Energy Carrier Hydrogen – The Path from Concept to Commission

Authors:

- Dr.-Ing. Thilo Panten
- Maximilian Schröder, M.Sc.

With the adoption of the national hydrogen strategy, the federal government laid the foundation for the development of a hydrogen economy in Germany in June 2020. The hydrogen strategy aims to achieve several goals. The goal is reducing CO_2 emissions in the sectors industry, transportation, and energy. Besides emission reduction, the strategy seeks technological leadership in the hydrogen sector so that the German economy can profitably export its products and services in the hydrogen technology field in the future.

Hydrogen – A Profile

Hydrogen is the first element in the periodic table. Under ambient conditions, it is a gas, non-toxic, tasteless, odorless, and highly flammable. Under atmospheric pressure, a hydrogen concentration of only about 4 vol.-% in ambient air is sufficient to create an ignitable mixture. An explosion hazard exists from a hydrogen concentration of around 18 vol.-%. Hydrogen's high diffusion rate ensures it spreads quickly and mixes with air. Hydrogen has the highest mass-based energy density compared to all other common fuels but is about 14 times lighter than air. The volumetric energy density of hydrogen is only about 1/3 of that of natural gas and 1/4 of gasoline. Consequently, for technical use, hydrogen must be stored either in vacuum-insulated tanks in the liquid phase at temperatures below -253 °C or under high pressure in the gas phase. This is the only way to store a large amount of energy within a technically feasible volume. Another method of storing hydrogen is the use of Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHCs). LOHCs are organic compounds that can bind hydrogen through hydrogenation. Hydrogenated LOHCs can be transported in the liquid phase and stored under ambient conditions. To use the hydrogen, dehydrogenation is necessary, which requires an elevated temperature – i.e., energy supply.

A Carrier with Advantages and Disadvantages

Regarding the energy transition in Germany, hydrogen initially plays the role of an energy storage medium to help balance the fluctuations of renewable energies in the grid. This means that in the event of an oversupply of wind or solar power, electrolysers are operated to produce storable green hydrogen. Additionally, hydrogen imports are planned alongside domestic production. The centralized and decentralized production of hydrogen in Germany, especially by using surplus electricity, can reduce dependency on imports.

For hydrogen production via electrolysis, demineralized water is split into its components, oxygen and hydrogen, with the supply of electrical energy. Heat is generated during this process and must be dissipated. Since water electrolysis involves losses, more electrical energy must be used for the electrolysis process than is chemically bound in the produced hydrogen. The overall efficiency of a PEM electrolyser (Polymer Electrolyte Membrane) at the design point is about 60% – 70%. Energy is also needed for storage and transport. Particularly, compression significantly worsens the energy balance of the hydrogen utilization path. The high losses imply a significant increase in total electricity production in Germany if a significant portion of the energy supply is to be based on hydrogen, assuming a constant energy demand. Consequently, a massive oversupply of green electricity is a basic prerequisite for the success of the energy transition. This can then be used for hydrogen production, accepting conversion losses. This requires a shift in mindset, especially since it was taught in universities until recently to avoid converting electricity – pure exergy – into energetically inferior heat. This principle will no longer apply regarding the energy transition. Nevertheless, energy efficiency on the consumer side remains essential since energy is not abundantly available until the complete success of the energy transition and thus is extremely valuable.

Assuming sufficient green hydrogen can be produced or imported, the question arises as to the utilization of hydrogen. Hydrogen's technical properties are quite appealing. On one hand, hydrogen can be burned without CO_2 emissions, which is due to the simple fact that it contains no carbon. On the other hand, hydrogen, given appropriate infrastructure, can be transported quite efficiently over long distances via pipelines. Two significant disadvantages in this context are the low volumetric energy density, which requires higher pressures, and hydrogen's high diffusion tendency. Furthermore, the steels used for conventional natural gas pipelines react with hydrogen by reducing ductility, leading to hydrogen embrittlement. To solve this problem, various technical solutions, such as internal coatings, are being developed. However, about 20% of natural gas could already be replaced by blending with hydrogen. The pipeline systems and most consumers could be made fit for blending with manageable effort.

