



Schlussbericht

e-HRS

Wasserstoff-betriebene Schnellladestation für batterieelektrische Fahrzeuge



Quelle: H2Energy, 2022



Datum: 12. Dezember 2022

Ort: Zürich

Subventionsgeberin:

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Energieforschung und Cleantech
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Subventionsempfänger/innen:

H2 Energy AG
Hohlstrasse 186, 8004 Zürich
www.h2energy.ch

Autor/in:

Jorim Rosenberg, H2 Energy AG, jorim.rosenberg@h2energy.ch
Thomas Walter, H2 Energy AG, thomas.walter@h2energy.ch

BFE-Projektbegleitung:

Stefan Oberholzer, stefan.oberholzer@bfe.admin.ch

BFE-Vertragsnummer: SI/502097-01

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.



Zusammenfassung

In diesem Forschungsprojekt wurde die wasserstoff-betriebene Schnellladestation für batterie-elektrische Fahrzeuge (BEV) «e-HRS» entwickelt und aufgebaut. Sie wurde im September 2021 der Öffentlichkeit an der Wasserstoff-Tankstelle in St. Gallen vorgestellt und ist seit März 2022 an diesem Ort in Betrieb. Es konnte gezeigt werden, dass diese Art und Weise der Aufladung zuverlässig funktioniert und mit der Anlage eine netzschonende Ladung von BEV mithilfe von Wasserstoff als Energieträger möglich und sinnvoll ist. Durch den Einsatz von grünem Wasserstoff können die CO₂-Emissionen einer Ladung um rund 85% auf 17 gCO₂eq/kWh reduziert werden im Gegensatz zur Ladung mit Netz-Strom. Aufgrund der limitierten Verfügbarkeit von PV-Strom am Standort, sind Aufladungen mit Solarstrom nur in geringem Masse möglich. Zudem stellte sich heraus, dass ein komplett netzunabhängiger Betrieb von Vorteil ist, weshalb die nächste Generation ohne Netzanschluss, dafür mit einer Batterie ausgestattet sein wird.

Résumé

Dans le cadre de ce projet de recherche, la station de recharge rapide à hydrogène pour véhicules électriques à batterie (BEV) "e-HRS" a été développée et mise en place. Elle a été présentée au public en septembre 2021 à la station-service d'hydrogène de St. Gallen et est en service à cet endroit depuis mars 2022. Il a été démontré que ce mode de recharge fonctionne de manière fiable et que l'installation permet de recharger les BEV à l'aide d'hydrogène comme vecteur d'énergie tout en préservant le réseau et qu'elle est judicieuse. L'utilisation d'hydrogène vert permet de réduire les émissions de CO₂ d'une charge d'environ 85% à 17 gCO₂eq/kWh, contrairement à la charge avec l'électricité du réseau. En raison de la disponibilité limitée de l'électricité photovoltaïque sur le site, les recharges avec de l'électricité solaire ne sont possibles que dans une moindre mesure. De plus, il s'est avéré qu'un fonctionnement totalement indépendant du réseau était avantageux, c'est pourquoi la prochaine génération ne sera pas raccordée au réseau, mais sera équipée d'une batterie.

Summary

In this research project, the hydrogen powered fast-charging station for battery electric vehicles (BEV) called "e-HRS" was developed and commissioned. In September 2021, it was presented to the public at a hydrogen refuelling station in St. Gallen, where it is in regular operation since March 2022. It could be shown that this way of re-charging BEV is reliable and without additionally loading the grid by utilizing hydrogen as energy carrier. Also, when using green hydrogen, CO₂ emissions can drastically be reduced for about 85% to 17 gCO₂eq/kWh as opposed to charging with grid electricity. Because of the limited availability of PV electricity at this location, its possibility to charge BEV are very limited. Furthermore, it turned out that a completely grid independent is beneficial. Hence, with the next generation, the grid connection will be removed and a battery will be added.

