

„Automatisierung ist der Schlüssel zu grünem Wasserstoff“



Auf dem Weg zu einer klimafreundlichen Energieversorgung definiert die Nationale Wasserstoffstrategie den aus erneuerbaren Quellen erzeugten grünen Wasserstoff als das Mittel der Wahl. In den drei H₂-Leitprojekten des Bundes erforschen Prof. Dr.-Ing. Alexander Fay, Helmut-Schmidt-Universität Hamburg, Prof. Dr.-Ing. Leon Urbas, TU Dresden, und Prof. Dr.-Ing. Michael Weyrich, Universität Stuttgart, wie eine nachhaltige Wasserstoffproduktion gestaltet werden kann und erklären im Interview, warum Automatisierung dabei so wichtig ist.

Herr Prof. Fay, Herr Prof. Urbas und Herr Prof. Weyrich, Ihre Institute und Lehrstühle sind maßgeblich an den drei H₂-Leitprojekten der Bundesregierung beteiligt. Wie hängen diese Projekte mit der Nationalen Wasserstoffstrategie zusammen?

Alexander Fay: Das Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt die Ziele der Nationalen Wasserstoffstrategie mit drei Leitprojekten. H2Mare befasst sich dabei mit der Offshore-Produktion von Wasserstoff, TransHyDE erforscht den Transport von H₂ und zu guter Letzt H2Giga, wo es um die serienmäßige Herstellung von Wasserstoff-Elektrolyseuren geht.

Woran genau forschen Sie innerhalb dieser drei Projekte?

Fay: Bislang werden Elektrolyseure für die Wasserstoffproduktion fast wie in einer Art vorindustriellen Manufaktur einzeln hergestellt. H2Giga hat sich zum Ziel gesetzt, eine Serienfertigung von Elektrolyseuren zu erforschen, die nicht nur die Produktionszeiten, sondern auch die Produktionskosten deutlich reduzieren kann. Die H₂-Herstellung wird so deutlich wirtschaftlicher. H2Giga besteht dabei aus einer Vielzahl von Verbundprojekten, die sich mit Material-, Fertigungs- und Skalierungsfragen befassen, wo auch die Automatisierungstechnik an vielen Stellen eine Rolle spielt. Zum einen steht die automatisierte Fertigung von Elektrolyseuren im Vordergrund und zum anderen die schnelle Inbetriebnahme fertiger H₂-Produktionsstätten. Und bei Letzterem sind die Lehrstühle von Prof. Urbas und mir im Rahmen des Projekts eModule involviert.

Michael Weyrich: Der Schwerpunkt von H2Mare, an dem sich das Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme der Universität Stuttgart beteiligt, ist etwas anders gelagert und befasst sich vor allem mit Power-to-X-Verfahren, also der Umwandlung von Wasserstoff in andere chemische Stoffe, die sich leichter und sicherer über Pipelines oder Schiffe transportieren lassen. Und dabei steht aus Sicht der Automatisierungstechnik weniger die Fertigung der Komponenten für die Wasserstoff-Produktion im Fokus, sondern erst einmal das Zusammenspiel der einzelnen Module, wofür wir eine eigene Versuchs- und Forschungsplattform ins Leben gerufen haben. Wir stehen hier noch vor sehr grundlegenden Fragestellungen, denn Power-to-X-Verfahren auf dem Meer durchzuführen ist wesentlich komplexer, als dies an Land zu tun.

Woran liegt das?

Weyrich: Mit der Windenergie greifen wir auf eine sehr volatile Energieerzeugung zurück, die darüber hinaus noch in einer sehr rauen Umgebung, eben dem Salzwasser des Meeres, stattfindet. Mit Blick z. B. auf die Logistik von Versorgungstoffen oder eben dem Energiehaushalt wird hier eine sehr individuelle Prozessleittechnik benötigt, die damit umgehen kann. Erst wenn wir diesen Proof of Concept erbracht haben, geht es dann darum, wie wir die einzelnen Module effizienter herstellen können.

Leon Urbas: Ohne einen geeigneten Digitalen Zwilling funktioniert all dies allerdings nicht. Wir brauchen ihn besonders bei der Modularisierung zwingend, um z. B. die Daten, die während der Fertigung entstehen, verfügbar zu machen. Diese Daten brauchen wir für Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungsstrategien, die eine maximale Anlagenverfügbarkeit ermöglichen. Was mir allerdings davon abgesehen am Herzen liegt, sind die verfahrenstechnischen Schritte, die nicht das Herzstück der H₂-Produktion, sprich die Elektrolyseure, betreffen.