The Hydrogen Economy – A Vision

If the expansion of renewable energies in Germany succeeds to the required extent, hydrogen can be decentrally produced wherever there is a surplus of green electricity. Through appropriate branch pipelines, the hydrogen can be fed into the hydrogen pipelines. A well-known pipeline project is the European H_2-Backbone, which aims to connect 28 European countries with a planned 27,000 km by 2030 and 53,000 km by 2040. The plan is for 69% of the Backbone to consist of existing, repurposed natural gas pipelines. The newly constructed branch pipelines needed for decentralized feeding into the Backbone will form the remaining 31% of the pipeline network.

Decentralized hydrogen production can become economically interesting for companies in the case of existing own energy needs or guaranteed off-take, provided the boundary conditions at the production site are favorable. Additionally, the construction of a European hydrogen infrastructure is currently heavily subsidized by funding programs from Germany and the EU.

Currently, various research projects aim to gain experience in decentralized hydrogen production. Current questions include the use of this technology in operational business and the possibility of scalability. A key factor to determine whether decentralized hydrogen production makes sense or not is the availability of renewable energy. Different requirements of potential plant operators and varying boundary conditions are already emerging. Consequently, it is essential to develop individual technical concepts and economically assess them. The necessary "know-how" is not yet widespread. Many engineering offices are trying to establish themselves in this area, but most still lack references in the hydrogen sector. Furthermore, it often makes sense to reduce own energy needs through optimization measures first. These plant and process optimizations have often fallen victim to economic viability in the past due to low energy costs and must now be caught up.

A Plant Concept, Preferably with SMARTness!

The success of a project, at the current stage of hydrogen economy development, depends particularly on the quality of the plant and operating concept, in addition to the local boundary conditions. To develop a suitable plant concept, several steps are necessary. First, it must be clarified whether hydrogen is the appropriate energy carrier and what requirements and wishes exist from the customer side. The short-, medium-, and long-term goals of the customers should be surveyed to provide for system modularity from the start in case of future expansion plans. If it is a retrofit project integrating hydrogen technology into an existing plant, a thorough inventory should be conducted to identify the individual boundary conditions and possible interfaces. To operate the plant economically, an energy supply concept must also be developed. Especially when integrating fluctuating energies, the partial load capability of the plant must be considered, and a suitable storage and withdrawal concept developed. Furthermore, early consideration should be given to the potential use of oxygen and waste heat to increase the overall efficiency of the plant. About 25% of the supplied electrical energy is converted into technically usable heat. Additionally, approximately eight kilograms of oxygen are produced per kilogram of hydrogen produced. The desire to use all material and energy streams results in additional requirements. These often influence fundamental decisions, such as the choice of plant location. Once all components are united in an overall concept, a "smart" operating strategy must be developed to enable the optimized plant operation. In a final economic assessment, it is advisable to consider federal and state subsidies, as many concepts only become viable due to cost reduction in the design and acquisition stages. In summary, qualified planning costs money.

However, this is very well invested if, at the end of the planning phase, a holistic and viable concept is in place with no surprises.

Plant Construction – From Theory to Practice

The concept study is promising, and the basic engineering is complete. Therefore, the plant "only" needs to be built and put into operation. However, before that, the components needed for the project's realization must be technically specified, and suitable suppliers identified. Currently, there are various providers in the PEM electrolysis sector who advertise their products in glossy brochures and on websites with attractive buzz words. This creates the impression in procurement departments that a perfectly tailored serial product can be acquired bureaucratically from the market. Unfortunately, this assessment must be quickly revised once the phase of detailed clarification begins with an actual purchase interest. It turns out that the "big" providers often offer electrolysers only from a capacity of 1 MW upwards. Additionally, special requests, such as the ability to extract heat or oxygen, are not fulfilled by all providers, although they are technically feasible. Furthermore, the current demand exceeds supply, which does not increase the willingness of many suppliers to compromise. Besides the electrolyser, additional system components are often needed. These work in lab-scale but have shown vulnerabilities concerning durability in the field. If the electrolysis capacity is to be increased later, a modular plant design is recommended. It is also essential to identify possible "bottlenecks" in the periphery during the procurement process so that these can be directly eliminated if necessary.

