiffsmanöver zu ermöglichen. „Wir denken hier etwa an zusätzliche Kameras oder Annäherungssensoren. Dabei müssen wir aber auch darauf achten, nicht zu viel haptisches Feedback zu integrieren. Sonst besteht die Gefahr, dass Bediener durch die Signale gestört werden oder sie falsch deuten. Das kann gefährlich sein“, gibt Coen de Keijzer zu bedenken. Mit der Rapid-Prototyping-Plattform und dem M200-Steuerungssystem hat Kwant Controls bereits eine optimale Lösung, um diese Feedbackfunktionen schnell und genau im gewünschten Ausmaß zu entwickeln.

Coen de Keijzer

Geschäftsführer und Inhaber von Kwant Controls B.V.

KWANT CONTROLS

- Sitz in Sneek (Niederlande)
- Entwickelt seit 1937 Lösungen für Antrieb, Steuerung, Strahlruder und Stabilisatoren für alle Arten von Schiffen
- Lösungen in 60 % aller Seeschiffe vertreten

www.kwantcontrols.com

MESSEN UND EVENTS

INDUSTRIE

ALL ABOUT AUTOMATION

Friedrichshafen, Deutschland

10. - 11.03.2026

Stand: B3-224

MARITIM

ASIA PACIFIC MARITIME

Marina Bay Sands, Singapur

25. - 27.03.2026

WINDENERGIE

WINDEUROPE ANNUAL EVENT

Madrid, Spanien

21. - 23.04.2026

Stand: 9-F142

INDUSTRIE

IFAT MUNICH

München, Deutschland

04. - 07.05.2026

INDUSTRIE

ALL ABOUT AUTOMATION

Wels, Österreich

20. - 21.05.2026

Stand: 226

WINDENERGIE

CLEANPOWER CONFERENCE & EXHIBITION

Houston, Texas, USA

01. - 03.06.2026

Stand: #3111

INDUSTRIE

ALL ABOUT AUTOMATION

Hamburg, Deutschland

02. - 03.06.2026

Stand: B6 131

ERNEUERBARE ENERGIEN

EES EUROPE

München, Deutschland

23. - 25.06.2026

MARITIM

SMM

Hamburg, Deutschland

01. - 04.09.2026

Stand: B6.307

ERNEUERBARE ENERGIEN

SOLAR & STORAGE LIVE

Birmingham, Großbritannien

22. - 24.09.2026

Stand: G1

WINDENERGIE

WINDENERGY

Hamburg, Deutschland

22. - 25.09.2026

Stand: A4.219

WINDENERGIE

WINDENERGIETAGE

Linstow, Deutschland

10. - 12.11.2026

Stand: 155

ERNEUERBARE ENERGIEN

ENERGYDECENTRAL

Hannover, Deutschland

10. - 13.11.2026



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

GLOBALE PRÄSENZ



atvise®-DISTRIBUTIONSPARTNER UND -SYSTEMINTEGRATOREN

Argentinien	Ecuador	Italien	Polen	Südkorea
Belgien	Finnland	Kolumbien	Portugal	Tschechien
Bulgarien	Frankreich	Liechtenstein	Österreich	Türkei
Chile	Griechenland	Mexiko	Schweden	Uruguay
China	Guatemala	Namibia	Schweiz	USA
Costa Rica	Honduras	Niederlande	Slowenien	VAE
Deutschland	Indien	Norwegen	Spanien	
Dänemark	Indonesien	Peru	Südafrika	

bachmann.

www.bachmann.info