Welche Schritte sind das?

Urbas: Wenn wir beim H2Mare-Projekt bleiben, kommt mir sofort die Wasseraufbereitung in den Sinn, denn Salzwasser ist aufgrund der Chlorevolution pures Gift für die Elektrolyseure. Außerdem gilt es, die entstehenden Gase aufzubereiten und ein Wärmemanagement auszuarbeiten, da diese Anlagen nicht bei Raumtemperatur funktionieren. Elektrolyseanlagen sind komplexe und hoch automatisierte verfahrenstechnische Anlagen, die mit regenerativen Energien unter sehr unterschiedlichen Lastbedingungen und Einsatzszenarien betrieben werden.

Ist das der wesentliche Unterschied zu automatisierungstechnischen Projekten in der produzierenden Industrie?

Urbas: Die hohe Volatilität der regenerativen Energien stellt Herausforderungen an die Prozessführung, zudem ist Wasserstoff ein sicherheitstechnisch anspruchsvolles Molekül. Dadurch ergeben sich nicht nur in der Instrumentierung andere Anforderungen, auch an die verwendeten Materialien und ihr Recycling. Hier gibt es große Lücken, weswegen auch Grundlagenforschung im H2Giga-Projekt fest integriert ist. Noch einmal: der Kern der H₂-Produktion ist



Die Energiewende kann für Prof. Dr.-Ing. Alexander Fay mit konventionell erzeugtem Wasserstoff nicht gelingen.

der Elektrolyseur, aber wir müssen die Umgebungsbedingungen mitbetrachten, um skalierbare Elektrolyseanlagen realisieren zu können. Deswegen ist auch eine Technikfolgeabschätzung Teil des Projekts *eModule*.

Gibt es auch verfahrenstechnische Unterschiede, die Sie berücksichtigen müssen? Mit Wasserstoff wird in der Prozessindustrie schließlich schon sehr lange umgegangen.

Urbas: Das stimmt, aber er wird dort weniger als Rohstoff für verfahrenstechnische Syntheseschritte verwendet. Bezogen auf H₂Mare, wo es ja um die Wasserstoff-Produktion auf dem Meer, also auf engen Plattformen geht, ergeben sich auch hier viele neue verfahrenstechnische Herausforderungen. Zum Beispiel sind die Puffergrößen arg beschränkt, weil nur begrenzte Lagerkapazitäten verfügbar sind. Außerdem benötigen wir viel Energie, deren Preise und Verfügbarkeit sehr volatil sind. Eine Flexibilisierung der Produktion wird durch diese Rahmenbedingungen enorm erschwert.

Fay: Absolut, vor allem, weil die Elektrolyseure entsprechend nicht nur schnell ab- und wieder angeschaltet wer-



Prof. Dr.-Ing. Leon Urbas hält es für unumgänglich, im Zuge der H₂-Produktion auch die Verfahrenstechnik neu zu denken.

den müssen, sondern auch auf unterschiedlichen Leistungsniveaus gefahren werden. In der konventionellen Prozessindustrie ist das nicht oft der Fall und auch Elektrolyseure sind dafür per se eigentlich nicht vorgesehen.

Weyrich: So ist es. Bislang werden wir dem Anspruch, Wasserstoff auf hoher See autark herzustellen, deshalb auch nur in Labormaßstäben gerecht. Das gelingt uns außerdem nur, weil wir noch nicht an die Wirtschaftlichkeit oder die Skalierung denken. Die dafür erforderlichen technologischen Reifegrade sind einfach noch nicht erreicht. Hier ist noch ein hohes Maß an Weiterentwicklung notwendig, vor allem in Verfahrenstechnik, aber auch in der Prozesssteuerung und -regelung sowie der Logistik.

Urbas: Genau deshalb müssen wir Verfahrenstechnik neu denken. Schließlich geht es um die Defossilisierung, also um die Substitution fossiler Ressourcen. Und ein Austausch von Einsatzstoffen bedeutet nahezu immer eine umfangreiche Anpassung der Folgeprozesse. Ich spreche hier bewusst nicht von Dekarbonisierung, weil unser Leben nun mal auf Kohlenstoff basiert.

„Der Kern der H₂-Produktion ist der Elektrolyseur, aber wir müssen die Umgebungsbedingungen mitbetrachten, um skalierbare Elektrolyseanlagen realisieren zu können.“

Macht dies wiederum eine neue Form der Automatisierung notwendig?