Given the multitude of providers, it is advisable to involve a partner in specifying and selecting components who has direct contact with suppliers and knows their portfolios well. Once the main components have been determined, there is still an issue with delivery times for technical components, which have not yet returned to the pre-pandemic level. This phenomenon applies almost universally and is not limited to the hydrogen sector. Once all components are available, the plant can be built and commissioned. The specific safety regulations must be obviously complied with, but otherwise classic plant engineering is required, which is sufficiently well mastered in Germany.

Commissioning Completed – Now What?

Once the system has been commissioned, it should show what it can do. The operating strategy, which has hopefully been thoroughly considered during engineering, is transferred to software and stored in the system's automation. It should be considered that the operating strategy is usually based on thoughtful assumptions. It goes without saying that the veracity of these assumptions must be checked, especially as otherwise the system will not operate at its optimum operating point. It is also advisable to continuously monitor the system operation and to use the accumulated operating data for an iterative optimization of the system operation. Suitable performance monitoring,

which continuously supplies the most important parameters such as energy flows, system efficiency and degradation of the electrolyser, should therefore be planned in directly. In this way, any deviation from normal operation can be detected immediately. Furthermore, a structured adjustment of the operating strategy can be made if operational boundary conditions change.

The ERC Approach – Everything from a Single Source

The structured planning and construction of a hydrogen plant involves many different work steps and requires good project management due to its interdisciplinary nature. The transformation of their own energy supply is one of the biggest challenges currently facing decision-makers in the industrial SME sector. For this reason, ERC has developed a holistic approach specifically for the realization of hydrogen projects. The ERC Group offers the entire spectrum, from the energy optimization of the existing plant to the preliminary study and concept development, the implementation of a profitability analysis through to the construction and commissioning of the plants and acts as the sole point of contact for the entire duration of the project. Due to the existing experience in the conception of hydrogen projects, there is a high degree of sensitization to potential sources of error despite the individuality of the projects. Another component of the ERC approach is the holistic utilization of all energy and recyclable material flows. In this way, all utilization potentials are identified and the system configuration and its operating strategy are aligned as closely as possible to the theoretical maximum.

Hydrogen – How to Succeed

To master the task of the energy transition by integrating hydrogen technology, suppliers need a deep understanding of physics, a strong methodological and technical expertise in plant engineering and creative and non-ideological approaches to solutions, as well as a certain pioneering spirit.

Politicians need to provide a legal framework that enables the authorities to issue licenses quickly and unbureaucratically when they are applied for. The first changes have now been put into motion.

Customers who are responsible for the transformation of their energy supply first need a fundamental willingness to change and, of course, the will to tackle the matter. In addition to a budget for the project, a healthy dose of optimism and a suitable partner to support the realization of the project are helpful.

© istockphoto.com/audiobundwerbung

Wasserstoff als Energieträger – Der Weg vom Konzept bis zur Inbetriebnahme

Dr.-Ing. Thilo Panten, Geschäftsführer, ERC Engineering Xperts GmbH
Maximilian Schröder, Leiter Forschung und Entwicklung, ERC Emissions-Reduzierungs-Concepte GmbH

Mit der Verabschiedung der nationalen Wasserstoffstrategie hat die Bundesregierung im Juni 2020 den Grundstein für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft in Deutschland gelegt. Mit der Wasserstoffstrategie werden seitens der Bundesregierung mehrere Ziele verfolgt. Im Fokus steht dabei die Reduzierung der CO_2-Emissionen in den Bereichen Industrie, Verkehr und Energie. Neben der Emissionsreduzierung wird die Technologieführerschaft im Wasserstoffsegment angestrebt, damit die deutsche Wirtschaft zukünftig ihre Produkte und Dienstleistungen aus dem Gebiet der Wasserstofftechnologie gewinnbringend exportieren kann.

