

SSM-Infos

... über Forschung, Entwicklung und Anwendung der Antriebstechnologien
 ... über Analyse und Beurteilung von Motoren- und Antriebskonzepten
 ... über die Aspekte der Energie
 ... über Auswirkungen auf Mensch und Umwelt



Meinung



Christian Bach,
Präsident SSM

Zum Verbrenner-Verbot: Die CO₂-Reduktion im Fahrzeugbereich erfolgt «technisch» über den Wechsel von fossiler auf erneuerbare Energien. E-Fahrzeuge machen vor diesem Kontext

Sinn, denn nur erneuerbare elektrische Energie hat das Potential, fossile Energie vollständig zu ersetzen. Nur wird mit einem Verbrenner-Verbot keine einzige kWh erneuerbare Energie mehr produziert. Konsequenterweise ist damit auch keine CO₂-Minderung verbunden; die verfügbare erneuerbare Energie wird einfach auf mehr Anwendungen verteilt. Könnte ein Verbrenner-Verbot überhaupt umgesetzt werden? Selbst die Schweiz mit gutem Stromverteilnetz muss gemäss einer Studie der Uni Genf und der BKW rund 11 Milliarden CHF investieren, um dieses für Elektrifizierungsmassnahmen zu ertüchtigen. Viel Geld zwar; von der Schweiz aber sicher zu stemmen. In grossen Teilen Europas ist die Situation ganz anders. Dort weist die Verteilnetzebene einen wesentlich niedrigeren Ausbaustandard auf, mit entsprechend höherem Investitionsbedarf bei gleichzeitig geringerer wirtschaftlicher Kraft der Länder. Dass die Stromnetze bis 2035 europaweit so ausgebaut sein werden, damit ein Verbrennerverbot möglich wird, ist deshalb unrealistisch - nicht weil die E-Fahrzeuge dies nicht könnten, sondern weil die Infrastruktur dies nicht kann. Werden in diesen Ländern dann einfach viel weniger Fahrzeuge verkauft? Wohl kaum; viel eher würde dort einfach alles beim Alten bleiben. Nur, das können wir uns aus Klimagründen nicht leisten...

Es ist deshalb gut, dass das Verbrenner-Verbot einen Nachsatz aufweist, wonach Verbrenner mit erneuerbaren Treibstoffen auch weiterhin möglich sein sollen. Ohne diesen Nachsatz würde mir dieses ansonsten grosse Sorgen bereiten.



Im zweiten Teil des Tagungsberichts (SSM-Tagung 01.09.2022 zum Thema «Energiesysteme für die Mobilität - was wird zur neuen Normalität») werden die Referate des Nachmittag-Programmes behandelt, deren Inhalte die Dekarbonisierung der Strassen-transporte, die Stromproduktion und -verteilung bis zur Ladeinfrastruktur für die E-Mobilität im Fokus hatten. Die Dekarbonisierung des Nutzfahrzeugverkehrs stellt eine technisch grosse Herausforderung dar. Am Beispiel des Grossverteilers Migros zeigte Referent Philippe Zimmermann von der Empa auf, wie die Wahl des Logistikmediums durch Digitalisierung einen Beitrag zur CO₂-Reduktion liefern kann. Anhand von Energiebedarfsberechnungen, Streckenwahl und erforderliche Transportbedürfnisse stellte Zimmermann ein Softwaretool zusammen, dass anhand dieser Parameter den optimalen Antrieb für die Logistikaufgabe berechnet. Die Energiebedarfsberechnung und die Emissionsfaktoren ermitteln den CO₂-Ausstoss pro gewählte Antriebsart und geben Empfehlungen, wie ein Transport möglichst CO₂-arm bewerkstelligt werden kann.

Spannend an den Ausführungen: Die berechneten Werte wurden anschliessend in einem Flottenversuch verifiziert. Lediglich eine Abweichung von 5% zeigten auf, dass die prädikative CO₂-Berechnung funktioniert und entsprechend ein Logistikdienstleister den

effizientesten und sinnvollsten Antrieb aufgrund der Berechnung wählen kann.