Take-home messages

- Die Technik des wasserstoff-betriebenen Schnellladers ist verfügbar und funktioniert zuverlässig.
- Mit Wasserstoff als Energieträger kann ein batterie-elektrisches Fahrzeug mit hoher Leistung geladen werden, ohne das Stromnetz zu belasten.
- Durch den Einsatz von grünem Wasserstoff werden die CO₂-Emissionen dieser Aufladung deutlich reduziert werden.
- Der Mobile Aufbau des Laders ermöglicht die Sicherstellung einer bedarfsgerechten Schnellladekapazität; so können z.B. im Winter zusätzliche Lader in Wintersportorten und im Sommer an den Alpenübergängen oder an Festivals aufgebaut werden.



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	3
Résumé.....	3
Summary	3
Take-home messages	3
Inhaltsverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einleitung	6
1.1 Ausgangslage und Hintergrund	6
1.2 Motivation des Projektes	6
1.3 Projektziele	6
2 Anlagenbeschrieb	7
3 Vorgehen und Methode.....	8
4 Ergebnisse und Diskussion	8
4.1 Begleitstudie	11
5 Schlussfolgerungen und Fazit	11
6 Ausblick und zukünftige Umsetzung	11
7 Kommunikation	12
8 Literaturverzeichnis	12
9 Broschüre kvyreen	13



Abkürzungsverzeichnis

AC	Alternating Current
BEV	Battery Electric Vehicle
BZ	Brennstoffzelle
DC	Direct Current
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches
ECU	Electronic Control Unit
e-HRS	Electric Hydrogen Refueling Station
SOC	State of Charge



1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Hintergrund

Mit diesem anwendungsorientierten Forschungsprojekt wurde eine wasserstoff-betriebene Schnellladestation «e-HRS» (Electric Hydrogen Refuelling Station) für batterie-elektrische Fahrzeuge (BEV, Battery Electric Vehicle) mit einer Ladeleistung von bis zu 60 kW entwickelt und aufgebaut, und wird nun an einer Wasserstoff-Tankstelle in St. Gallen betrieben. Die e-HRS verwendet keine Batterien zur Zwischenspeicherung von Strom und nutzt denselben Wasserstoffspeicher wie die Wasserstoff-Tankstelle.

Für die Schnellladung mittels Brennstoffzellen wird ausschliesslich grüner Wasserstoff, produziert aus erneuerbarem Strom, verwendet. Mit der e-HRS wird eine tages- und jahreszeitenunabhängige Schnellladekapazität angeboten, die trotz der hohen Ladeleistung das örtliche Stromverteilungsnetz nicht belastet und damit zu keinen lokalen Stromengpässen führt. Dabei stellt die Speicherfähigkeit von Wasserstoff und speziell die Möglichkeit der zeitlichen und örtlichen Trennung zwischen der Wasserstoff-Produktion und -Nutzung den entscheidenden Vorteil dar. So kann Wasserstoff in Zeiten von Stromüberschüssen produziert und in Zeiten von Strommangel genutzt werden. Die e-HRS erlaubt damit, zyklisch anfallende erneuerbare Energie im Mobilitätssektor nutzbar zu machen.

Das Projektteam dankt dem BfE für das entgegengebrachte Vertrauen und die gewährte Unterstützung.

1.2 Motivation des Projektes

Die Verfügbarkeit eines flächendeckenden Schnellladenetzes wird als einer der wesentlichen Erfolgsfaktoren für die weitere Verbreitung von batterie-elektrischen Fahrzeugen gesehen. Netz-betriebene Schnelllader im Leistungsbereich 50 – 150 kW benötigen typischerweise einen Mittelspannungsanschluss, der hohe Investitionskosten verursacht. Zudem belasten solche Schnellladestationen das lokale Stromnetz sehr stark.