Weyrich: So weit würde nicht gehen. Aber es ist dennoch so, dass wir uns im Projekt H2Mare letztendlich auf die Hochskalierung einer verfahrenstechnischen Anlage in einem neuen Einsatzumfeld fokussieren. Auf See haben wir ganz andere Anforderungen an die Steuerung und Regelung eben aufgrund des Einsatzfeldes und seiner Rahmenbedingungen. Dafür braucht es nicht zwingend neue Automatisierungstechnologien, wir müssen eher die bestehenden Konzepte neu miteinander verknüpfen.

Welche Rolle spielen denn Technologien wie das MTP oder der Digital Twin in den Wasserstoff-Projekten?

Fay: Gerade die Modularisierung ist für die H₂-Produktion sehr wichtig, weil wir durch diese Technologie in der Lage sind, sehr schnell sehr viele Elektrolyseure herzustellen und in Betrieb zu nehmen. Das MTP-Konzept ist dabei eine Schlüsseltechnologie, um zu verhindern, dass es irgendwann einen Stau von fertig produzierten aber nicht betriebsbereiten Elektrolyseuren gibt. All das Wissen haben wir in den letzten zehn Jahren, in denen wir verfahrenstechnische Anlagen modularisiert haben, gewonnen und können es jetzt in ein neue Anwendungsfelder wie neue Energiesysteme oder die produktionsnahe Logistik transferieren.

Urbas: Darüber hinaus können wir mit Hilfe des MTP einzelne Module leicht austauschen, so z. B. deren Größe anpassen und Anlagen zukunftsfähig gestalten. Leistungsstärkere Stacks können dann einfach implementiert und integriert werden, eben weil es mit dem MTP eine einheitliche abstrakte Schnittstelle gibt.

Weyrich: Durch die Modularisierung wird es auf hoher See außerdem möglich, flexibler interoperable Plattformen aufzubauen. Die Vorteile des MTP liegen deshalb für uns vorrangig im Engineering. Aber auch der Digital Twin ist im Rahmen der Teleoperation und der Prozessleitsysteme wichtig. Gerade in Bezug auf H2Mare sprechen wir schließlich über Offshore-Anlagen, die eben aus der Ferne heraus betrieben, gesteuert und überwacht werden müssen.

Trotzdem ist es doch Stand jetzt so, dass wir auf absehbare Zeit nicht genug Strom aus erneuerbaren Quellen erzeugen werden, um damit ausreichend grünen Wasserstoff produzieren zu können, oder?

Urbas: Wir werden den Energiebedarf Deutschlands und seiner Industrie sicherlich nicht komplett durch lokal produzierten grünen Wasserstoff erfüllen können. Aber wenn wir uns anschauen, dass die Bundesregierung schon jetzt aktiv dabei ist, internationale Kooperationen und Lieferbeziehungen aufzubauen, dann stimmt mich das optimistisch. Solange natürlich auch der importierte Wasserstoff grün erzeugt worden ist.



Gerade die Modularisierung bietet für die H₂-Produktion laut Prof. Dr.-Ing. Michael Weyrich viele Vorteile.

Weyrich: Aber auch innerhalb der Automatisierungs-Community gibt es dazu spannende Diskussionen und Entwicklungen. Als Vorstandsvorsitzender der VDI/VDE-Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) kann ich schon so viel verraten, dass wir u. a. den Innovationsmotor Energiewende nutzen wollen, um einerseits unsere eigene grüne Transformation zu beschleunigen, aber auch um unsere leistungsfähigen Produkte, die auf diesen Themenkomplex einzahlen, anderen Branchen nahe zu bringen.

Wasserstoff aus nicht regenerativen Quellen ist keine Option?

Fay: Nein, wenn wir die Energiewende ernst nehmen, dann können wir nicht auf konventionell erzeugtes H₂ zurückgreifen. Das halte ich für einen Irrweg.

Weyrich: Grundsätzlich gehen wir bei H2Mare davon aus, dass wir den Großteil der notwendigen erneuerbaren Energie über die Windkraft erzeugen werden. Es ist aber auch klar, dass diese Windparks nicht alle in der Nord- und Ostsee stehen können, sondern auch an anderen Orten auf der Welt. Was wir als Technologielieferanten aber dabei besonders im Auge haben sind die Gesteungskosten der Gesamtanlagen, was für uns nicht nur die H₂-Erzeugung, sondern auch die Weiterverarbeitung und den Transport einschließt. Diese Gesamtkosten sind entscheidend dafür, wo wir z. B. Offshore-Anlagen sinnvoll aufbauen können.

Wo liegen für Sie denn ausgehend von Ihren H₂-Projekten die zentralen Herausforderungen bei der Produktion von grünem Wasserstoff?

