

# Zukunftsfähige Automatisierung fördert Power-to-X-Verfahren

**Mathias Füller**

Schlagwörter: Power-to-X, Automatisierung, All Electric Society, Brennstoffzellen, Infrastruktur, Datensicherheit, Elektrolyseure

Mit Power-to-X-Verfahren können die Spitzen und Senken der Produktivität erneuerbarer Energieerzeuger abgepuffert werden. Grüner Wasserstoff gilt daher als wichtiger Bestandteil beim Übergang zur „All Electric Society“. Bei der Automatisierung der gesamten notwendigen Technik – vom Elektrolyseur über Pipelines und Speicher bis hin zur Brennstoffzelle – ist höchste Sicherheit mit Effizienz und Wirtschaftlichkeit zu vereinen. Digitalisierung, modulare Bauweise und Skalierbarkeit werden durch moderne Konzepte unterstützt.

## Future-proof automation promotes power-to-X processes

Power-to-X processes can be used to buffer the peaks and troughs in the productivity of renewable energy generators. Green hydrogen is therefore considered an important component in the transition to the “All Electric Society”. When automating all the necessary technology, from electrolyzers to pipelines and storage to fuel cells, the highest level of safety must be combined with efficiency and cost-effectiveness. Digitization, modular design and scalability are supported by modern concepts.



Mit den Wetterkatastrophen der vergangenen Monate rückt die Klimakrise wieder in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit. Wohl nicht zuletzt deshalb gewinnt die Energiewende mehr und mehr an Akzeptanz. Als Lösungsansatz wird häufig das Zukunftsbild der All Electric Society diskutiert, in der CO<sub>2</sub>-neutral generierte Elektrizität die Energieversorgung dominiert. Bestandteil des Prinzips der All Electric Society ist regenerativ erzeugte elektrische Energie – etwa aus Sonnenenergie –, die in

speicherbare Energie umgewandelt wird. Dabei kommen sogenannte Power-to-X-Technologien zum Einsatz. Stromüberschuss, der bei starker Sonneneinstrahlung, viel Wind oder einem Überangebot von Wasser in den entsprechenden Anlagen entsteht, wird dabei zur Produktion von Treibstoffen (Power-to-Fuel), Wasserstoff (Power-to-Gas), Ammoniak, Methanol oder anderen Chemikalien genutzt.

Im Rahmen des All-Electric-Society-Gedankens werden einige der so hergestellten Stoffe wiederum zur Generierung elektrischer Energie verwendet, nehmen also die Rolle eines Energiespeichers ein, der die Fluktuation der genannten erneuerbaren Energien abpuffert und eine kontinuierliche Versorgung mit Energie sicherstellt. Derartige Power-to-X-Technologien unterstützen die Sektorenkopplung, durch die Strom-, Wärme-, Gas- und Mobilitätssektoren vernetzt werden (s. **Bild 1**).

### **Erneuerbare Energien speicherbar machen**

Power-to-X kann folglich als Antwort auf das Bestreben nach Klimaneutralität gelten. Erneuerbare Energien werden damit in großen Mengen über lange Zeiträume spei-

cher- und verteilbar. Mit Blick auf die Mobilität wird insbesondere Power-to-Gas als Schlüsseltechnologie angesehen. Die Möglichkeit, Wasserstoff aus Wasser in Elektrolyseuren zu erzeugen, ist nicht grundsätzlich neu. Die jeweiligen Technologien sind in der chemischen und gasherstellenden Industrie seit langem im Einsatz. Brennstoffzellen, die den Wasserstoff durch die Umsetzung mit Sauerstoff zu Elektrizität umwandeln, gibt es ebenfalls seit vielen Jahren.