Mit dem Forschungsprojekt e-HRS wurde eine wasserstoff-betriebene Schnellladestation entwickelt. Die e-HRS wird auf Wasserstoff-Tankstellen betrieben und verwendet denselben Wasserstoffspeicher wie die Tankstelle. Mit dieser Lösung können die initialen Investitionskosten für die elektrische Erschließung des Mittelspannungsnetzes als auch die übermässige Belastung des lokalen Verteilnetzes vermieden werden.

1.3 Projektziele

Das anwendungsorientierte Forschungsprojekt hatte folgende Zielsetzungen:

1. Entwicklung einer wasserstoff-betriebenen Schnellladestation (e-HRS) mit 2 Ladeplätzen und einer kombinierten maximalen Ladeleistung von 150 kW, die unabhängig von Tages- und Jahreszeit zur Verfügung steht.
2. Sicherstellung eines Ladebetriebs ohne übermässige Belastung des lokalen Stromnetzes.
3. Keine Verwendung von Batterien zur Zwischenspeicherung von Energie und direkter Betrieb der Brennstoffzellen an dem Schnelllader.
4. Gestaltung der e-HRS als bewegliche Einheit, so dass sie mit wenig Aufwand abgebaut und an einer anderen Wasserstoff-Tankstelle wieder aufgebaut werden kann. So kann sie zur Abklärung sowie Entwicklung von neuen Ladestandorten und Verbesserung der Investitionssicherheit von netz-betriebenen Schnellladestationen mit teuren Mittelspannungsanschlüssen oder zur Schaffung einer bedarfsgerechten Schnellladekapazität eingesetzt werden.



2 Anlagenbeschreibung

Die Abbildung 1 zeigt die Integration der e-HRS an einer bestehenden H₂-Tankstelle. Die e-HRS wird vom gleichen H₂-Speicher gespeist wie die H₂-Tankstelle. Innerhalb des Abfüllpanels der bestehenden Tankstelle wird H₂ abgezweigt und über einen separaten Versorgungsschrank der e-HRS zur Verfügung gestellt. Über eine 400V Drehstrom-Leitung wird die Ladestation gespeist.

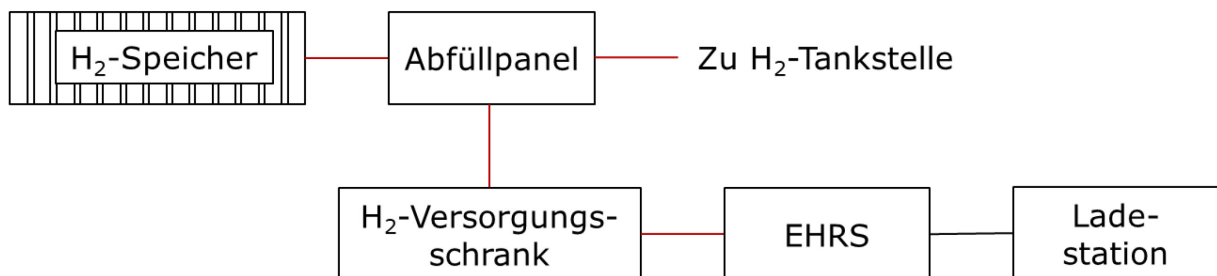


Abbildung 1: Integration der e-HRS an bestehender Tankstelle

Die Abbildung 2 zeigt den Aufbau der e-HRS etwas detaillierter. Ein Brennstoffzellen-System (BZ-System) wird mit Wasserstoff gespeist und generiert eine Leistung von bis zu 60 kW bei einer DC-Spannung von ca. 650 – 700 VDC. Über einen DC/AC-Wandler wird daraus phasen-synchronisierter Drehstrom (400 V, 50 Hz, 3 Phasen) erzeugt und über einen Trenntransformator an den Lader abgegeben. Ein Netzanschluss dient einerseits als Puffer, um schnelle Laständerungen des Schnellladers abzu-dämpfen. Andererseits wird er benötigt, um das BZ-System zu starten. Mit einer elektronischen Kontrol-leinheit (ECU, Electronic Control Unit) und eigens entwickelter Software werden die einzelnen Kompo-nenten angesteuert und überwacht. Anders als ursprünglich geplant, wurde nur eine BZ anstelle von zwei eingebaut. Grund dafür sind die unerwartet hohen Kosten der Systeme.