Als Vertreter der Stromproduzenten sprach Dr. Hans-Kaspar Scherrer, CEO der Eniwa AG, über die Herausforderung, genügend regenerativen Strom zur Verfügung zu stellen. In seinen Ausführungen stellte Scherrer klar, dass die Energiestrategie 2050 des Bundes darauf aufbaut, den Ausbau der elektrischen Energieversorgung auf 40 TWh zu vergrössern. Aktuell hinkt der Ausbau nach und es müsste um den Faktor 3 schneller zugebaut werden.

Langwierige Planungsdauer

Ernüchternd hielt er fest, dass seine Firma selber 15 Jahre Planungszeit erlebt hat, um ein neues Flusslaufkraftwerk zu bauen. Die grossen Hürden sind die Behörden wie auch die Einsprachen, welche Neubauten praktisch verunmöglichen. Sein Fazit: «Mit den heutigen Verfahren werden wir nicht so schnell beschleunigen können, um die Ziele zu erreichen.» Dies steht diametral zur Forderung, Heizungen durch Wärmepumpentechnik zu ersetzen, die motorisierte, individuelle Mobilität durch elektrische Antriebe zu realisieren.

Inhaltsverzeichnis

Meinung von Christian Bach	Seite 1
SSM-Tagung 2022 Teil 2	Seite 1/2
H ₂ -Verbrennungsmotor	Seite 3/4
Veranstaltungen	Seite 4

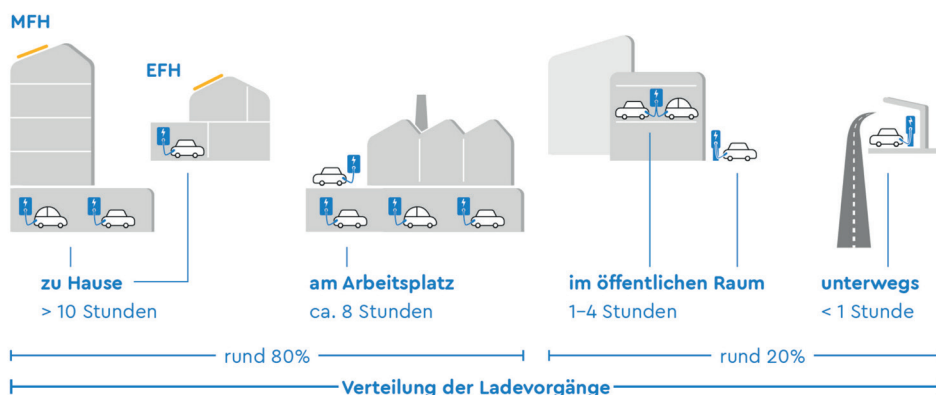
ren und die Digitalisierung voranzutreiben (Rechenzentren). Dieser Mehrbedarf sieht Scherrer nicht abgedeckt und die Lücke wird immer grösser zwischen Angebot von «sauberem» Schweizer Strom zur hiesigen Nachfrage. Das Bevölkerungswachstum und der damit einhergehende Mehreregiebedarf ist ein weiterer Faktor. Eine Zahl liess die Tagungsteilnehmenden aufhorchen: für 1 TWh Zubau von alternativen Energieproduktionen müssen rund 1 Milliarde Franken investiert werden. Das Fazit des Referenten: «Damit die Energiewende gelingt, braucht es ein Müssen. Die Kantone haben viele Massnahmen und Projekte noch nicht umgesetzt. Es braucht ein Wollen, ein Können und ein Machen.»

