



Bild 1: Blick auf das klimaneutrale Viertel „Neue Weststadt“ in Esslingen am Neckar
© Maximilian Kamps, Stuttgart und Agentur Blumberg GmbH

Pilotprojekt Esslinger Stadtquartier

Der Wasserstoff aus dem die Speicherträume sind

Der Einsatz von Wasserstoff als Energiespeicher ist bisher meist auf industrielle Anwendungen beschränkt. Dass eine 1 MW_{el}-Hochleistungsanlage auch im öffentlichen Raum möglich ist, zeigt ein Pilotprojekt nahe Stuttgart. Entwickelt hat das zukunfts-fähige Energiekonzept das Steinbeis-Innovationszentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik Stuttgart. TÜV SÜD hat es sicherheitstechnisch begleitet und informiert Energie- und Wasserversorger darüber.

Wenn das energie- und klimapolitische Ziel der Bundesregierung Wirklichkeit werden soll, bis 2050 zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu kommen, sind noch Anstrengungen nötig. Die Immobilienbranche ist für fast 40 % aller CO₂-Emissionen verantwortlich. Mehr als zwei Drittel davon entfallen auf den Gebäudebetrieb. Eine besonders sinnvolle Lösung ist, Energie aus erneuerbaren Quellen vor Ort zu gewinnen und zu speichern – und dabei Strom, Wärme, Kälte und Mobilität zu kombinieren.

Energie vor Ort: Weite Transportwege entfallen

Unter dem Namen „Neue Weststadt“ wird derzeit in Esslingen am Neckar ein klimaneutrales Viertel gebaut, dem all dies gelingen dürfte (**Bild 1**). Angestrebt wird ein jährlicher CO₂-Ausstoß von unter einer Tonne pro Bewohner für Wohnen

und Mobilität. Auf 100.000 m² entstehen dafür über 450 Wohnungen, Büro- und Gewerbeflächen sowie ein Neubau der Hochschule Esslingen. Technisches Herzstück ist eine unterirdische Energiezentrale. Überschüssiger Solarstrom von den Dächern (**Bild 2**) hilft dort, grünen Wasserstoff zu produzieren. Der wird künftig vor Ort in einem Blockheizkraftwerk rückverstromt, zur saisonalen Langzeitspeicherung ins Gasnetz eingespeist und darüber hinaus bedarfsgerecht an Industrie- und Mobilitätsunternehmen in regionalem Verbund geliefert. Noch dieses Jahr installieren die Ingenieure den Elektrolyseur. Er ist mit anderen Versorgungssystemen über ein „Smart Grid“ vernetzt, das den Versorgern überdies eine flexible Vermarktung der Energie erleichtert.

Durch die zentrale Lage im Stadtviertel entfallen weite Transportwege für den Wasserstoff. Zudem lässt sich die Abwärme aus der Elektrolyse nutzen, um die

benachbarten Gebäude zu heizen. Der Nutzungsgrad dürfte sich so von den üblichen 60 auf bis zu 85 % steigern lassen. Die Voraussetzungen dafür schafften eine optimierte Wärmedämmung sowie eine Gebäudetechnik auf Niedertemperaturbasis mit großflächigen Fußbodenheizungen und Frischwasserstationen. Eine Adsorptionskälteanlage soll Kälteenergie zur Klimatisierung der Arbeitsbereiche liefern.

Durch eine gemeinsame Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) stehen für eine erfolgreiche Umsetzung und Begleitung des Vorhabens von rund 13 Mio. € zur Verfügung. Der Startschuss für das Projekt fiel im November 2017 – das interdisziplinäre Projektteam erarbeitet nun fünf Jahre lang vor Ort die Grundlagen für eine zukunfts-fähige Energieversorgung des klimaneutralen Stadtquartiers (**Bild 3**).

Sicherheitstechnik und Genehmigungsrecht

Das sicherheitstechnische Know-how kommt von TÜV SÜD Industrie Service aus Filderstadt – und damit fast aus der Nachbarschaft. Bisher gibt es zwar vergleichbare Ein-Megawatt-Anlagen. Doch stehen diese vornehmlich in Erzeugernähe und nicht dort, wo die Energie gebraucht wird. Dabei stellt Wasserstoff im öffentlichen Raum an das Genehmigungsrecht und die Risikobeurteilung noch umfassendere Anforderungen als auf der grünen Wiese oder in zugangsbeschränkten Industriearealen.

Konkret umfasst die erforderliche Systemarchitektur nicht nur die städtebaulich integrierten Elektrolysestacks samt Nebenaggregaten zur Wasserstoffherstellung. Sicherheitstechnisch evaluiert werden mussten auch die Komponenten zur Wärmeerzeugung, wie Wasserstoff-Blockheizkraftwerk, Wärmepumpe, Gas-Spitzenlastkessel und Wärmespeicher. Über die Wohn-, Gewerbe- und ein Hochschulgebäude verteilte photovoltaikmodule mit einer Gesamtleistung von 1.500 kW_p als auch eine im Erdreich verlegte Wasserstoffleitung und eine Wasserstoff-Abfüllanlage sind weitere Bestandteile.

Produktionsumfang und Sonnenstunden

Die Produktionskapazität des Elektrolyseurs beläuft sich auf knapp eine halbe

Tonne Wasserstoff pro Tag. Das Verteilkonzept ist flexibel gestaltet, sodass der erzeugte Wasserstoff – nach kurzzeitiger Zwischenspeicherung – unmittelbar der jeweiligen Nutzung zugeführt werden kann. Durch die geringen Lagermengen konnte damit die Einordnung in die Störfall-Verordnung – 12. BImSchV vermieden werden. Die Genehmigung für den Betrieb nach Bundesimmissionsschutzgesetz liegt bereits vor.

Die Laufzeit des Elektrolyseurs richtet sich nach der Verfügbarkeit von erneuerbarem Überschussstrom und liegt bei rund 4.500 Stunden der etwa 8.760 Stunden, die ein Jahr umfasst. Mit dem Forschungsprojekt zur Energiewende soll der Umgang mit Überschüssen aus der erneuerbaren Stromerzeugung untersucht und somit ausschließlich „grüner“ Wasserstoff erzeugt werden.

Technikverbund und Schutzkonzepte

Weil die Energiezentrale ein Verbund aus unterschiedlichen Anlagen darstellt, empfehlen die TÜV-SÜD-Experten ein übergreifendes dreistufiges Sicherheitskonzept des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW). Die erste Stufe umfasst die interne Überwachung der Elektrolyse-Einheiten mit Notabschaltung – auch aller Zündquellen – der Entspannung der Wasserstoff-Behälter und der Inertisierung aller Leitungen sowie

eine aktive Notentlüftung explosionsgefährdeter Zonen.

Stufe zwei betrifft die Überwachung des Aufstellraums. Hier geht es um die Notabschaltung der Elektrolyse-Einheiten und Zündquellen, der Entspannung der Wasserstoff-Behälter, der Inertisierung aller Leitungen, aber abhängig von der Wasserstoff-Konzentration im Raum, sowie um dessen aktive Entlüftung. Die dritte Stufe umfasst die Überwachung der Zuluft und das Auslösen der obigen Maßnahmen und das Abschalten der Gesamtanlage, falls Rauch oder Brände detektiert würden.

Entscheidend war hier die Entlüftung so zu realisieren, dass diese keine Beeinträchtigung im öffentlichen Raum bedingt – wie eine Lärmbelastung oder Risiken für die Anwohner. Dafür haben die TÜV SÜD-Experten Ausbreitungsrechnungen erstellt, welchen Weg etwaig abgelassener Wasserstoff je nach Witterung nehmen könnte. Umgekehrt durften potenzielle Brandgefahren aus dem öffentlichen Raum – beispielsweise durch Feuerwerkskörper oder Zigarettenreste – kein Risiko für die Anlage darstellen.

Technische Details und Komponenten

Die Wasserstoff-Produktion kombiniert unterschiedliche verfahrenstechnische Module wie die Wasser-Elektrolyse, Gas-aufbereitung und Leistungselektronik für den Gleichstrom. Der Elektrolyseur wird



Bild 2: Maximale Solarisierung des Gebäudekomplexes „Block B“

© Maximilian Kamps, Stuttgart und Agentur Blumberg GmbH

NEUE WESTSTADT // SCHAUBILD P2G2P

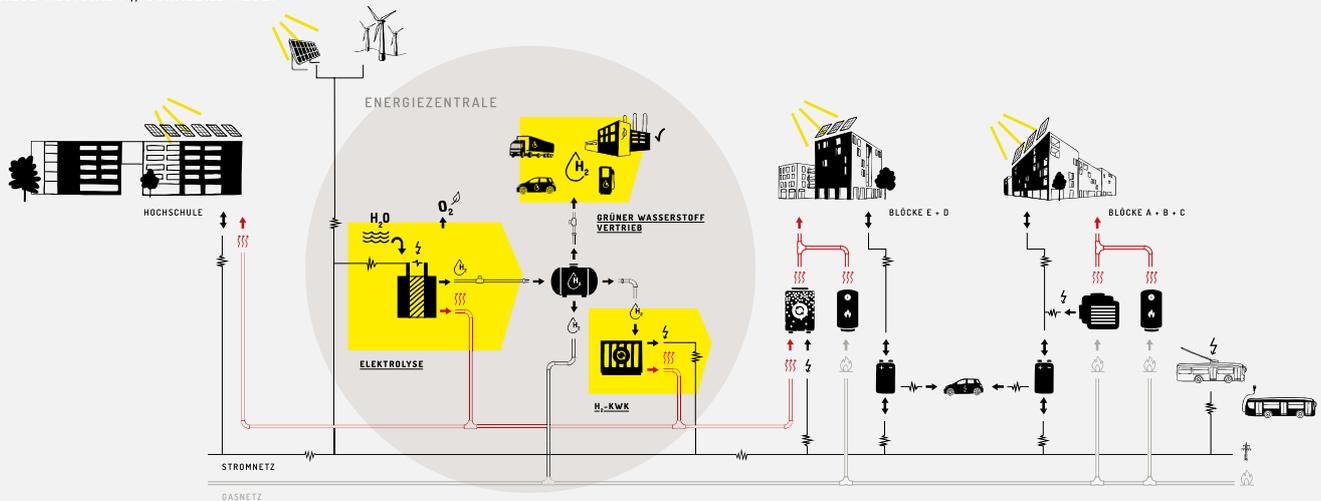


Bild 3: Energiekonzept des Klimaquartiers

© Agentur Blumberg GmbH

noch im Werk getestet – einschließlich aller Sicherheits- und Funktionskreisläufe – und verfügt über eine CE-Konformitätserklärung.

Nach dem Aufbau im Gebäude nimmt eine zugelassene Überwachungsstelle die Anlagenmodule auf Basis der Betriebssicherheitsverordnung ab. Neben dem Explosionsschutz betrifft das auch die Funktion beispielsweise der Elektroinstallation. Geprüft werden auch alle Verbindungspunkte und ob das geplante Sicherheitskonzept eingehalten wurde.

Im Versuchsbetrieb werden anschließend verschiedene Verschaltungen der Elektrolyse, der Gasbereitstellung und -aufbereitung sowie der Betriebsparameter variiert und aufgezeichnet. Schritt für Schritt lassen sich so Prozesse und Regelstrategien verbessern. Sicherheitstechnische Funktionen kommen nochmals separat auf den Prüfstand. Die vorliegende Anlage ist so ausgelegt, dass sie autonom arbeitet und sich selbst überwacht.

Eigensichere Komponenten und Notstromaggregat

Primär kommen bei dem Projekt zertifizierte, eigensichere Geräte und Komponenten zum Einsatz. Alle Sicherheits-

kreisläufe wurden einer Gefährdungsbeurteilung unterzogen. Die funktionale Sicherheit und damit die Ausfallwahrscheinlichkeiten wurden anhand von Safety Integrity Leveln (SIL) klassifiziert. Notausschalter entziehen der Anlage und den Modulen im Bedarfsfall den Strom. Zudem lassen sich diese durch Ventilkombinationen verfahrenstechnisch trennen und druckseitig entspannen. Mit den geprüften Schaltgeräten ist ein sicheres Abfahren jederzeit möglich – selbst bei ungeplanten Anlagenzuständen.

Ein Prozessleitsystem gibt Warnmeldungen aus, falls kritische Werte erreicht werden. So lässt sich im Gefahrenfall jederzeit rechtzeitig gegensteuern. Zudem existiert eine übergeordnete Sicherheitstechnik, die bei einzelnen Alarmen die Elektrolyse abschaltet und beispielsweise die elektrolytische Wasserstoffbereitstellung, die Pumpen, aber auch Begleitheizungen in Standby überführt. Selbst mögliche Stromausfälle bezieht das Sicherheitskonzept ein. Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung ist in der Lage, sicherheitsrelevante Systeme mehrere Stunden zu versorgen. Dauert der Ausfall länger, baut die Anlage selbstständig den Betriebsdruck ab und aktiviert einen Wiedereinschaltenschutz, um einem unkontrollierten Anlaufen vorzubeugen.

Fazit

Auf Basis des Stands der Technik lassen sich heute bereits sichere und wirtschaftliche technische Lösungen finden, um erneuerbare Energie in Wasserstoff zu speichern – nicht nur in abgeschotteten Industriearealen, sondern auch im öffentlichen Raum. Das Esslinger Pilotprojekt kann damit ein Leuchtturm sein für den klimaneutralen Wohn- und Gewerbebau. Das integrative Gesamtkonzept steigert nicht zuletzt die regionale Wertschöpfung.

Autoren:

Guntram Schnotz
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Filderstadt
Tel.: +49 711 7005-533
guntram.schnotz@tuev-sued.de
www.tuvsud.com/de

Simon Marx
Steinbeis-Innovationszentrum
Energie-, Gebäude- und Solartechnik
Stuttgart