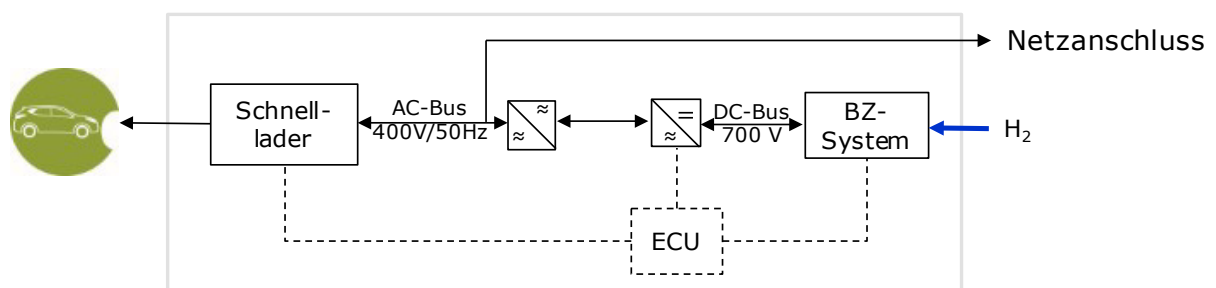


Abbildung 2: Vereinfachter Aufbau und Schnittstellen der e-HRS



3 Vorgehen und Methode

Sowohl die Projektplanung als auch die Projektabwicklung erfolgte in Übereinstimmung mit den gängigen Regeln für das Projektmanagement. Ausgehend von der Aufgabenstellung, der Zielsetzungen, dem Zeitrahmen und den verfügbaren Ressourcen wurde ein Projektplan erstellt. Dieser Projektplan diente sowohl der zeitlichen als auch der personellen und finanziellen Planung.

Für die Fortschritts- und Kostenkontrolle wurden ebenso standardisierte Werkzeuge eingesetzt und in einem monatlichen Rhythmus erfasst und ausgewertet.

Für die Zielerreichungskontrolle des Forschungsprojektes wurden vier Ziele formuliert, die im Zuge des Betriebs der Anlage an der Tankstelle in St. Gallen überprüft wurden (vgl. Kapitel 4):

1. Pro Tag ≥ 10 Schnellladungen mit je ≥ 20 kWh übertragener Ladeenergie und max. Ladeleistung im Bereich von 100 bis 150 kW (je nach zulässiger Ladeleistung des Fahrzeugs).
2. Max. Lastspitzen des Leistungsbezugs aus dem Netz während des Betriebs ≤ 15 kW am Einspeisepunkt.
3. Max. Dauer zwischen Initialisierung Ladevorgang (Anmeldung am Terminal oder Einstecken des Ladesteckers) bis zum Start des Ladevorgangs ≤ 5 Min.

4 Ergebnisse und Diskussion

Die e-HRS wurde im September 2021 bei der H₂-Tankstelle der Fa. Avia Osterwalder an der Oberstrasse 141 in St. Gallen für einen temporären Betrieb aufgebaut und getestet, dabei wurde die Wasserstoffversorgung noch mit Hilfe eines Flaschenbündels vorgenommen. Im Rahmen eines öffentlichen Events konnten bereits erste batterie-betriebene Autos, Baumaschinen, Lastwagen etc. aufgeladen werden [1]. Im Frühjahr 2022 konnte die e-HRS in den Prototypenbetrieb übergehen, mit H₂-Speisung direkt von der Tankstelle, wo sie auch aktuell betrieben wird. Zu Beginn wurden in erster Linie Testladungen vorgenommen und die Anlage wurde dann sukzessive in den regulären Dauerbetrieb mit Ladungen durch Privatpersonen überführt. So konnten anfängliche Abstimmungsprobleme zwischen den Komponenten und der Steuerung gelöst und ein zuverlässiger Betrieb sichergestellt werden.



Abbildung 3: Installation der e-HRS (links) und Ladesäule (rechts) an der H₂-Tankstelle in St. Gallen



Die aktuellen Betriebsdaten und der Systemzustand werden kontinuierlich überwacht, aufgezeichnet und an einen zentralen Server übertragen. Damit können u.a. der aktuelle Status des Systems (Normalbetrieb, Ladungsvorgang, Fehler, etc.), diverse Betriebsparameter (Druck H₂-Leitung, Temperaturen, etc.) und statistische Daten (Anzahl Ladungen, total verbrauchte H₂-Menge, etc.) überwacht werden. Eine Zusammenfassung der Betriebsdaten ist in Tabelle 1 aufgeführt, wobei nur die Ladungen von Privatpersonen berücksichtigt wurden, weil diese die Realität besser widerspiegeln.

Tabelle 1: Kennwerte der Ladungen im Zeitraum vom 07.06.2022 bis 23.11.2022

Total Anzahl Ladungen	30
Durchschnittliche Ladeleistung	44 kW
Durchschnittliche Spitzenladeleistung	52 kW
Durchschnittliche Ladedauer	34 min
Durchschnittliche übertragene Energie pro Ladung	27 kWh
Total geladene Energie	815 kWh
Total verbrauchter Wasserstoff	53 kg
Total eingespartes CO ₂ ¹	79 t
Durchschnittlicher Wirkungsgrad	52 %
Durchschnittliche. Leistungsspitze ins/vom Netz (<5 s)	33 kW
Typische Leistungseinspeisung ins Netz (>5 s)	ca. 3 kW

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass die in Kapitel 3 genannten Ziele grösstenteils erreicht werden konnten.

1. Mit 27 kWh pro Ladung konnte die durchschnittlich übertragene Ladeenergie deutlich übertroffen werden.
2. Die Leistungsregelung ist so gewählt, dass typischerweise eine Netzleistung von ca. 3 kW ins Netz gespiesen wird. Dies stellt einen stabilen Betrieb sicher. Je nach Bedarf kann der Betrieb weiter optimiert und dieser Wert weiter reduziert werden. Während der Initialisierung und dem Einschalten der Anlage wird für eine kurze Zeit bis zu 33 kW aus dem Netz bezogen. Die hohen Leistungsspitzen resultieren aus der Kommunikation zwischen Lader und Fahrzeug und konnten deshalb nicht weiter reduziert werden. Zu Beginn jeder Ladung muss dem Lader jeweils die volle Leistung zur Verfügung gestellt werden, weil er sonst die Ladeleistung für die gesamte Ladung reduziert. In Zusammenarbeit mit dem Lader-Hersteller könnte dieser Leistungswert weiter vermindert werden.
3. Die Dauer zwischen Ladungsinitialisierung und Ladungsbeginn beträgt rund 20 s, abhängig vom Bediener der Ladesäule. Bis die e-HRS die maximale Leistung erbringt, dauert es rund 1-2 min. Die BZ könnte zwar innerhalb von <1 min die volle Leistung bringen, Aufgrund der Abstimmung zwischen Fahrzeug, Ladesäule und BZ wurde aber eine langsamere Rampe angesetzt, sodass die e-HRS robuster läuft.