Laden in Mehrfamilienhäusern

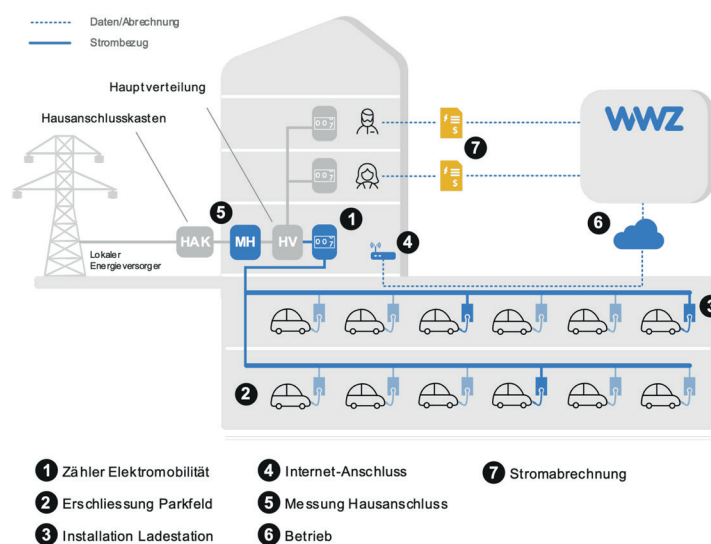
Im Referat von Robert Schürch von der WWZ Energie AG Zug ging es um die Infrastruktur für Ladelösungen in Mehrfamilienhäusern. Aufgrund der Tatsache, dass 80% der Aufladungen der E-Fahrzeuge zu Hause oder am Arbeitsplatz durchgeführt wird, nimmt die Brisanz im Mehrfamilienhaus zu. Oft sind die Mieter abhängig vom Vermieter, ob dieser eine Ladeinfrastruktur inkl. Abrechnungsmöglichkeit realisieren will und die Investition trägt.

Die Herausforderung besteht darin, dass nebst dem Haushaltstrom neu auch die Ladeinfrastruktur zur Belastung des Hausanschlusses beiträgt. Während ein Herd in der Küche eine Anschlussleistung von 3-6 kW aufweist, muss bei einem E-Fahrzeug mit 11 kW Anschlussleistung gerechnet werden. Sollen alle E-Fahrzeuge in der Einstellhalle geladen und gleichzeitig in den Wohnungen grosse Verbraucher gespiesen werden, droht eine Destabilisierung des Netzes. Entsprechend muss in der Infrastruktur ein zweiter Stromzähler verbaut werden: Der erste misst die Anschlussleistung im Haus und der zweite den Verbrauch für die Ladeinfrastruktur. Durch die Differenz der Wohnungsanschlüsse kann nun ein Smart-Charge-System die Ladeleistung in der Einstellhalle zuordnen, damit die Energie-Ver- und -Zuteilung funktioniert.

Für Schürch ist auch klar: «Die Netzstabilität kann mit einem Einheitstarif besser gewährleistet werden.» Damit wird nicht mehr zwischen Tag- und Nachtstarif unterschieden, um eine gleichmässige Netzbelastung zu realisieren. Der Energieverbrauch kann pro Ladepunkt individuell abgerechnet werden, weil durch Identifizierung der



Die Ladeinfrastruktur wird asymmetrisch genutzt: Die meisten E-Fahrzeug-Nutzer/-innen laden ihr Fahrzeug zu Hause oder am Arbeitsplatz. Grafik: wwz, Referat Robert Schürch



Referent Robert Schürch erhält von Vizepräsident Dr. Christian Lämmle ein Präsent.

Aufwändige Infrastruktur für eine Ladeinfrastruktur für Mehrfamilienhäuser. Grafik wwz, Referat Robert Schürch

Nutzer via RFID-Karten (radio-frequency identification) eine Zuordnung der Nutzer auch über eine geteilte Ladesäule möglich ist.

Kosten und Investitionsbedarf

Für die Stromzählerinfrastruktur rechnet Schürch pro Mehrfamilienhaus mit 3000 bis 5000 Franken. Danach erfolgt das Lastmanagementsystem sowie die Ladeinfrastruktur pro Parkplatz, welche je nach Ausführungsgrad und Ladeleistung stark variieren kann (einige Tausend bis über 100'000 Franken bei Schnellladesystemen). Bei vermieteten Objekten ist die Installation einfacher, da der Vermieter als Ansprechperson und Investor gleichzeitig das Projekt betreut. Bei Eigentumswohnungen ist es ratsam, dass sich die Stockwerkeigentümer vorher über die Ausstattung und Kosten vorinformieren. Ist ein

Lademanagement ausgewählt, können einzig passende Wallboxen oder Ladesäulen installiert werden, damit die Kommunikation untereinander via Powerline reibungslos funktioniert. Die Daten werden dabei permanent in die Cloud des Stromanbieters geladen, welche die Laststeuerung beeinflussen und die Abrechnung durchführen kann. Das Thema bidirektionales Laden und damit Einspeichern von PV-Strom mit dem anschliessenden Bezug ist in Entwicklung. Erste Tests von Nissan wurden in den Niederlanden erfolgreich durchgeführt.