Wasserstoff – Ein Steckbrief

Bei Wasserstoff handelt es sich um das erste Element des Periodensystems. Es liegt bei Umgebungsbedingungen in der Gasphase vor, ist ungiftig, geschmacks- und geruchslos sowie hochentzündlich. Unter atmosphärischem Druck reicht eine Wasserstoffkonzentration von nur circa 4 Vol.-% in Umgebungsluft aus, um ein zündfähiges Gemisch zu erhalten. Ab einer Wasserstoffkonzentration von ca. 18 Vol.-% besteht bereits Explosionsgefahr. Die hohe Diffusionsgeschwindigkeit des Wasserstoffs sorgt zudem dafür, dass er sich sehr schnell ausbreitet und mit der Luft mischt. Wasserstoff verfügt über die massebezogen höchste Energiedichte, verglichen mit allen anderen gängigen Kraftstoffen, allerdings ist er auch etwa 14-mal leichter als Luft. Die volumetrische Energiedichte von Wasserstoff beträgt nur etwa 1/3 derjenigen von Erdgas und 1/4 derjenigen von Benzin. In der Konsequenz muss Wasserstoff für die technische Nutzung entweder in vakuumisolierten Tanks in der flüssigen Phase bei Temperaturen kleiner -253 °C oder aber unter hohem Druck in der Gasphase gespeichert werden. Nur so kann eine größere Energiemenge innerhalb eines technisch realisierbaren Volumens untergebracht werden. Eine weitere Möglichkeit, Wasserstoff zu speichern, ist der Einsatz von sogenannten Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHCs). Bei LOHCs handelt es sich um organische Verbindungen, mit

deren Hilfe der Wasserstoff durch Hydrierung gebunden werden kann. Hydrierte LOHCs können in flüssiger Phase transportiert und bei Umgebungsbedingungen gelagert werden. Für die Nutzung des Wasserstoffs ist eine Dehydrierung notwendig, die ein erhöhtes Temperaturniveau – also die Zufuhr von Energie – erfordert.

Ein Energieträger mit Vor- und Nachteilen

Mit Blick auf die Energiewende in Deutschland nimmt Wasserstoff zunächst die Rolle eines Energiespeichers ein, der dabei helfen soll, die Fluktuationen der erneuerbaren Energien auszugleichen. Das bedeutet, dass im Falle eines Überangebots von Wind- oder Solarstrom Elektrolyseure betrieben werden, um speicherbaren, grünen Wasserstoff zu produzieren. Perspektivisch ist zusätzlich zur heimischen Produktion der Import von Wasserstoff geplant. Die zentrale und dezentrale Produktion von Wasserstoff in Deutschland kann – insbesondere durch Nutzung von Überschussstrom – die Abhängigkeit von Importen reduzieren.

Für die Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyse wird hochreines Wasser unter Zufuhr von elektrischer Energie in seine Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff aufgespalten. Dabei entsteht Wärme, die aus dem Prozess abgeführt werden muss. Da die Wasserelektrolyse verlustbehaftet ist, muss für den Elektrolyseprozess mehr elektrische Energie aufgewendet werden, als später im erzeugten Wasserstoff chemisch gebunden ist. Der Gesamtwirkungsgrad eines PEM-Elektrolyseurs (Polymer Electrolyte Membrane) im Auslegungspunkt beträgt etwa 60 % – 70 %. Für die Speicherung und den Transport wird ebenfalls Energie benötigt. Insbesondere die Kompression verschlechtert die Energiebilanz des Wassersstoffnutzungspfades erheblich. Die hohen Verluste bedingen bei konstantem Energiebedarf eine deutliche Steigerung der Gesamtstromproduktion in Deutschland, wenn ein nennenswerter Anteil der Energieversorgung auf Wasserstoff basieren soll. In der Konsequenz ist eine Grundvoraussetzung für das Gelingen der Energiewende ein massives Überangebot an grünem Strom. Dieser kann dann, die Umwandlungsverluste billigend in Kauf nehmend, für die Wasserstoffproduktion genutzt werden. Hier ist ein Umdenken gefordert, zumal noch bis vor Kurzem an den Hochschulen gelehrt wurde, dass es zu vermeiden ist, Strom – also reine Exergie – in energetisch minderwertige Wärme umzuwandeln. Dieser Grundsatz wird mit Blick auf die Energiewende nicht mehr gelten. Gleichwohl ist Energieeffizienz auf der Verbraucherseite weiterhin gefordert, zumal Energie ja bis zum vollständigen Gelingen der Energiewende nicht im Überfluss zur Verfügung steht und somit äußerst wertvoll ist.

Unter der Voraussetzung, dass ausreichend grüner Wasserstoff produziert oder importiert werden kann, stellt sich die Frage der Wasserstoffnutzung. Die technischen Eigenschaften von Wasserstoff sind durchaus charmant. Zum einen lässt sich der Wasserstoff ohne CO_2-Emissionen verbrennen, was der simplen Tatsache geschuldet ist, dass er keinen Kohlenstoff enthält. Zum anderen kann Wasserstoff, eine entsprechende Infrastruktur vorausgesetzt, mittels Pipelines recht effizient über weite Strecken transportiert werden. Zwei wesentliche Nachteile sind in dem Zusammenhang die geringe volumetrische Energiedichte, die höhere Drücke erfordert sowie die hohe Diffusionsneigung des Wasserstoffs. Zudem reagieren die für konventionelle Erdgasleitungen verwendeten Rohrstähle bei Kontakt mit Wasserstoff mit einer verringerten Bruchdehnung, sodass sich im Ergebnis eine Wasserstoffsprödigkeit einstellt. Um dieses Problem zu lösen, wird an unterschiedlichen technischen Lösungen, wie beispielsweise Innenbeschichtungen gearbeitet. Schon heute könnten jedoch ca. 20 % des Erdgases durch Beimischung von Wasserstoff ersetzt werden. Die Leitungssysteme und die überwiegende Mehrheit der Verbraucher könnte mit überschaubarem Aufwand für die Beimischung ertüchtigt werden.

Die Wasserstoffwirtschaft – Eine Vision

Sofern der Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland in dem erforderlichen Maß gelingt, kann der Wasserstoff überall dort dezentral produziert werden, wo ein Überangebot von grünem Strom existiert. Über entsprechende Stichleitungen könnte der Wasserstoff in die Wasserstoffpipelines eingespeist werden. Ein bekanntes Pipelineprojekt ist der europäische H_2-Backbone, der mit geplanten 27.000 km bis 2030 bzw. 53.000 km bis 2040 insgesamt 28 europäische Länder miteinander verbinden soll. Dabei sieht der Plan vor, dass 69 % des Backbones aus vorhandenen, umgewidmeten Erdgasleistungen bestehen. Die neu zu errichtenden Stichleitungen, die für die dezentrale Einspeisung in den Backbone benötigt werden, bilden die verbleibenden 31 % des Leitungsnetzes.

Die dezentrale Produktion von Wasserstoff kann für Unternehmen im Falle eines vorhandenen Eigenenergiebedarfs bzw. einer garantierten Abnahme wirtschaftlich interessant werden, sofern die Randbedingungen am Produktionsstandort günstig sind. Zudem wird der Aufbau einer europäischen Wasserstoffinfrastruktur gegenwärtig stark durch Förderprogramme der Bundesrepublik Deutschland und der EU subventioniert.

© istockphoto.com/audioundwerbung

Aktuell verfolgen diverse Forschungsvorhaben das Ziel, Erfahrungen im Bereich der dezentralen Wasserstoffproduktion zu sammeln. Aktuelle Fragestellungen sind dabei der Einsatz der Technologie im operativen Geschäft und die Möglichkeit der Skalierbarkeit. Ein wesentlicher Faktor, der darüber entscheidet, ob die dezentrale Wasserstoffproduktion sinnvoll ist, ist die Verfügbarkeit regenerativer Energie. Was sich bereits abzeichnet, sind die unterschiedlichen Anforderungen der potenziellen Anlagenbetreiber sowie die variierenden Randbedingungen. Dementsprechend wichtig ist es, individuelle technische Konzepte zu entwickeln und diese wirtschaftlich zu bewerten. Das dafür erforderliche „Know-How“ ist bislang noch nicht sehr weit verbreitet. Zwar versuchen viele Ingenieurbüros, sich in diesem Bereich zu etablieren, jedoch verfügen die meisten bislang über keine Referenz im Wasserstoffsegment. Weiterhin ergibt es in der Regel Sinn, vorab den Eigenenergiebedarf durch Optimierungsmaßnahmen auf ein Minimum zu reduzieren. Diese Anlagen- und Prozessoptimierungen sind in der Vergangenheit aufgrund geringer Energiekosten, häufig der Wirtschaftlichkeit zum Opfer gefallen und müssen jetzt nachgeholt werden.

Ein Anlagenkonzept, möglichst mit Köpfchen!

Der Erfolg eines Projektes hängt im gegenwärtigen Entwicklungsstadium der Wasserstoffwirtschaft neben den Randbedingungen vor Ort insbesondere von der Qualität des Anlagen- und Betriebskonzepts ab. Um ein geeignetes Anlagenkonzept entwickeln zu können, sind mehrere Schritte erforderlich. Zunächst einmal muss geklärt werden, ob Wasserstoff überhaupt der geeignete Energieträger ist und welche Anforderungen und Wünsche es von Kundenseite gibt. Dabei sollten die kurzfristigen, aber auch die mittel- und langfristigen Ziele der Kundinnen und Kunden abgefragt werden, um im Falle von Erweiterungsabsichten eine entsprechende Modularität des Systems bereits von Beginn an vorzusehen. Handelt es sich um ein Retrofitvorhaben, in dem die Wasserstofftechnik in einen Anlagenbestand zu integrieren ist, sollte zudem eine ausführliche Bestandsaufnahme erfolgen, in der die individuellen Randbedingungen und die möglichen Schnittstellen identifiziert werden. Um die Anlage wirtschaftlich betreiben zu können, ist zwingend auch ein Energieversorgungskonzept zu erstellen. Insbesondere, wenn fluktuierende Energien eingebunden werden, ist hierbei die Teillastfähigkeit der Anlage zu berücksichtigen, weiterhin sind ein geeignetes Speicher- und Entnahmekonzept zu entwickeln. Darüber hinaus sollte auch frühzeitig über eine mögliche Sauerstoff- und Abwärmenutzung nachgedacht werden, um den Gesamtnutzungsgrad der Anlage zu erhöhen. Immerhin werden etwa 25 % der zugeführten elektrischen Energie in technisch nutzbare Wärme umgesetzt. Weiterhin fallen pro Kilogramm produzierten Wasserstoffs etwa acht Kilogramm Sauerstoff an. Aus dem Wunsch, alle Wertstoff- und Energieströme zu nutzen, ergeben sich zusätzliche Anforderungen. Diese beeinflussen häufig grundlegende Entscheidungen, wie zum Beispiel die Standortwahl der Anlage. Wenn alle Komponenten in einem Gesamtkonzept vereinigt wurden, gilt es, eine „smarte“ Betriebsstrategie zu entwickeln, die einen optimierten Anlagenbetrieb ermöglicht. Im Rahmen einer abschließenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist es ratsam, die Förderungen von Bund und Ländern in Form von Zuschüssen unbedingt mit einzubeziehen, zumal viele Konzepte erst durch die Kostendämpfung im Bereich der Konzeptionierung und Anschaffung tragfähig werden. Zusammenfassend ist festzuhalten: Eine qualifizierte Planung kostet Geld. Dieses ist jedoch sehr gut investiert, wenn am Ende der Planungsphase ein ganzheitliches und tragfähiges Konzept steht, das keine Überraschungen bereithält.

Anlagenbau – von der Theorie in die Praxis

Die Konzeptstudie ist vielversprechend und das Basic Engineering ist abgeschlossen. Folglich muss die Anlage „nur noch“ gebaut und in Betrieb genommen werden. Vorher gilt es aber, die für die Realisierung des Projektes benötigten Komponenten technisch zu spezifizieren und geeignete Lieferanten zu identifizieren. Gegenwärtig gibt es im Bereich der PEM-Elektrolyse unterschiedliche Anbieter, die ihre Produkte in Hochglanzbroschüren und auf Websites mit blumigen Worten bewerben. In den Beschaffungsabteilungen der Unternehmen entsteht so leicht der Eindruck, dass aus dem Vollen geschöpft und ein perfekt auf die eigenen Bedürfnisse abgestimmtes Serienprodukt unbürokratisch am Markt erworben werden kann. Diese Einschätzung ist leider schnell zu revidieren, wenn mit einem tatsächlichen Kaufinteresse die Phase der Detailklärung beginnt. Es zeigt sich, dass die „großen“ Anbieter häufig erst Elektrolyseure ab einer Leistung von 1 MW aufwärts anbieten. Zudem werden „Extrawünsche“, wie die Möglichkeit zur Wärme- oder Sauerstoffauskopplung, bei Weitem nicht von allen Anbietern erfüllt, obwohl dies technisch problemlos darstellbar wäre. Erschwerend kommt hinzu, dass die Nachfrage gegenwärtig größer als das Angebot ist, was die Kompromissbereitschaft vieler Lieferanten nicht gerade erhöht. Neben dem Elektrolyseur werden häufig noch weitere Systemkomponenten benötigt, die im

Labormaßstab zwar funktionieren, im Feld inzwischen aber Anfälligkeiten mit Blick auf die Lebensdauer offenbaren. Soll die Elektrolyseleistung zu einem späteren Zeitpunkt erhöht werden, so ist ein modularer Anlagenaufbau zu empfehlen. Weiterhin gilt es, die möglichen „Nadelöhre“ in der Peripherie bereits im Beschaffungsprozess zu identifizieren, damit diese gegebenenfalls direkt eliminiert werden können.

Aufgrund der Vielzahl an Angeboten empfiehlt es sich, bei der Komponentenspezifikation und -auswahl einen Partner einzubinden, der die direkten Kontakte zu den Anbietern hat und zudem deren Portfolios gut kennt. Wenn die Festlegung auf die Hauptkomponenten erfolgt ist, wären da noch die Lieferzeiten für technische Komponenten, die auch heute noch nicht wieder das Niveau erreicht haben, das vor der Pandemie vorlag. Dieses Phänomen gilt allerdings nahezu flächendeckend und ist nicht auf den Wasserstoffbereich beschränkt. Sind alle Komponenten vorhanden, kann die Anlage errichtet werden. Hier gilt es natürlich, die spezifischen Sicherheitsvorschriften einzuhalten, ansonsten ist aber klassischer Anlagenbau gefragt, der in Deutschland hinreichend gut beherrscht wird.

Inbetriebnahme erfolgt – und was jetzt?

Nach der Inbetriebnahme der Anlage soll diese zeigen, was sie kann. Die Betriebsstrategie, über die hoffentlich im Rahmen des Engineerings gründlich nachgedacht wurde, wird in eine Software überführt und in der Automation der Anlage hinterlegt. Hierbei ist zu bedenken, dass die Betriebsstrategie meist auf getroffenen Annahmen basiert. Die Richtigkeit dieser Annahmen gilt es selbstverständlich zu überprüfen, zumal die Anlage ansonsten nicht in ihrem optimalen Betriebspunkt operiert. Weiterhin empfiehlt es sich, den Anlagenbetrieb kontinuierlich zu überwachen und die auflaufenden Betriebsdaten für eine iterative Optimierung des Anlagenbetriebs zu nutzen. Ein geeignetes Performance-Monitoring, das kontinuierlich die wichtigsten Kenngrößen wie z. B. die Energieströme, die Anlageneffizienz sowie die Degradation des Elektrolyseurs liefert, sollte also direkt mit eingeplant werden. Auf diesem Weg kann eine Abweichung vom Normalbetrieb unmittelbar detektiert werden. Weiterhin kann so für den Fall, dass sich betriebliche Randbedingungen verschieben, eine strukturierte Anpassung der Betriebsstrategie vorgenommen werden.

Der ERC-Ansatz – Alles aus einer Hand

Die strukturierte Planung und der Bau einer Wasserstoffanlage umfassen viele unterschiedliche Arbeitsschritte und benötigen auch wegen der Interdisziplinarität ein gutes Projektmanagement. Die Transformation der eigenen Energieversorgung ist eine der größten Herausforderungen, vor der die Entscheider des industriellen Mittelstandes gegenwärtig stehen. Aus diesem Grund hat die ERC einen ganzheitlichen Ansatz eigens für die Abwicklung von Wasserstoffprojekten entwickelt. Die ERC-Gruppe bietet das gesamte Spektrum, von der energetischen Optimierung der Bestandsanlage über die Vorstudie und die Konzepterstellung, die Durchführung einer Wirtschaftlichkeitsanalyse bis hin zur Errichtung und Inbetriebnahme der Anlagen an und fungiert dabei als alleiniger Ansprechpartner über die gesamte Projektlaufzeit. Durch die vorhandenen Erfahrungen in der Konzeption von Wasserstoffprojekten ist trotz der Individualität der Projekte ein hohes Maß an Sensibilisierung für potenzielle Fehlerquellen vorhanden. Ein weiterer Bestandteil des ERC-Ansatzes ist die ganzheitliche Nutzung aller Energie- und Wertstoffströme. So werden alle Nutzungspotenziale identifiziert und die Anlagenkonfiguration und deren Betriebsstrategie möglichst nah am theoretischen Maximum ausgerichtet.

Wasserstoff – Wie es gelingen kann

Um die Aufgabe der Energiewende unter Einbindung der Wasserstofftechnologie meistern zu können, ist von den Anbietern neben einem tiefen Verständnis der Physik, einer ausgeprägten Methoden- und Fachkompetenz im Anlagenbau und kreativen sowie ideologiefreien Lösungsansätzen auch ein Stück weit Pioniergeist gefordert. Von der Politik braucht es einen gesetzlichen Rahmen, der es den Zulassungsbehörden ermöglicht, zügig und unbürokratisch Genehmigungen zu erteilen, wenn diese beantragt werden. Hier wurden inzwischen erste Änderungen beschlossen.

Die Kundschaft, die für die Transformation Ihrer Energieversorgung verantwortlich ist, benötigt zunächst einmal die grundsätzliche Bereitschaft zur Veränderung und natürlich den Willen, die Sache anzupacken. Hilfreich sind neben einem Budget für das Projekt eine gesunde Portion Optimismus und ein geeigneter Partner, der bei der Realisierung des Projektes unterstützt.

© Dr.-Ing. Thilo Panten

Dr.-Ing. Thilo Panten
Geschäftsführer
ERC Engineering Xperts GmbH
Tel. +49 4181 216 316
tpanten@erc-xperts.de

© Maximilian Schröder

Maximilian Schröder, M.Sc.
Leiter Forschung und Entwicklung
ERC Emissions-Reduzierungs-Concepte GmbH
Tel. +49 4181 216 100
mschroeder@erc-online.de