Im Rahmen der Energiewende, bei der die neuen Energieträger nicht nur eine CO<sub>2</sub>-freie, sondern darüber hinaus wirtschaftlich konkurrenzfähige Alternative zu fossilen Brennstoffen darstellen sollen, müssen die Verfahren deutlich wirtschaftlicher werden. Bei Elektrolyseuren ist beispielsweise von einer Senkung auf rund ein Drittel des aktuellen Preises die Rede. Auf der anderen Seite fördert die CO<sub>2</sub>-Steuer die Dekarbonisierung von Industrie, Verkehr und Privatwirtschaft. Das erklärte Ziel der Bundesregierung Deutschlands, bis 2045 Treibhausgasneutralität zu verwirklichen, muss jetzt bereits mit Hochdruck verfolgt werden. Die sogenannte „Green Automation“ kann und muss dabei eine zentrale Rolle spielen.

Dahinter steht eine Gemeinschaftsinitiative, initiiert durch VDMA Robotik + Automation und das Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung. Ihr Ansatz ist vielschichtig. Zum einen sollen Fertigungsprozesse nachhaltig, sprich ressourcenschonend und energiesparend, gestaltet werden. Automatisierungstechnik soll zudem dazu beitragen, innovative Lösungen, die die Dekarbonisierung unterstützen, voranzutreiben und bezahlbar zu machen. Im Rahmen von Power-to-Gas kommen zu diesem Zweck verschiedene Applikationen infrage: Wasser-Elektrolyseverfahren und Brennstoffzellen profitieren von intelligenter Automatisierung in Verbindung mit Digitalisierung ebenso wie der Betrieb von Pipelines oder die Überwachung von Lagerstätten.

### Mit Power-to-X zur All Electric Society

Phoenix Contact hat das Zukunftsbild der All Electric Society zum eigenen strategischen Ziel erklärt. Einer der wichtigen Ansatzpunkte für zahlreiche Aktivitäten ist die Unterstützung der Power-to-X-Technologien, und zwar an allen Stellen der Supply Chain für die Transformation von erneuerbaren Energien in Wasserstoff, Methanol oder andere Chemikalien und Treibstoffe bis hin zur Rückumwandlung zu elektrischem Strom, in denen die Automatisierung eine wesentliche Rolle spielt. In diesem Zusammenhang gilt es für die kritischen Infrastrukturen, die dort zum Tragen kommen, die Sicherheit bereitzustellen, wobei das auch den Explosionsschutz sowie die IT-

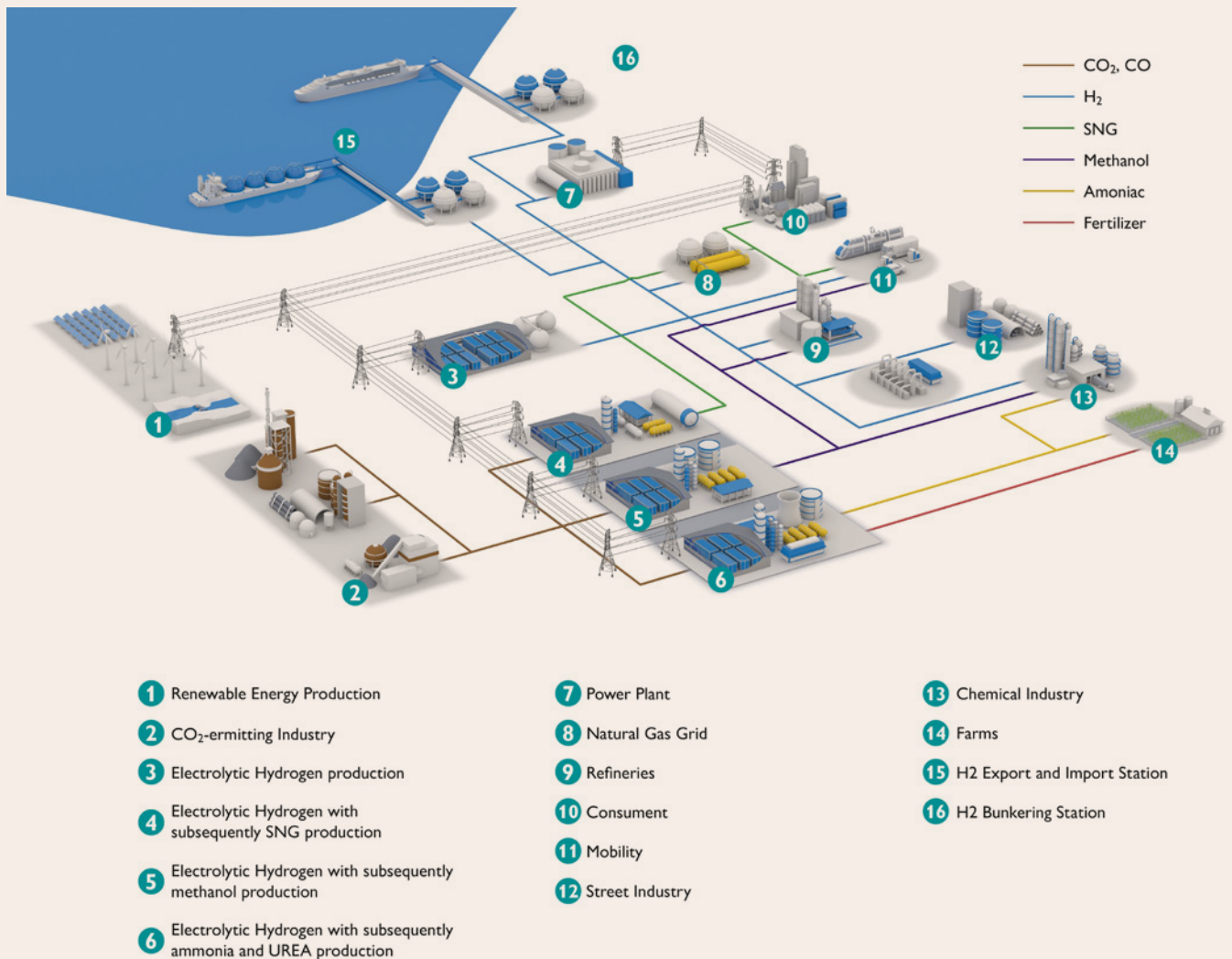


**Bild 1:** All Electric Society steht für eine komplett regenerativ erzeugte elektrische Energie (©: PopTika@shutterstock.com)

Sicherheit beinhaltet. Im Fokus stehen Anwendungen von Wasserstoff im Rahmen der Mobilität, etwa für Busse und LKW, sowie in der Industrie und in Gebäuden. Viele Produkte und Lösungen von Phoenix Contact, die sich in traditionellen Prozessen bewährt haben, sind ebenfalls bei der Erzeugung, dem Transport sowie der Lagerung und Transformation von Power-to-X (P2X)-Produkten in elektrische Energie relevant. Erste Projekte – darunter insbesondere die Automatisierung von Brennstoffzellensystemen und Elektrolyseanlagen – zeigen ferner, dass sich gerade Modularität und Skalierbarkeit in diesem Umfeld als wichtig erweisen (s. **Bild 2**).

### Innovative Automatisierungskonzepte auf Basis offener, moderner Industriestandards

Derzeit gibt es eine Flut an P2X-Projekten. Es herrscht Goldgräberstimmung. Täglich werden neue Projekte zur Produktion von grünem Wasserstoff an Standorten der Stahl-, Öl- und Gasindustrie zum Ausbau von Pipelines, für Investitionsvorhaben zur Kapazitätserhöhung bei den Herstellern von Elektrolyseuren sowie Machbarkeitsstudien von Wasserstoffanlagen auf der grünen Wiese neben großen Solaranlagen oder Windparks vorgestellt. Angesichts dieses Booms sollte die damit entstehende neue Industriesparte selbstverständlich anstreben, auf ebenso neue Automatisierungskonzepte zu setzen. Diese sollten die im Rahmen der Digitalisierung geforderte Offenheit und die neusten industriellen Standards



**Bild 2:** Supply Chain für die Umwandlung von erneuerbaren Energien.

umfassen. Mit dem bestehenden Produktportfolio und dem offenen, sicheren Automatisierungssystem PLCnext Technology bietet Phoenix Contact die Basis, um Konzepte wie Open Process Automation umzusetzen sowie eine einfache Konnektivität von modularen Anlagenteilen mit dem Standard Modul Type Package (MTP) herzustellen. Das beschleunigt die Konstruktion, das Engineering, den Aufbau und die Inbetriebnahme von Anlagen. Außerdem unterstützt PLCnext Technology das NOA (Namur Open Architecture)-Konzept, das Produktionsdaten einfach und sicher nutzbar macht sowie eine wesentliche Grundlage für die kontinuierliche Prozessoptimierung, vorausschauende Instandhaltung und zahlreiche weitere Vorteile der Digitalisierung bildet. Mit speziellen Features wie Cloud-Modem, Safety-Steuerungen und Zugang zu einem App Store bildet das Open-Source-Ecosystem PLCnext Technology eine zukunftsfähige

Grundlage für die Automatisierung aktuell entstehender Anlagen (s. Bild 3).

### Funktionale und Datensicherheit als essenzielle Rahmenbedingungen

Power-to-X-Industrien stellen genauso hohe Anforderungen an die IT-Sicherheit (Cyber Security) wie die herkömmlichen Energieversorger. Dabei gilt es nicht nur, an der einen oder anderen Stelle der kritischen Infrastruktur Firewalls zu installieren. Zur Minimierung sämtlicher Cyber-Sicherheitsrisiken in den P2X-Anlagen sollten die Schutzziele definiert werden, die auf der gängigen Norm IEC 62443 „IT-Sicherheit für industrielle Automatisierungslösungen“ basieren. Als zertifizierter ICS-Security Service Provider steht Phoenix Contact hier nachhaltig zur Seite (s. Bild 4).

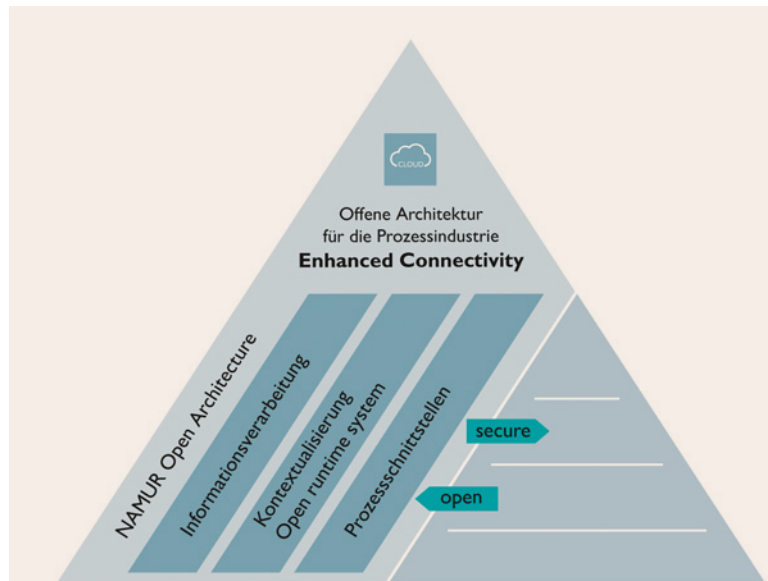
Der ganzheitliche Ansatz beinhaltet auch eine auf Sicherheit ausgerichtete Produktentwicklung. Für Anwendungen in der Wasserstoffindustrie müssen die eingesetzten Produkte hier explosionsgeschützt sowie vibrations- und temperaturresistent ausgeführt werden (s. **Bild 5**). Die funktionale Sicherheit ist ebenfalls von großer Bedeutung. Die Erfahrungen aus der Prozessindustrie verdeutlichen, dass das Beherrschen von Risiken nicht nur mit Blick auf den Schutz von Umwelt und Mensch, sondern ebenso für den Erhalt der Anlagen und damit für die Sicherung der Investition essenziell ist. Ergänzend zum Sicherheitsintegritätslevel (SIL) spielt der Performance Level (PL) eine wichtige Rolle bei der Nutzung automatisierter Sicherheitssysteme. Dezentrale, flexibel konfigurierbare Lösungen wie die SafetyBridge Technology werden heute schon in SIL3-Applikationen in unterschiedlichen Anwendungen eingesetzt. Sie lassen sich auf einfache Weise in die Steuerung integrieren.

### Zuverlässige Warnung vor explosionsfähigen Atmosphären

Leistungsfähige Safety-Steuerungen für komplexe Applikationen im Rahmen von P2X können zudem in Profisafe- und Profinet-Netze eingebunden werden. Sicheres Abschalten oder sichere Gaserkennungs- und andere Funktionen der funktionalen Sicherheit lassen sich somit herstellerunabhängig verwirklichen. Ergänzend tragen Komponenten für den Überspannungsschutz sowie beispielsweise Kameras zur Überwachung dezentraler Infrastruktur zur Sicherheit bei. Ein weiterer wesentlicher Sicherheitsaspekt resultiert aus den häufig brennbaren Gasen, die im Rahmen von P2X erzeugt, transportiert und gelagert werden. Entweichen sie unbemerkt, kann eine explosionsfähige oder giftige Atmosphäre entstehen. Um das Personal in solchen Fällen zu warnen, sind eine entsprechende Sensorik sowie Gaswarngeräte notwendig. Auch der Werksverkehr muss aus solchen Bereichen ferngehalten werden. Über geeignete Übertragungstechnik werden Ampelanlagen, die diesen Verkehr regeln, mit den Gaswarngeräten gekoppelt.

### Ausrüstung von Tankfarmen und Kavernen

Als Teil der P2X-Supply Chain werden künftig mehr und mehr Tanklager aufgebaut, und das nicht nur als Zwischenlager für z. B. Wasserstoff für Brennstoffzellen. Große Tankfarmen an Industriestandorten der Stahl- oder Zementerzeugung stellen dort Wasserstoff als Rohstoff für Power-to-Gas- oder Power-to-Liquid-Verfahren bereit. Denn dadurch besteht die Chance, das bislang als Abgas anfallende Kohlendioxid mit Wasserstoff zu synthetischen Kohlenwasserstoffen wie Methanol oder Kerosin



**Bild 3:** Das offene Ecosystem PLCnext Technology stellt einen Wegbereiter für das NOA-Konzept dar.

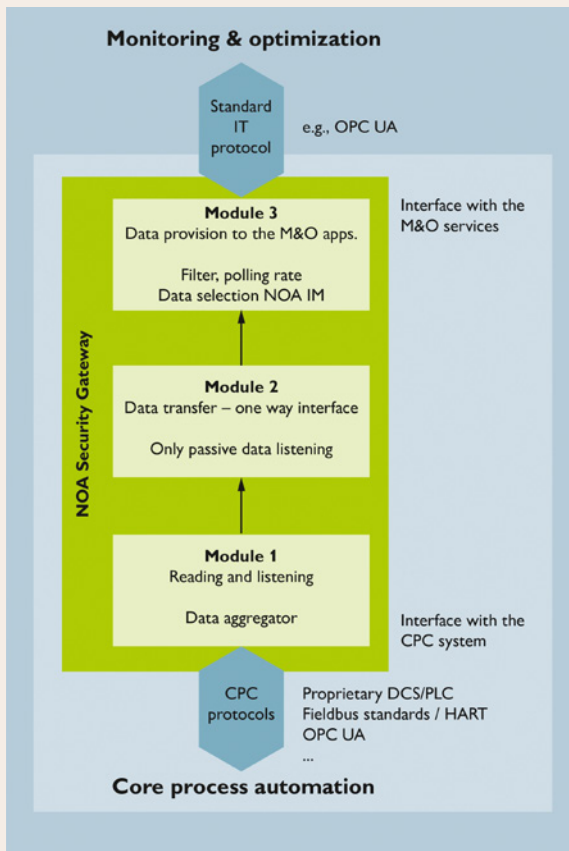


**Bild 4:** Cyber Security geht über die Installation einer Firewall hinaus.

umzuwandeln. Erneuerbare Kraftstoffe (eFuels), die aus klimaschädlichem CO<sub>2</sub> durch Carbon Capture and Utilization entstehen, gelten im Rahmen des Energiewandels zumindest als Zwischenlösung und wichtiger Baustein der Kreislaufwirtschaft. Noch klimafreundlicher ist die Transformation des im Abgas enthaltenen CO<sub>2</sub> zu chemischen Rohstoffen, sodass es langfristig gebunden wird.

Derartige Tanklager werden von Phoenix Contact bereits seit geraumer Zeit mit SIL-zertifizierten und eigen-sicheren Produkten – darunter beispielsweise Überfüllsicherungen – sowie modularen Steuerungen ausgestattet. Darüber hinaus wird die Speicherung von Wasserstoff

**Bild 5:** Aufbau des NOA Security Gateways.



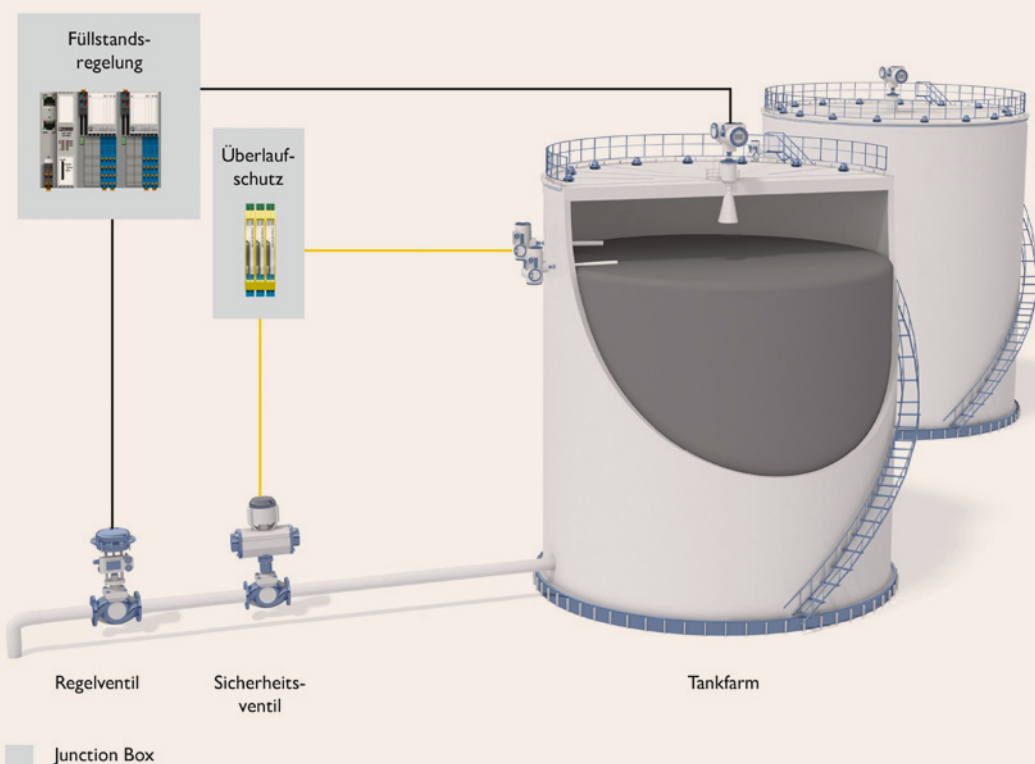
in Kavernen, z. B. ehemalige Erdgaskavernen, diskutiert, die ebenfalls automatisierungstechnisch ausgerüstet oder angepasst werden müssen (s. **Bild 6**).

Für das Handling der generierten eFuels trifft selbstverständlich dasselbe wie für herkömmliche Treibstoffe zu: Sie sind explosiv. Bei Transport und Lagerung ist daher den Grundsätzen des Explosionsschutzes zu entsprechen. Zur Automatisierung der benötigten Anlagen sollte ein Anbieter gewählt werden, der über Routine bei der Ausrüstung solcher Prozesse in Gefahrenbereichen und natürlich über die erforderlichen Produkte verfügt. Phoenix Contact hat unter anderem schon Wasserstoff- und Erdgastankstellen automatisiert und dabei auch Safety-Applikationen realisiert.

### Redundanz in der Kompressorstation

Bei der Automatisierung von Pipelines, die Kompressorstationen umfassen, hat Phoenix Contact ebenfalls seit langem Erfahrung. Die Power-to-X-Industrie wird neben Pipelines für den Transport verschiedener Gase ebenso Rohrleitungssysteme für die Versorgung von Gebäuden brauchen. Abgesehen von Safety-Lösungen sind hierbei Redundanz-Konzepte gefragt, die die Belieferung bei Ausfall eines Kompressors sicherstellen. Ergänzend zur Automatisierung unterschiedlicher Kompressor-Antriebs-

**Bild 6:** Tanklagerüberwachung im explosionsgefährdeten Bereich mit funktionaler Sicherheit.



systeme – etwa Elektromotoren, Turbinen- oder Kolbenantrieb – sind bewährte und auf den jeweiligen Anwendungsfall zugeschnittene Asset-Monitoring-Lösungen hilfreich für einen störungsfreien Betrieb.

### **Brennstoffzellen und Elektrolyseure im Fokus**

Neben dem Know-how-Transfer von ähnlichen Applikationen in Richtung P2X-Industrie hat sich Phoenix Contact spezifischen neuen Anwendungen gewidmet. Im Rahmen erster Projekte wurden beispielsweise Brennstoffzellen automatisierungstechnisch ausgerüstet. Auch Detail-Optimierungen hat der Anbieter von Automatisierungs- und Konnektivitäts-Lösungen schon umgesetzt: So werden Brennstoffzellen-Stacks bei einem namhaften Hersteller nun auf einfache Weise mit Steckverbindern vom Typ Variocon angeschlossen. Bei 40 I/O-Punkten konnte die Effizienz der Montagelinie deutlich gesteigert werden. Elektrolyseverfahren gehören ebenfalls zu den Prozessen, die Phoenix Contact künftig ausrüsten will. Erste Pilotprojekte dienen dazu, die speziellen Anforderungen derartiger Applikationen zu erörtern. Zu diesem Zweck wurde die komplette Automatisierung einer Pilotanlage übernommen, wobei es gelang, die Leistung erheblich zu erhöhen. Angesichts vieler chemischer Prozessanlagen, die der Hersteller bereits automatisierungstechnisch ausgestattet hat, steht die notwendige Technologie zur Verfügung, um ebenso bei Elektrolyseuren für hohe Verfügbarkeit zu sorgen und damit die Wettbewerbsfähigkeit sicherzustellen. Zur weiteren Reduzierung der Anlagenkosten sind Prinzipien wie Design to Cost zu unterstützen sowie die Kapazitäten hochzufahren. Hier müssen auch die Möglichkeiten der Digitalisierung genutzt werden. In Zukunft könnte z. B. der digitale Zwilling im Rahmen der Prozessoptimierung und -modernisierung herangezogen werden. Die digitale Transformation wird immer neue Wege aufzeigen, um Elektrolyseure sowie zahlreiche weitere Anlagen der P2X-Industrie künftig deutlich leistungsfähiger und deren Produkte folglich kostengünstiger zu machen.

### **Von der Klemme bis zur Safety-Steuerung**

Letztlich hat Phoenix Contact Erfahrungen in nahezu allen Sektoren der P2X-Herstellung, -speicherung und -förderung gesammelt. Neben den geschilderten Applikationen gehören Pumpen- und Kompressoren-Skids, die im Bereich Wasserstoffanlagen eingesetzt werden, zu den realisierten Projekten. Fast das komplette Phoenix Contact-Portfolio findet bei den verschiedenen Applikationen Verwendung: von der Klemme und den Steckver-

bindern über Stromversorgungen und I/Os bis hin zu Überspannungsschutz-Komponenten, Firewalls, Switches und Safety-Steuerungen.

### **Blauer Wasserstoff als Brückentechnologie**

Auch wenn der Weg zur vollständig klimaneutralen Wirtschaft mit Unterstützung von grünem Wasserstoff noch lang ist: Dieser Weg ist jetzt zu beschreiten. Vor dem Hintergrund des derzeitigen Energiemixes in Deutschland, der von einer hohen Fluktuation der Produktivität von Wind-, Solar- und Wasserenergie geprägt ist, müssen Speichermöglichkeiten geschaffen werden. Noch mehr Windkraft, noch mehr Solaranlagen allein werden die Energiewende nicht realisieren. Nur durch eine immense Steigerung der Speichermöglichkeiten der elektrischen erneuerbaren Energie lassen sich Einbrüche der Produktivität abpuffern und es kann eines Tages gänzlich auf Erdgas verzichtet werden.

Wasserstoff und andere Power-to-X-Produkte nehmen dabei eine Schlüsselstellung ein. Beim Hochfahren der erforderlichen Infrastruktur und Lieferketten wird sicherlich auch sogenannter blauer Wasserstoff als Zwischentechnologie notwendig sein.

Erste Clusterregionen, wie sie beispielsweise die Deutsche Energieagentur (dena) identifiziert hat, verfügen zum Teil bereits über Wasserstoffpipelines. Aktivitäten in der Mobilität werden durch den Ausbau von Wasserstofftankstellen vorangetrieben. Nicht zuletzt bilden die Standorte der Chemieindustrie sowie von Raffinerien die Zentren solcher Cluster, da z. B. Wasserstoff aus fossilen Einsatzstoffen oder fossiles Erdgas durch grünen Wasserstoff respektive synthetisches Methan ersetzt werden können.

### **Wasserstoff-Pipeline kostengünstiger als Hochspannungsstrasse**

Grüner Wasserstoff als künftiger Energieträger wird in einigen Jahren so manche Diskussion über Hochspannungsstrassen überflüssig machen. Wasserstoff-Pipelines verlaufen schon quer durch Europa. Der Ausbau dieses Pipeline-Netzes ist nicht nur deutlich kostengünstiger als der des Stromnetzes: Eine Hochspannungsstrasse kostet in etwa das Zehnfache einer Pipeline. Sie verschandelt auch nicht das Landschaftsbild bei einem rund zehnfach höheren Leistungstransport. Im Wettbewerb mit Batterien als Energiespeicher ist Wasserstoff ebenfalls unschlagbar. Eine Menge von 6.000 t Tonnen Wasserstoff, die sich in üblichen Salzkavernen problemlos speichern lässt [1], entspräche der Speicherkapazität von Batterietechnik im Wert von 23,6 Milliarden Euro.

### **Infrastruktur für grünen Wasserstoff aufbauen**

Die Extremwetterlagen der letzten Jahre sollten die letzten Zweifler und Verzögerer überzeugt haben. Die Zeit ist reif, die Energiewende vehement zu beschleunigen und in diesem Rahmen auch die Infrastruktur für grünen Wasserstoff als Mittel zur Sektorkopplung zu erstellen. Denn der Energiebedarf wird keineswegs sinken, selbst wenn alle Einsparungsmöglichkeiten ausgeschöpft werden. Im Gegenteil: Die Digitalisierung und damit verbunden die in immer größerer Zahl entstehenden Data Center werden den Energieverbrauch weiter erhöhen. Die Mobilität und der Warentransport werden aller Voraussicht nach ebenfalls nicht zurückgehen.

Phoenix Contact kann – auf Basis seiner Erfahrung in der Prozessindustrie, unter anderem zu den Themen Cyber Security, Explosionsschutz und Funktionale Sicherheit mit skalierbaren, modularen Lösungen – Anlagenbauer und Errichter der Wasserstoff-Infrastruktur in der P2X-Industrie wirkungsvoll unterstützen. Auf diese Weise

wird die Energiewende zur Chance für viele Unternehmen, die Know-how, Tatkraft und Innovationsfähigkeit unter Beweis stellen.

#### Referenzen

- [1] Technologie-Roadmap Stationäre Energiespeicher 2030, [<https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/lib/TRM-SES.pdf>]

Autor



**Mathias Füller**

Phoenix Contact Electronics GmbH  
31812 Bad Pyrmont  
[info@phoenixcontact.de](mailto:info@phoenixcontact.de)