Urbas: Wir müssen bei der Verwertung von regenerativen Energiequellen, die wenn die Sonne scheint oder der Wind weht im Überfluss vorhanden sind, effektiver werden. Das erfordert eine Flexibilisierung der Betriebsweisen, der nachgelagerten Verwertungsketten sowie eine Optimierung des Gesamtsystems. Was erzeugen wir wo? Was transportieren wir in welcher Form wohin? Das ist eine globale Aufgabe zu der wir Automatisierer:innen einen großen Teil beitragen können.

Woran denken Sie da konkret?

Urbas: Wir sorgen dafür, dass die verwendeten Systeme sicher und die Gestehungskosten gering sind, weil wir auf hochautomatisierte Anlagen setzen, die skaliert und ausgerollt werden können. Auch wenn wir ein verhältnismäßig kleines Rädchen im Getriebe dieser Leitprojekte sind, so sind wir doch entscheidend beteiligt. Es ist übrigens durchaus auch noch nach wie vor möglich, bei H2Giga Projekte einzureichen oder in den einzelnen AGs, wie beispielsweise der AG „Digitalisierung“ mitzuwirken und Ideen einzubringen.

Damit rückt die Automatisierungstechnik sicherlich auch ein Stück weiter ins Rampenlicht, oder?

Fay: In jedem Fall. Automatisierungstechnik ist der Schlüssel zu grünem Wasserstoff und leistet einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen der Energiewende.

Weyrich: Und das gelingt uns Automatisier:innen, weil wir eine besondere Fähigkeit haben. Wir können all die notwendigen Technologien für die H₂-Produktion, die es im Prinzip ja heute schon gibt, im Industriemaßstab zusammenfügen und miteinander kompatibel machen.

Was braucht es dafür aus Ihrer Sicht noch?

Fay: In erster Linie müssen vor allem die drei Leitprojekte bis zu ihrem Ende im Jahr 2025 erfolgreich abgeschlossen werden. Denn sie beweisen die Machbarkeit einer nachhaltigen Wasserstoff-Produktion im Industriemaßstab. Sie sollen Lösungen für drei klar definierte Themenfelder liefern: die Offshore-Produktion, den Transport und die Serienfertigung von Elektrolyseuren. Deutschland setzt hier gewissermaßen alles auf eine Karte, was ich als sehr positiv empfinde, weil es eben nicht eine Vielzahl paralleler Projekte gibt. In diesen Projekten sind jeweils auch entsprechend sehr viele Forschungsinstitute, Firmen und Partner beteiligt, um die Herausforderungen einer Wasserstoff-Produktion in den Griff zu bekommen.

Urbas: Und was dabei passiert ist, dass wir eine Plattform aufbauen, die stetig mit Wissen und Ressourcen angereichert wird. Dieser Nukleus entwickelt letztendlich auch die technologische Basis, auf der dann wiederum Geschäftsmodelle aufgesetzt werden können.

Die gesamte deutsche Forschungselite aus Wirtschaft und Wissenschaft zieht hier an einem Strang?

Fay: Absolut. Man kann wirklich sagen: Wenn die es nicht schaffen, dann schafft es keiner.

ZUR PERSON

Prof. Dr.-Ing. Alexander Fay

Seit 2003 ist Prof. Dr.-Ing. Alexander Fay Professor für Automatisierungstechnik an der Fakultät für Maschinenbau und Bauingenieurwesen an der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg. Seine Forschungsschwerpunkte sind Beschreibungsmittel, Methoden und Werkzeuge für ein effizientes Engineering von Automatisierungssystemen.

Prof. Dr.-Ing. Leon Urbas

An der Technischen Universität Dresden ist Prof. Dr.-Ing. Leon Urbas Inhaber der Professur für Prozessleittechnik und Leiter der Arbeitsgruppe Systemverfahrenstechnik. Er ist Mitglied des Vorstands des Process-to-Order-Labs, Sprecher des DFG-Graduiertenkollegs CD-CPPS und Studiendekan Informationssystemtechnik. Forschungsfelder sind offene Informations- und Automationsarchitekturen für eine gute Mensch-Technik-Kollaboration in der Prozessindustrie.

Prof. Dr.-Ing. Michael Weyrich

Prof. Dr.-Ing. Michael Weyrich ist Leiter des Instituts für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (IAS) der Universität Stuttgart. Seine Hauptforschungsgebiete sind Methoden und Tools zur Komplexitätsreduktion von Software in der Automatisierungstechnik. Seit Januar 2022 ist er darüber hinaus Vorstandsvorsitzender der VDI/VDE-Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA).