

Forschungsbericht BWPLUS

Erweiterung der H₂-Tankstelle Stuttgart Talstraße zu einer Bustankstelle für den ÖPNV

Autor:

Alexander Thomas

Netze BW GmbH
Schelmenwasenstraße 15
70567 Stuttgart

Förderkennzeichen: BWH 13001

Die Arbeiten des Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung werden mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg gefördert

April 2015

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
1.1	Kurzbeschreibung der Forschungsergebnisse	3
1.2	Motivation und Hintergründe des Vorhabens.....	3
1.3	Aufgabenstellung	3
2	Projektdurchführung	4
2.1	Wissenschaftlicher und technischer Stand.....	4
2.2	Bekannt gewordene Fortschritte anderer Stellen	5
2.3	Planung und Ablauf des Vorhabens.....	6
2.3.1	Planung	7
2.3.2	Genehmigung.....	9
2.3.3	Beschaffung der Technik.....	10
2.3.4	Errichtung und Inbetriebnahme der Anlage	11
2.3.5	Betrieb.....	12
2.4	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	12
3	Ergebnisse.....	13
3.1	Beitrag der Ergebnisse zu den Zielen des Förderprogramms.....	13
3.2	Erzielte Ergebnisse	13
3.3	Verwertbarkeit, Ergebnistransfer	14
3.4	Veröffentlichung der Ergebnisse	14
4	Literaturverzeichnis.....	15

1 Einleitung

1.1 Kurzbeschreibung der Forschungsergebnisse

Mit dem Vorhaben wurde eine vorhandene PKW-Wasserstofftankstelle so erweitert, dass Busse mit Brennstoffzellenantrieb an dieser Stelle Wasserstoff tanken können.

Das Projekt zeigte erfolgreich, wie die erforderlichen Schritte von der Planung bis zur Umsetzung durchzuführen sind.

Bei der Entwicklung des technischen Konzeptes entstand eine Lösung, die auch für andere Standorte anwendbar ist. Die Inbetriebnahme bewies die Tauglichkeit unter Praxisbedingungen.

Wie der Betrieb zeigt, sind die Busse der ideale Einsatzzweck für die Wasserstoffbetankung: Die Anforderungen im Vergleich zur PKW-Betankung einfach sind und die großen Abnahmemengen bieten die Voraussetzungen um einen wirtschaftlich erfolgreichen Betrieb untersuchen zu können.

1.2 Motivation und Hintergründe des Vorhabens

Die H2-Tankstelle wurde von der EnBW im Rahmen des Projektes H2-Mobility errichtet und stellt Wasserstoff mit 700 bar für PKW zur Verfügung. Für das Projekt wurde eine Folgenutzung erforderlich.

Die SSB AG hat von 2014 bis 2018 Wasserstoffbusse im nahegelegenen Busdepot Gaisburg stationiert, die in Fellbach bzw. Stuttgart eingesetzt werden. Dazu benötigt die SSB eine Tankmöglichkeit.

Es kommt zu diesem Zweck die H2-Anlage aus dem EnBW-Forschungsprojekt in Frage. Dafür sind jedoch Umbaumaßnahmen erforderlich. Diese sollen im vorliegenden Projekt untersucht und umgesetzt werden.

Die vorhandene Anlage stellt den Wasserstoff aus Elektrolyse vor Ort her. Mit der beantragten Erweiterung zur Bustankstelle kann die gesamte Anlage besser ausgelastet und damit die Szenarien für den Betrieb als Energiespeicheranlage besser erprobt werden.

1.3 Aufgabenstellung

Der Umfang des beantragten Vorhabens umfasst den Bau eines Wendeplatzes und Zapfpunktes für die Busbetankung. Die Anlage selbst wird um einen zusätzlichen Speicher, Zapfsäule und einen eignen Tankautomaten für Busse erweitert.

Es wird demonstriert, wie die technische Umsetzung einer Bustankstellenerweiterung erfolgt.

2 Projektdurchführung

2.1 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Im Zusammenhang mit dem Umbau des Energiesystems auf regenerative Quellen ist dem elektrolytisch erzeugten Wasserstoff eine feste Rolle als Speichermedium zugekommen.

Dem Wasserstoff wird in den aktuellen Szenarien für folgende Nutzungen verwendet:
(nach Deutsche Energie-Agentur GmbH, 2013)

- als Rohstoff für die industrielle Nutzung
- als Kraftstoff für Mobilitätsanwendungen
- als Beimischung zum Erdgas im Netz bzw.
- Umwandlung zu synthetischem Erdgas (SNG)

Aus der Kombination mit Erdgas (Beimischung bzw. Methanisierung) folgt die weitere Nutzung zur Stromerzeugung und Wärmeversorgung

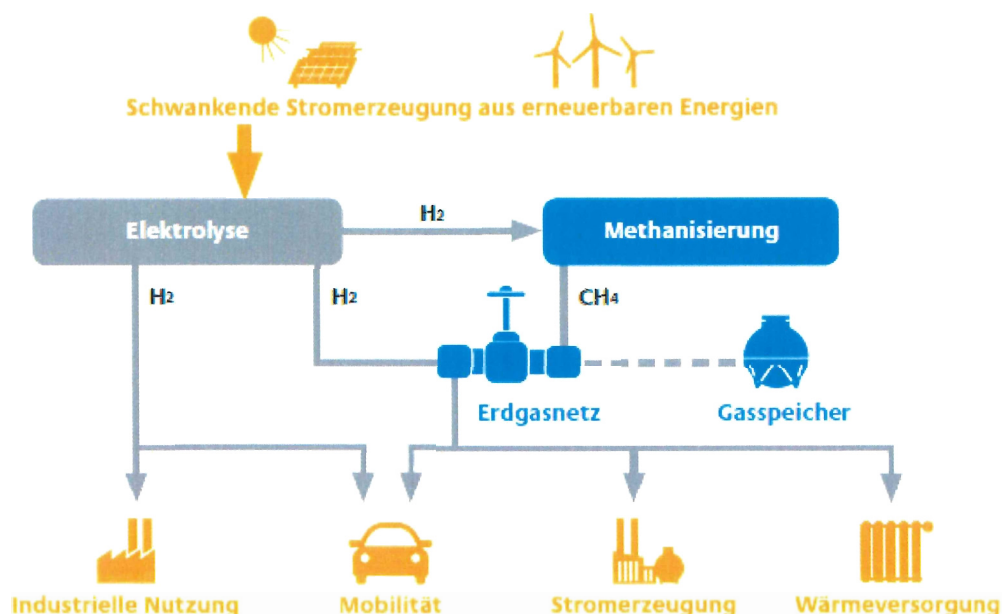


Abbildung 1: Nutzungspfade Wasserstoff (Deutsche Energie-Agentur GmbH, 2013)

Die Anwendung für Mobilität wird über Leuchtturmprojekte für die Anwendung von Wasserstoff in der Praxis untersucht. Eines dieser Projekte ist die CEP (Clean Energy Partnership). In diesem Zusammenschluss von Anlagenherstellern, Fahrzeugherstellern und Betreibern werden 50 Wasserstofftankstellen bis 2016 errichtet und betrieben, von denen bereits mehr als 20 bereits in Betrieb sind (NOW, 2013).

2.2 Bekannt gewordene Fortschritte anderer Stellen

Die Mehrzahl der in Deutschland befindlichen Wasserstofftankstellen ist für die Betankung von PKW ausgelegt. Tankstellen für Busse mit Wasserstoffherzeugung vor Ort sind im Rahmen der CEP in Hamburg (Hafencity) und Berlin (Sachsendamm, Flughafen BER) vorhanden.

Weitere H₂ Bustankstellen mit Lieferwasserstoff befinden sich in Karlsruhe (KIT H₂-Shuttle, 2014) und Hürth (Chemergy, 2014)

Dadurch ist bereits Technologie vorhanden und eingesetzt, um Busse mit Wasserstoff versorgen zu können. Jedoch ist die Implementierung an jedem Standort spezifisch zu gestalten, speziell im Hinblick auf die technische Lösung und die behördliche Genehmigungsfähigkeit.

Durch den Einsatz an verschiedenen Anlagentypen ist auch das Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten (Elektrolyse-Speicher-Verdichter) an unterschiedlichen Anlagenkonzepten analysierbar.

Die große Abnahme von Wasserstoff durch Busse erlaubt es, die vorhandenen Anlagen besser auszulasten und so die Rahmenbedingungen für einen effizienten Betrieb zu untersuchen. Insofern unterstützt der Einsatz von Brennstoffzellenbussen an so viel wie möglichen Stationen für die Ziele der Praxiserprobung im Rahmen der CEP.

Grundlage für die Erweiterung der Tankstelle am Standort Gaswerk bildet das aktuelle Projekt „S-Presso“ (Stuttgarter Praxiserprobung von wasserstoffbetriebenen Omnibussen- SSB, 2014) und der erfolgreiche Einsatz von Brennstoffzellenbussen der SSB im vorangegangenen Projekt CUTE von 2003 bis 2005.

Nach Einschätzung der Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie Baden-Württemberg ist der kommerzielle Einsatz von H₂-Bussen ab 2030 zu erwarten (e-mobil BW GmbH, 2014).

Aufgrund der gleichzeitig laufenden EnBW- und SSB-Projekte im Rahmen der CEP ist dieses Vorhaben eine vorteilhafte Konstellation mit vielen Synergieeffekten, welches die Chance bietet, Wege für ein kommerziell tragfähiges Konzept aufzuzeigen.

2.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Es handelt sich um ein industrielles Investitionsprojekt, welches im Rahmen der üblichen Abwicklung von anlagentechnischen Projekten umgesetzt wurde.

Die Hauptaufgaben bestehen aus: Planung, Genehmigung, Errichtung/Inbetriebnahme und Anlagenbetrieb.

Diese Teilung widerspiegelt sich in den Arbeitspaketen des Förderprojektes. Die Umsetzung unterliegt neben den konzerninternen Prozessen den Verwendungsrichtlinien des Projektträgers des Landes Baden-Württemberg.

Dies bildete die Grundlage für den Projektterminplan, der in der Umsetzung auch eingehalten werden konnte.

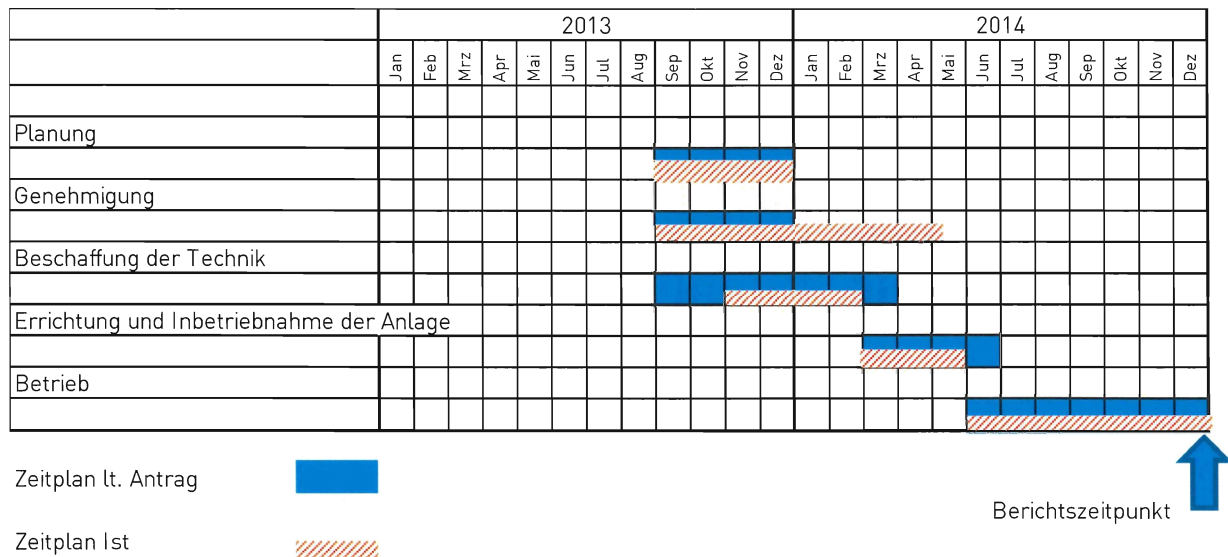


Abbildung 2: Projektzeitplan

Bezüglich der Kosten wurde mit der Antragstellung in Höhe von 500 T€ gerechnet.

Darin entfielen 216 T€ auf den Umbau des Standorts (Tiefbau, Anschlüsse) und 284 T€ auf den Anlagenbau (Zapfsäule, Speicher).

In der Umsetzung wurden ca. 130 T€ beim Tiefbau gespart, da eine einfache Ausführungslösung gefunden werden konnte und keine Altlasten oder sonstige Unwägbarkeiten im Baugeschehen auftraten. Weiterhin konnten auch die Anschlüsse so hergestellt werden, dass keine zusätzlichen Kosten anfielen.

Beim Anlagenbau konnten ca. 50 T€ gespart werden, Grund hierfür ist, dass die Einbindung in die Altanlage und den Blitzschutz mit weniger als dem erwartetem Aufwand erfolgen konnte.

Insgesamt betragen die Ausgaben 317 T€, davon 83 T€ für den Umbau des Standorts, 234 T€ für die Anlagentechnik.

Der Ablauf in den einzelnen Arbeitspaketen wird in den folgenden Abschnitten beschrieben:

2.3.1 Planung

Bei der Planung werden Lösungen für eine anwendergerechte Ausführung der Anlagentechnik und Gestaltung des Tankplatzes für die Busse des ÖPNV entwickelt.

Sicherheitstechnische Gutachten, Nutzeranforderungen und anlagentechnische Anforderungen bilden die Grundlage für die Planung und Genehmigung.

Die Planungen sind auf mehreren Ebenen erforderlich: Anlagenbau, Tankautomat und Tiefbau.

Die Anlagentechnische Erweiterung umfasst eine neue Zapfsäule und zusätzlichen Pufferspeicher. Eine entsprechende Lösung wurde von Fa. Linde erstellt. Wesentlicher Bestandteil ist die Integration der neuen Komponenten in die vorhandene Steuerung und das bestehende Anlagensicherheitskonzept. Diese Lösung wurde mit dem TÜV abgestimmt und umfasst folgende Hauptelemente:

- Erweiterung des H2-Pufferspeichers um 12 Speicherflaschen a 50 Liter (12,3 kg zus. Speichermenge)
- Installation einer zusätzlichen Zapfsäule für 350 bar-H2-Befüllung von Bussen
- Implementierung in der Anlagensteuerung

Für die Integration des CEP-Kartenlesers wurde Kontakt mit Fa. ght aufgenommen, um die passende Kartenleserautomatentechnik bestimmen zu können.

Gewählt wurde ein Tankautomat, der für Flotten geeignet ist und der sich mit dem vorhandenen Tankautomatensystem integrieren lässt.

Der Automat akzeptiert die CEP-Karen und kann über das vorhandene Auswertesystem ausgelesen werden.

Im Tiefbau erstellte das Büro Bankai Architekten das LV und die Ausführungsplanung für den Tiefbau. Diese lagen im Dezember 2013 fertig für die Ausschreibung vor. Die Abstimmungen dazu erfolgten im Vorfeld, u.a. durch eine Testfahrt mit einem Bus der SSB an der geplanten Tankbucht oder einem Besuch der H2-Tankstelle am KIT in Karlsruhe.

Als wesentliche Bestandteile der baulichen Gestaltung stellten sich heraus:

- Wetterschutz (Überdachung der Zapfstelle)
- Rammschutz (Poller vor der Zapfsäule)
- Ableitfähige Fläche (Stellplatz als Betonfahrbahn)

Menge H2	1 Bus	2 Busse	4 Busse	max. 6 Busse
Tankinhalt:	35 kg			
Ausnutzung	50 %			
Tankmenge/d	17,5 kg	35 kg	70 kg	105 kg
Einsatztage (90%)	328,5 d			
Tankmenge/a:	5.749 kg	11.498 kg	45.990 kg/a	34.493 kg
Verdichter	1 Bus	2 Busse	4 Busse	Maximal
Leistung	13,35 kg/h	13,35 kg/h	13,35 kg/h	13,35 kg/h
Kapazität/d	17,5 kg	35 kg	70 kg	304,38 kg
Laufzeit/d	1,31 h	2,62 h	5,24 h	22,8 h
Elektrolyseur	1 Bus	2 Busse	4 Busse	Maximal
Leistung	5,34 kg/h	5,34 kg/h	5,34 kg/h	5,34 kg/h
Kapazität/d	17,5 kg	35 kg	70 kg	121,752 kg
Laufzeit/d	3,28 h	6,55 h	13,11 h	22,8 h
Speicher HD	Vorhanden	Erweiterung	Gesamt	
Menge 700 bar	93,5 kg	37,4 kg	130,8 kg	
Nutzbar (33%)	30,8 kg	12,3 kg	43,2 kg	

➤ Auslegung auf 2 Busse (Regelbetrieb 1 Bus, Redundanz, opt. Erweiterung)

➤ Verdichter- und Elektrolyseleistung der vorh. Anlage ausreichend (max. 6 Busse, Begrenzung durch Elektrolyse)

➤ Erweiterung HD-Speicher erforderlich um 2 Busse aus dem Speicher betanken zu können (ohne Verdichter)

Abbildung 3: Ermittlung Speichererweiterung

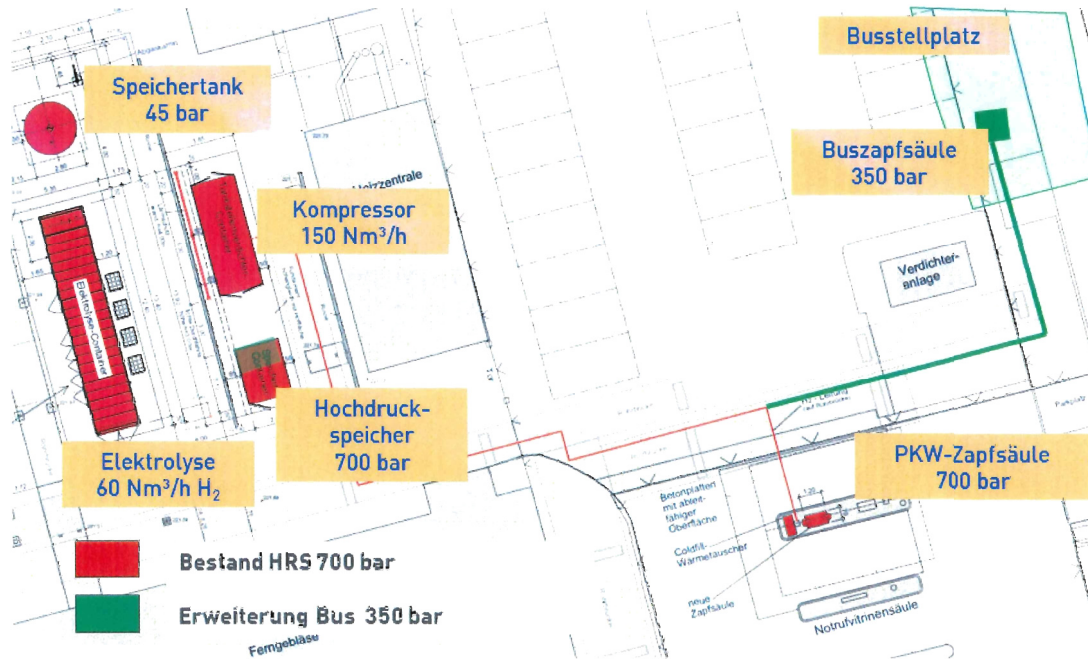


Abbildung 4: Übersicht H₂-Buserweiterung

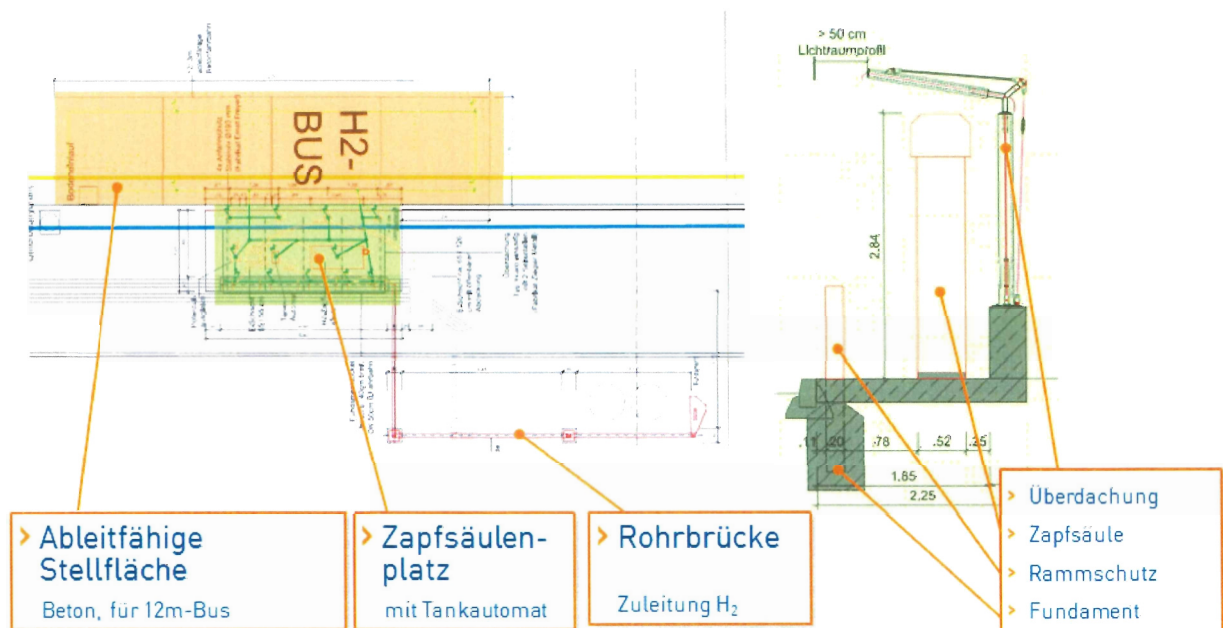


Abbildung 5: Übersicht Ausführung Tankplatz

2.3.2 Genehmigung

Die Genehmigung umfasst die Abstimmungen mit den zuständigen Behörden, um ein geeignetes Verfahren passend zur vorhandenen Anlage und den besonderen Anforderungen am Standort Stuttgart Talstraße durchführen zu können.

Die Ergebnisse aus der Planung sind hierfür die Voraussetzung, weiterhin bilden die Auflagen aus der Genehmigung die Randbedingungen für den Betrieb der Gesamtanlage.

In Q4 2013 erfolgten Abstimmungen mit der zuständigen Genehmigungsbehörde zu den genehmigungstechnischen Erfordernissen.

Das Vorhaben wurde dem Regierungspräsidium Stuttgart, Abteilung Umwelt, Ref. 54.5 vorgestellt, welches auch die Genehmigung für die bestehende Anlage erteilte.

Als Ergebnis wurde festgestellt, dass für die Erweiterung eine Anzeige als Ergänzung zur bestehenden BlmSch-Genehmigung erforderlich ist.

Die Anzeige mit den erforderlichen Unterlagen (techn. Beschreibung, Pläne) wurde im Februar 2014 eingereicht.

Zusätzlich wurde für den Betrieb eine Erlaubnis nach §13 BetrSichV erforderlich. Diese umfasste die gleichen Antragsunterlagen wie die Anzeige nach BlmSchG und wurde am 5.5.2014 erteilt.

Da die Genehmigung mit Baubeginn bzw. Inbetriebnahme vorlag, kam es zu keinen negativen Auswirkungen auf den Gesamtterminplan.



Abbildung 6: Ablauf Genehmigung

2.3.3 Beschaffung der Technik

Hier wird aus den Erfordernissen des Nutzers sowie der Planung und Genehmigung eine verfügbare technische Lösung gesucht.

In Zusammenarbeit mit den am Markt befindlichen Anlagenherstellern wird ein umsetzbares Konzept erstellt und ausgeschrieben.

Für die Anlagenkomponenten wurden in Zusammenarbeit mit dem Einkauf der EnBW AG die am Markt verfügbaren Optionen geprüft. Neben dem Angebot der Fa. Linde wurden auch weitere Hersteller angefragt. Da für die Zapfsäule und deren Ansteuerung Eingriffe in das Sicherheitskonzept der vorhandenen Anlage erforderlich sind und damit Einfluss auf die CE-Konformität haben, schieden Fremdhersteller für die Anlagenkomponenten aus.

Für die Speicherflaschen wurde der Produzent direkt angefragt, jedoch werden die Flaschen nicht an Endkunden vertrieben.

Die Lieferzeit für die kritischen Anlagenkomponenten (Pufferspeicher) beträgt 6 Monate. Unter Berücksichtigung der notwendigen Montage- und Testzeit wurde die Bestellung im Oktober ausgelöst.

Der Tankautomat wurde bereits Ende 2013 bestellt und geliefert.

Leistungen für den Tiefbau wurden im Dezember 2013 ausgeschrieben, die Vergabe erfolgte im Februar 2014.



Abbildung 7: Installierte Technik

2.3.4 Errichtung und Inbetriebnahme der Anlage

Die neuen Anlagenteile werden installiert und die vorhandene Anlage angepasst. Mittels Tests und Abnahmen wird die Übereinstimmung mit den technischen Anforderungen und den Genehmigungsaufgaben überprüft.

Hierzu zählt auch der erforderliche Tiefbau für die Ausführung des Tankplatzes.

Alle wesentlichen Komponenten wurden beauftragt, sodass folgende Meilensteine abgestimmt und eingehalten werden konnten:

Baubeginn Tiefbau: März 2014, Fertigstellung Mai 2014

Baubeginn Anlagenbau: Ende März 2014, Fertigstellung Mitte April 2014

Inbetriebnahme: Mai 2014

Maßgebend für die Terminkette war der Tiefbau und dabei die Abbindezeit des Betons.

Deswegen galt die Priorität der Bodenplatte für die Zapfsäule und den Fundamenten für die Rohrbrücke um mit den Installationsarbeiten rechtzeitig beginnen zu können.

Ebenso kritisch zeigte sich die Fertigstellung der ableitfähigen Betonfläche: Für den Abnahmetest und die Inbetriebnahme muss die Fläche befahren werden können. Die Abbindezeit des Betons von 28 Tagen ist hierbei zu berücksichtigen. Die Radlast und das Befahren führen zu einer hohen Belastung der Betonoberfläche.

Als weniger kritisch zeigte sich die Installation der Anlagenkomponenten. Die Installation der Speicherflaschen, Montage der Rohrbrücke und Zapfsäule erfolgte innerhalb einer Woche. Dies wurde gleichzeitig mit der Jahreswartung der Anlage kombiniert. Dadurch waren die Ausfallzeiten auf ein Minimum reduziert. Ingetaktet wurde die Installation mit der Abnahme durch die ZÜS, es waren 2 Abnahmen erforderlich: einerseits für die Elektrotechnik und den Blitzschutz, andererseits für die Druckgeräte, d.h. die Speicherflaschen und die mechanischen Anlagenteile.

Zum Schluss folgte der Anschluss des Kartenlesers. Für die Kommunikation der Zapfsäule und des Lesers untereinander wird die LON-Schnittstelle verwendet. Insofern war diese Verbindung ohne Einrichtungsaufwand verbunden. Höhere Anforderungen stellte dagegen die Integration des Kartenlesers im vorhandenen Auswertesystem. Da der neue Kartenleser mit dem vorhandenen Kartenleser gekoppelt ist, musste eine Netzwerkverbindung eingerichtet und die Auslesesoftware erweitert werden.

Zur endgültigen Fertigstellung wurden noch eine Beleuchtung installiert und Informationstafeln angebracht.

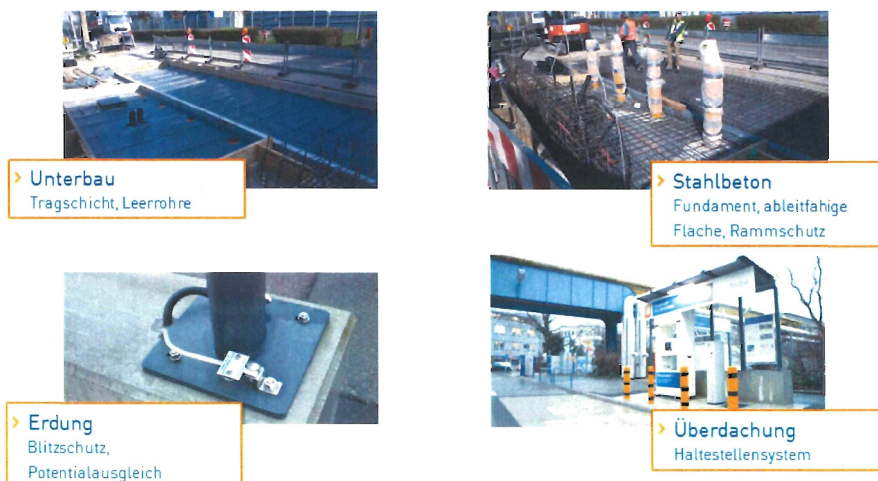


Abbildung 8: Details Bau

2.3.5 Betrieb

Im Praxisbetrieb wird das Anlagenverhalten kontinuierlich überprüft. Der Betrieb wird im NOW-Projekt der Gesamtanlage weitergeführt.

Die ersten Tankungen für den Probebetrieb erfolgten im Juli 2014 im Zusammenhang mit dem Testbetrieb auf der geplanten Buslinie.

Durch die erhöhte Auslastung der Anlage (2-3x soviel wie PKW) konnte ein höherer Gesamtwirkungsgrad erreicht und letzte Fehler in der Elektrolysebetrieb identifiziert werden.



Abbildung 9: Betankung des Busses

2.4 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

In diesem Projekt kam es in erster Linie zur Zusammenarbeit mit der Genehmigenden Behörde. Diese ist das Regierungspräsidium (RP) Stuttgart und zuständig für die Genehmigung nach Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) am Standort Stuttgart Talstraße. Erforderlich waren für die Genehmigung Abstimmungen zur geplanten Ausführung und dem Anlagenbetrieb.

Maßgebend war ein Auftaktgespräch (Vorgespräch) und der laufende Austausch während der Planungen.

Im Zuge der Überwachungspflichten erfolgte eine Vor-Ort-Begehung am 25.6.2014 durch das RP Stuttgart.

Mit der üblichen Projektbearbeitung kam es zu Abstimmungen auf technischer Ebene zwischen den vom Projekt betroffenen :

Netze BW (Standortsicherheit, Betrieb), Bankai Architekten (Ausführung Tiefbau), Linde AG (Ausführung Technik), ght GmbH (Tankautomat), SIAB GmbH & Co.KG (Tiefbauausführung), TÜV Süd GmbH (Abnahme), SSB (Probebetankung Busse).

3 Ergebnisse

3.1 Beitrag der Ergebnisse zu den Zielen des Förderprogramms

Ziel des Innovationsprogramms Wasserstoffinfrastruktur Baden-Württemberg ist es, die Wasserstoffinfrastruktur im Land aufzubauen.

Mit diesem Projekt konnte erfolgreich gezeigt werden, wie eine vorhandene Wasserstofftankstelle für PKW zu einer Betankungsanlage für Busse erweitert werden kann.

Weiterhin sorgt die verstärkte Abnahme von Wasserstoff durch die Busse für eine bessere Auslastung der vorhandenen Infrastruktur.

3.2 Erzielte Ergebnisse

Die erfolgreiche Inbetriebnahme der Zapfstelle für Busse lieferte den Nachweis, dass der Umbau auch unter den praktischen Anforderungen möglich ist. Über die rein technischen Anforderungen hinaus konnte die Zulassungs- und Genehmigungsfähigkeit bewiesen werden.

Von der Leistungsfähigkeit waren die Komponenten Verdichter und Elektrolyse an der Bestandsanlage ausreichend dimensioniert. Als begrenzende Komponente in der Anlage stellte sich der Hochdruckpufferspeicher heraus.

Über den Umbau hinaus zeigen sich weitere wertvolle Erkenntnisse für den Betrieb der Gesamtanlage einschl. der Wasserstofferzeugung vor Ort. So konnte der H₂-Absatz von 75 kg/ Monat (Durchschnitt Jan-Dez) um 196 kg (Durchschnitt Jul-Dez) erhöht werden.

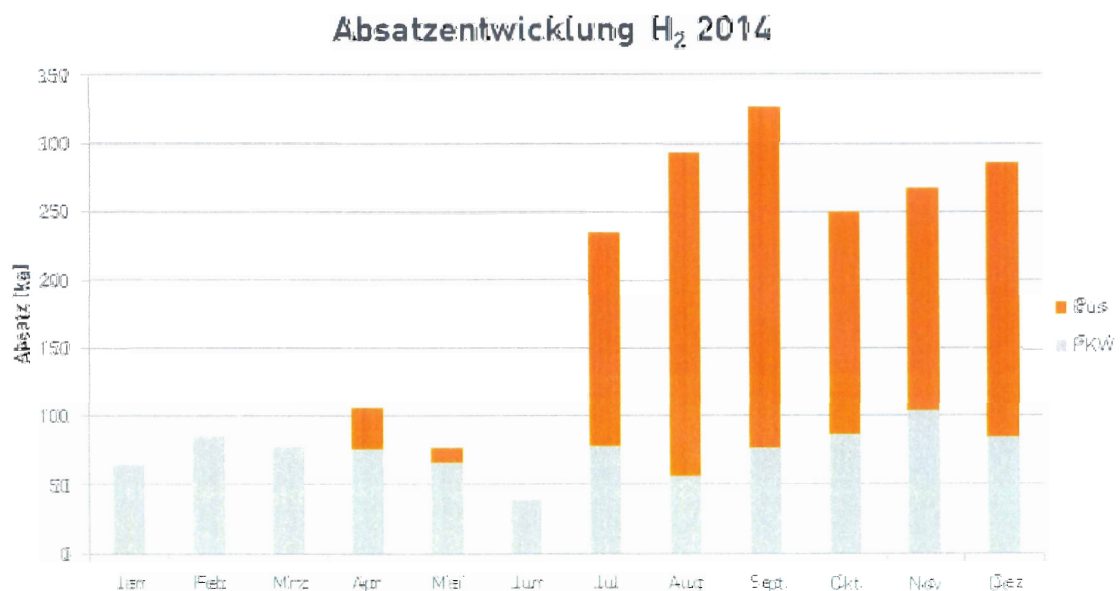


Abbildung 10: monatliche Abgabemenge H₂

Die höhere Auslastung führt zu einer Verbesserung des Betriebsverhaltens:
 Zum einen konnten Fehler in der bestehenden Anlage erkannt werden, die durch die längeren Betriebszeiten erst auftraten. Speziell betrifft das die Elektrolyse, welche durch den nun öfters auftretenden Dauerbetrieb endgültig eingerichtet werden konnte.
 Zum anderen konnten durch die günstigeren Laufzeiten und die ungekühlte Betankung auch die Energieverluste verringert werden, was zu einem höheren Gesamtwirkungsgrad führt.

	H ₂ vertankt [kg]	H ₂ gespeichert [kg]	H ₂ produziert [kg]	Strom gesamt [kWh]	Verbrauch Elektrolyse [kWh/kg prod.]	Verbrauch gesamt [kWh/kg vert.]	η Elektrolyse [%]	H ₂ Verlust [%]	η gesamt [%]
Jan 14	65,7	22,0	443,1	28.098,1	53,6	427,7	73,5	80,2	9,2
Feb 14	86,1	-62,0	426,2	27.852,2	54,4	323,5	72,4	82,4	12,2
Mrz 14	78,6	42,0	183,7	14.472,2	56,7	184,1	69,5	34,3	21,4
Apr 14	106,6	47,0	220,8	16.217,9	57,3	152,2	68,8	30,4	25,9
Mai 14	77,1	-32,0	74,1	7.805,6	64,1	101,3	61,5	27,3	38,9
Jun 14	39,4	3,0	52,8	5.766,0	64,2	146,3	61,4	19,7	26,9
Jul 14	235,5	-21,4	323,1	22.467,3	56,4	95,4	69,8	31,6	41,3
Aug 14	294,0	-45,0	325,2	22.946,9	56,1	78,1	70,3	20,6	50,5
Sep 14	327,4	-33,0	384,6	25.580,8	55,6	78,1	70,8	21,6	50,4
Okt 14	250,9	91,0	419,5	27.837,2	55,5	110,9	71,0	18,5	35,5
Nov 14	268,4	-91,0	247,1	18.119,3	57,2	67,5	68,9	20,6	58,3
Dez 14	286,5	119,0	498,9	33.561,5	56,6	117,1	69,6	18,7	33,6
2014	2.116,1	-7,0	3.599,0	250.725,0	56,0	118,5	68,9	33,8	33,7

Jan-Jun	67,8	45,7	22,4
Jul-Dez	70,1	21,9	44,9
Veränderung	2,3	-23,8	22,5

› Steigerung des Wirkungsgrads der Gesamtanlage um 22,5 % durch bessere Auslastung

Abbildung 11: Ermittlung Gesamtwirkungsgrad

3.3 Verwertbarkeit, Ergebnistransfer

Die Ergebnisse fließen über die Mitarbeit in der CEP durch die EnBW AG mit ein. Dadurch ist ein permanenter Erkenntnisübertrag in die Arbeitskreise und Veröffentlichungen des größten Zusammenschlusses im Bereich der mobilen Wasserstoffinfrastruktur über das Projektende hinaus gewährleistet.

Das DLR plant weiterhin am selben Standort mit einem PEM-Elektrolyseprojekt die Versorgung der H₂-Tankstelle zu ergänzen, damit kann die Versorgung über den neuen Elektrolyseur weiterhin erprobt werden.

3.4 Veröffentlichung der Ergebnisse

Es sind Beteiligungen an Veranstaltungen und Veröffentlichungen der CEP (Presseevent Herbst 2015) und des Landes Baden-Württemberg (z.B. Broschüre „Einblicke“) geplant.

4 Literaturverzeichnis

Chemergy. (2014). <http://www.hycologne.de/>.

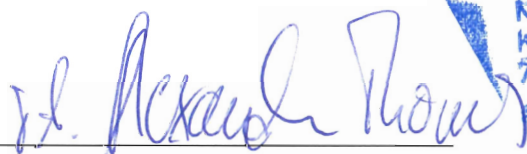
Deutsche Energie-Agentur GmbH. (2013). *Power to Gas. Eine innovative Systemlösung auf dem Weg zur Marktreife.*

e-mobil BW GmbH. (2014). *Die Rolle von Wasserstoff in der Energiewende.*

KIT H2-Shuttle. (2014). [http://www.kit.edu/kooperieren/H2shuttle.php#Nähere Informationen.](http://www.kit.edu/kooperieren/H2shuttle.php#Nähere%20Informationen)

NOW. (2013). *Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien - Tragende Säulen der Energiewende 2.0.*

SSB. (2014). *Willkommen im Brennstoffzellen-Hybridbus.*



Netze BW GmbH
Kriegsbergstraße 32
70174 Stuttgart
Ein Unternehmen der E.ON

i.A. Alexander Thomas