¹ Annahme: 17g CO₂/kWh für Ladung mit Wasserstoff, 113.5 gCO₂/kWh für Ladung mit Netzstrom (siehe Kapitel 4.1)



Leider konnten folgende Ziele nicht erreicht werden:

1. Die gewünschte Anzahl von 10 Ladungen pro Tag wurde verfehlt. Dies lag im Wesentlichen an der beschränkten Nachfrage nach Schnellladungen an der HRS. So ist die Ladesäule z.B. noch nicht in einem Register für Ladestationen aufgeführt.
4. Aufgrund des extremen Anstiegs der Strompreise und der einhergehenden Verteuerung des Wasserstoffs war die explizite und projektbegleitende Analyse der Profitabilität nicht möglich. Teilweise wird in der Begleitstudie darauf eingegangen.

Die Abbildung 4 zeigt exemplarisch den Verlauf einer Ladung vom 20.10.22. In den Leistungsverläufen (links) ist zu erkennen, dass die Ladeleistung (Charge Power) innerhalb von rund 2 min auf das Maximum von 60 kW steigt und danach für rund 25 min anhält. Die Leistung der BZ (FC Power) ist während der Ladung stets etwas höher, weil ansonsten die Ladeleistung durch den Lader begrenzt würde, die Differenz wird ins Netz gespiesen. Am Leistungsverlauf ins/vom Stromnetz (Net Power) ist die hohe Leistung zu Beginn der Ladung erkennbar, welche aber nur sehr kurz anhält. Während der Ladung wird dann ständig rund 3 kW ins Netz gespiesen, bis am Ende der Ladung wieder eine hohe Leistungsspitze für sehr kurze Zeit vorhanden ist. Gegen Ende der Ladung wird die Leistung durch das Fahrzeug begrenzt, weshalb zuerst die Charge Power, dann auch die FC Power über die letzten 5 min abfällt. Am Verlauf des 'State of Charge' (SOC) der Fahrzeugbatterie in Abbildung 4 ist dies ebenfalls ersichtlich, ab rund 83% wird die Ladeleistung reduziert, bis schliesslich bei rund 89% SOC die Ladung beendet wird. Diese Ladung dauerte insgesamt 28 min und es wurden 25.1 kWh geladen, was einer Erhöhung des SOC um 30% entspricht. Fahrzeugindividuellen Ladeleistungen hängen dabei nicht nur vom SOC, sondern auch sehr stark von der Batterietemperatur ab.

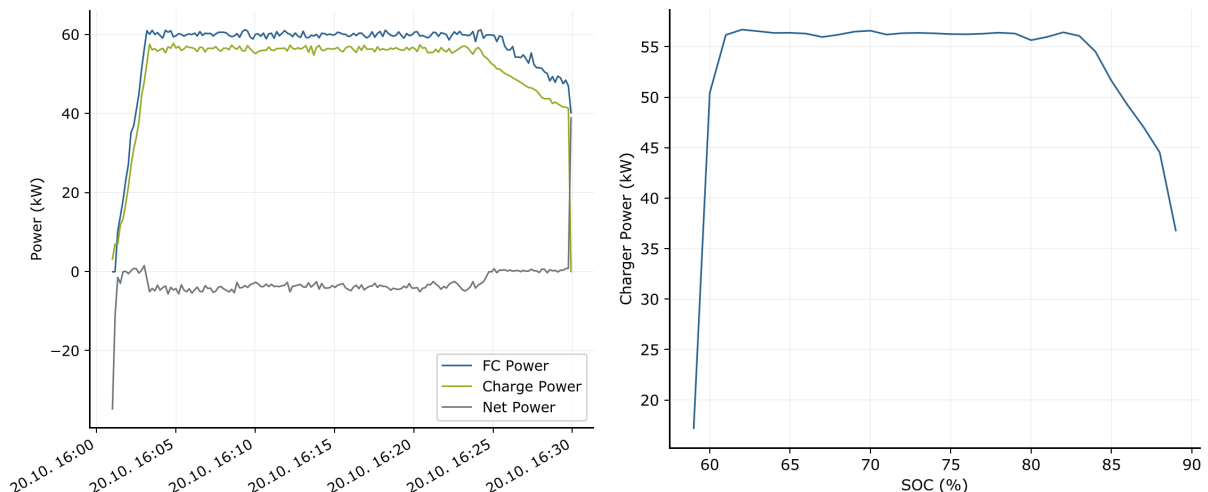


Abbildung 4: Exemplarische Ladung eines BEV mit Leistungsverlauf (links) und Verlauf State of Charge des BEV (rechts). FC Power: Leistung der BZ; Charge Power: Ladeleistung am BEV; Net Power: Leistung aus dem Stromnetz



4.1 Begleitstudie

Dieses Forschungsprojekt beinhaltete eine Begleitstudie, welche von der EMPA durchgeführt wurde. Darin wurde die Anlage energetisch, ökologisch und ökonomisch mit einer netzgebundenen Ladesäule verglichen. Die isolierte Betrachtung hat gezeigt, dass mit der e-HRS Treibhausgasemissionen von 17 gCO₂eq/kWh erreicht werden können, wo hingegen bei der netzgebundenen Ladesäule Emissionen von 84 bis 143 gCO₂eq/kWh (im Jahr 2018 resp. 2017) entstehen. Wird hingegen eine systemische Betrachtung herangezogen, d.h. wenn berücksichtigt wird, dass der für die H₂-Produktion verwendete Strom im Schweizer Netz fehlt, ergeben sich höhere Emissionen. Perspektivisch ist aber zu erwarten, dass bis zum Ende dieser Dekade der erste erneuerbare Wasserstoff mittels Pipelines in die Schweiz importiert und diese Problematik damit sukzessive entschärft wird.

Die Ökonomische Betrachtung hat gezeigt, dass die Ladung eines BEV mit der e-HRS noch etwa die dreifachen Kosten verursacht als mit einer netzgebundenen Ladesäule.

5 Schlussfolgerungen und Fazit

Es konnte gezeigt werden, dass ein wasserstoff-betriebener Schnelllader grundsätzlich funktioniert und ein zuverlässiger Betrieb möglich ist. Diese Art und Weise der Schnellladung stellt einen hohen Komfort für BEV-Betreiber sicher, aber ohne dass das Stromnetz belastet ist. Mit der mobilen Einrichtung ist es immer möglich, eine bedarfsgerechte Schnellladekapazität an verschiedenen Ort und zu unterschiedlichen Zeiten darzustellen.

Mit dem vorliegenden Forschungsprojekt konnten sehr wichtige Grundlagen und Erkenntnisse für die Weiterentwicklung von wasserstoff-betriebenen Schnellladern erarbeitet werden.

6 Ausblick und zukünftige Umsetzung

Die Arbeiten an der Folgegeneration wurden bereits Anfang 2022 gestartet, aktuell werden die ersten Baumuster unter dem Namen «kvyreen» aufgebaut und in Betrieb genommen. Die nächste Generation des wasserstoff-betriebenen Schnellladers ist durch drei wesentliche Weiterentwicklungen geprägt:

- Der Lader ist in das Gehäuse integriert, was die Mobilität weiter verbessert
- Es wurde ein DC/DC-Lader entwickelt, der den Gleichstrom der Brennstoffzelle direkt nutzt und damit den Wirkungsgrad deutlich verbessert
- Eine Batterie dient als Pufferspeicher zum Start der Brennstoffzelle sowie zum Abfangen von Leistungstransienten, damit ist abgesehen von der Wasserstoffversorgung ein vollkommen autarker Betrieb möglich

Mit Hilfe eines standardisierten Powermoduls (BZ-System, Kühlung, DC-Bus) konnte ein modulares und skalierbares Design verwirklicht werden, so dass die Kombination der Powermodule die Darstellung von zwei verschiedenen Leistungsstufen ermöglicht. Der kvyreen 100 verfügt über eine Ladeleistung von 80 kW und der kvyreen 200 über eine Ladeleistung von 150 kW. Die beiden Varianten sind in Abbildung 5 gezeigt. Weitere Informationen dazu können der Broschüre im Anhang entnommen werden.



Abbildung 5: Nächste Generation der «e-HRS», kvyreen100 (links) und kvyreen 200 (rechts)

7 Kommunikation

An folgenden Veranstaltungen wurde die e-HRS und deren Einsatz präsentiert:

- Öffentliche Vorstellung am 16.09.21 in St. Gallen [1]
- Präsentation für Unibarge am 24.11.21 in Zürich
- Präsentation für Skigebiete am 17.02.22 in Silvaplana
- Vortrag an der Jahrestagung des DVGW am 23.06.22 in Berlin
- Präsentation bei Streicher AG am 28.06.22 in Deggendorf/D

8 Literaturverzeichnis

- [1] H2 Energy AG, «kvyreen – Elektro-Schnellladung mit grünem Wasserstoff, jederzeit und überall,» 16 September 2021. [Online]. Available: <https://h2energy.ch/2021/09/16/kvyreen-elektro-schnellladung-mit-gruenem-wasserstoff-jederzeit-und-ueberall/>.



9 Broschüre kvyreen



kvyreen – Der wasserstoff-betriebene Schnelllader

kvyreen ist eine Schnellladestation die mit erneuerbarem Wasserstoff betrieben wird und der CO₂-freien sowie schnellen Aufladung von E-Fahrzeugen dient. Durch die Verwendung von Wasserstoff als Energiequelle arbeitet kvyreen komplett unabhängig vom lokalen Stromnetz. Ein weiterer Vorteil von kvyreen ist die Mobilität. Das Komplettsystem lässt sich einfach transportieren und schnell an beliebigen Orten aufbauen - im Winter in Skigebieten und im Sommer an Alpenpässen, Baustellen sowie Festivals.

Die Vorteile auf einen Blick:

- Wasserstoff-betriebener Schnelllader
- CO₂-freies Aufladen
- Keine Netzbelastung
- Mobile Einheit
- Bedarfsgerechte Schnellladekapazität
- Vollkommen autarker Betrieb
- Integriertes Transportsystem
- Bezahlung mit Kreditkarte oder Back-End



kvyreen 100



kvyreen 200

Spezifikationen*	Einheit	kvyreen 100	kvyreen 200
Gerätedaten			
Abmessungen (B x L x H)	mm	1'615 x 1'845 x 2'390	1'615 x 2'965 x 2'390
Gewicht	kg	1'800	2'500
Max. Neigungswinkel	Grad	+/- 5 zur Horizontalen	+/- 5 zur Horizontalen
Geräusch Pegel (max.)	dB(A)	40 (tbc)	45 (tbc)
Umgebungstemperatur	°C	-30 bis +35	-30 bis +35
Wasserstoff-Versorgungsdruck	[bar_a]	12 bis 450	12 bis 450
Einsatzhöhe	msm	≤ 1'500	≤ 1'500
IP-Klasse	-	IP52	IP52
Brennstoffzellen-System			
Nennleistung	kW	85	160
Wasserstoff-Bedarf für 100 km Fahrstrecke**	kg/100km	1.2	1.1
Wasserstoff-Qualität	-	ISO14687-2 2012 Type I, Grade D SAE J2719	
Lader			
Nennladeleistung	kW	80	150
Ladespannung	V	800	800
Anzahl Ladepunkte	-	1	1
Ladestecker	-	CCS Typ II	CCS Typ II
Kommunikations Protokoll	-	CAN	CAN

* Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr und Anspruch auf Vollständigkeit

** Annahme: Energieverbrauch Fahrzeug 20 kWh/100km

Version: D_22/11_v1

Weitere Informationen:



© H2 Energy AG, Hohlstrasse 186/188, CH-8004 Zürich, www.h2energy.ch