Die nächste SSM-/SAE-Tagung ist bereits terminiert und wird am 22. November 2023 wiederum im Campus Sursee stattfinden. Se <

Übersicht über die Referate unter:

<https://www.ssm-studies.ch/vortragstagungen/vortragstagung-ssm-2019>

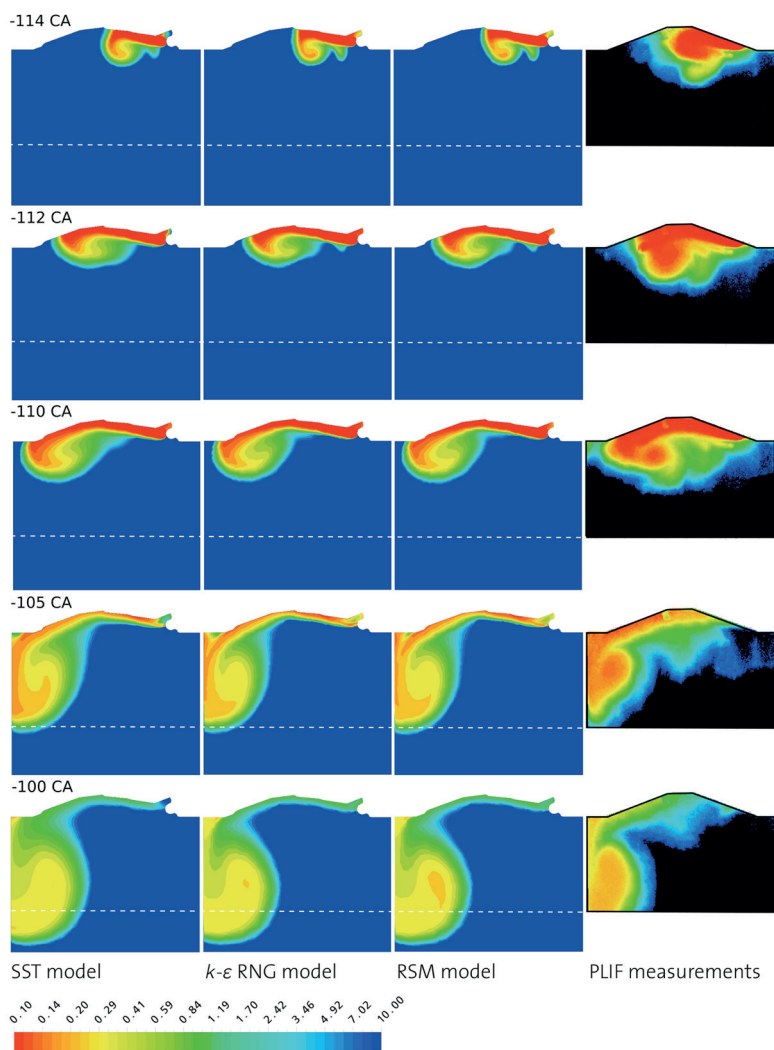


SSM
Studienforum Schweiz für
mobile Antriebstechnik

H₂-Verbrennungsmotor: Herausforderungen in der Entwicklung



SSM
Studienforum Schweiz für
mobile Antriebstechnik



Gemischbildung im Wasserstoffmotor, Quelle: Udo Gerke: *Numerical analysis of mixture formation and combustion in a hydrogen direct-injection internal combustion engine*, Diss. ETH No. 17477.

Aufgrund des enormen Drucks, CO₂ zu reduzieren, haben verschiedene Motorenhersteller Wasserstoff-Verbrennungsmotoren angekündigt. Allerdings sind die Ankündigungen im Bereich Nutzfahrzeugmotoren und grösser zu finden, bei der Automobilindustrie gibt es nur vereinzelte Aktivitäten im Bereich Wasserstoff-Verbrennungsmotor – wie auch einige persönliche Gespräche gezeigt haben. Wasserstoff hat als Kraftstoff sehr interessante Eigenschaften, die hier aufgezeigt werden sollen. Der Weg zur Serienreife bietet jedoch einige Herausforderung - bei der Gemischbildung, der Verbrennung und den Emissionen.

Gemischbildung

Der Kraftstoff kann grundsätzlich ins Saugrohr oder direkt in den Brennraum eingeblasen werden. Beide Verfahren werden aktuell entwickelt, wobei die

ersten Serienmotoren voraussichtlich mit Saugrohrreinblasung ausgerüstet sein werden. Der Nachteil hierbei ist, dass die Leistungsdichte (also Leistung pro Liter Hubraum) tief ist, da die sehr geringe Dichte von Wasserstoff zu einem spürbaren Füllungsverlust führt. Zudem ist die Gefahr einer Rückzündung in den Einlasskanal vorhanden.

Es gibt jedoch zwei wichtige Vorteile. Einerseits erlaubt diese Technologie tiefe Einblasdrücke, und die Belastung bezüglich Druck und Temperatur der Einblasventile ist deutlich geringer als bei der Brennraumdirektinblasung. Zudem bleibt mehr Zeit für die Einblasung. Durch die geringe Dichte von Wasserstoff muss genügend Zeit für die Einbringung der erforderlichen Wasserstoffmenge vorhanden sein - der Durchmesser der Düsen kann aus Platzgründen nicht beliebig gross gewählt werden. Zudem ist eine Homogenisierung

Kurzmeldungen

Wissenswertes zu Batterien

Das «Forum Energiespeicher Schweiz» hat ein Kompendium veröffentlicht, in dem über aktuelle Forschungsprojekte, die Entwicklung neuer Zellchemien, dem Potenzial und die Systemintegration von Batteriespeichern ausführlich berichtet wird. Die Broschüre ist unter dem folgenden Web-Adresse downloadbar. Der Link ist etwas unterhalb der Mitte der Homepage zu finden.

Weitere Infos unter:

<https://speicher.aeesuisse.ch/>

Wasserstoff-NFZ-Flotte

In den Medien wurde das Ende des FC-Versuches mit Hyundai-Lastwagen kommuniziert. Diese Falschmeldung sorgte für Verwirrung. Tatsache ist, dass weiterhin am Projekt festgehalten und der Ausbau der Produktionskapazitäten von grünem Wasserstoff forciert wird.

Weitere Infos unter:

<https://h2energy.ch/2022/10/21/richtigstellung-weiterhin-gruene-h2-lkws/>

Ausbau SSM-Newsletter

Der SSM-Vorstand ist bestrebt, Ihnen ein grösstmögliches Angebot an interessanten Fachartikeln und Hinweisen zu Veranstaltungen zu bieten. Entsprechend sind wir Ihnen dankbar, wenn Sie uns Themen, Artikel, Referate und geplante Veranstaltungen melden. Gerne direkt an buerosenger@bluewin.ch. Besten Dank und frohe Festtage!

des Gemisches durch das Einströmen über das Einlassventil vorteilhaft. Die Direkteinblasung in den Brennraum bietet eine viel grössere Flexibilität bezüglich Einblasstrategie und damit Brennverfahren. Hier sind homogene wie auch geschichtete Brennverfahren denkbar.

Ausserdem gibt es keinen Leistungsverlust durch die geringe Wasserstoffdichte. Es ist jedoch zu beachten, dass sich - entgegen der allgemeinen Erwartung - zwei Gase nicht gut mischen. Wenn Gas mittels hohen Druckes direkt in den Brennraum eingebracht wird, bildet sich oft ein Jet aus, der sich nur ungenügend mit der umgebenden Luft mischt. Eine hohe Ladungsbewegung ist also notwendig, um das Gemisch homogen zu gestalten.

Verbrennung

Die Eigenschaften von Wasserstoff unterscheiden sich deutlich von denjenigen von Diesel und Benzin. Der Zündbereich ist sehr breit: Während bei Benzin eine stabile Zündung bei Gemischen von $\lambda = 0.4$ bis 1.4 erreicht wird, kann bei Wasserstoff im Bereich von $\lambda = 0.2$ bis $\lambda = 10$ gezündet werden ($\lambda = \text{Luft/Kraftstoffverhältnis/stöchiometrischer Luftbedarf}$). Die Zündenergie ist zudem rund 10-mal tiefer bei Wasserstoff. Dies führt zu einem stabilen Brennbeginn, gerade auch bei sehr magerem und/oder mit AGR angereichertem Gemisch, was wiederum hilft, die Emissionen zu reduzieren.

Die sehr hohe laminare Flammgeschwindigkeit (bei Benzin beträgt diese rund 0.4 m/s , bei Wasserstoff rund 3 m/s) führt einerseits zu einer kurzen Brenndauer, was zu hohen Wirkungsgraden führt, auf der anderen Seite jedoch resultieren dadurch hohe Temperaturen und damit eine hohe thermische Belastung und erhöhte NO_x -Emissionen.

Zudem führt eine schnelle Verbrennung zu hohen Druckgradienten, was für die Geräuschbildung kritisch sein kann. Die hohe Brenngeschwindigkeit zusammen mit der Zündwilligkeit kann als Vorteil genutzt werden, um sehr mager oder mit hohen AGR-Raten zu fahren. Dies führt zu Reduktion der Klopfneigung, die ganz analog zu Benzinmotoren verhindert werden muss, und zu tiefen NO_x -Emissionen.

Emissionen

Der H_2 -Verbrennungsmotor emittiert Wasser, Wasserstoff und NO_x -Emissionen. CO_2 misst man höchstens aufgrund des CO_2 -Anteils in der angesaugten Luft. Partikel können grundsätzlich aufgrund der Verbrennung von Motorenöl aber auch durch die Einspritzung von UREA (Harnstoff) im SCR-Katalysator im Abgas gemessen werden. Dabei kann auch bei der Abgasnachbehandlung auf bewährte Technologie zurückgegriffen werden. Um die NO_x -Emissionen zu reduzieren, werden verschiedene Oxidations- und SCR-Katalysatoren getestet.

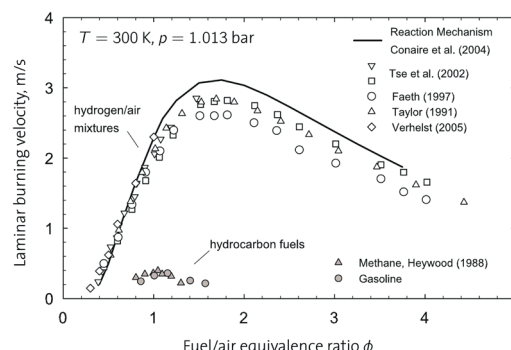
Dabei interessiert die Beschichtung, der Wassergehalt im Abgas, Verschmutzung durch Ölrückstände, die Alterung und der Temperaturbereich, um eine möglichst hohe Konversionsrate zu erreichen. Es zeigt sich jedoch, dass die NO_x -Emissionen auch für zukünftige Emissionsvorschriften eingehalten werden können.

Wie sieht die Zukunft aus?

Aktuell wird an vielen Fronten geforscht, Wasserstoff ist aktuell eine absolut «Sexy Technologie». Die Frage nach der Marktakzeptanz bleibt aktuell unbeantwortet. Gibt es psychologische Barrieren der Konsumenten? Gibt es ein «Angstverhalten», sobald Druckflaschen ins Auto eingebaut werden? «Prediction is very difficult, especially about the future». <



SSM
Studienforum Schweiz für
mobile Antriebstechnik



Laminare Brenngeschwindigkeit von Wasserstoff im Vergleich zu Methan und Benzin bei Umgebungsbedingungen, Quelle: Udo Gerke: Numerical analysis of mixture formation and combustion in a hydrogen direct-injection internal combustion engine, Diss. ETH No. 17477.



Autor

Dr. Christian Lämmle
SSM Vizepräsident
Besitzer und CEO der Firma Owner and CEO combustion and flow solutions GmbH, CFD Specialist
Zürich
Kontakt:
laemmle@combustion-flow-solutions.com

Veranstaltungen

Impressum:

SSM, Studienforum Schweiz für mobile Antriebstechnik
Allmendstrasse 24
CH-3125 Toffen
info@ssm-studies.ch
Verantwortlich: Dr. Christian Lämmle, Vizepräsident SSM
Realisation: Büro Senger, Andi Senger, buerosenger@bluewin.ch

Forum-Technik «Save the date» - Reservation im Terminkalender
22. oder 23. März 2023, Anmeldung und weitere Informationen erfolgen direkt an die Mitglieder

SSM Mitgliederversammlung
Mai 2023
Weitere Informationen erfolgen direkt an die Mitglieder

SSM/SAE SSM-/SAE-Tagung 2023
22. November 2023, Campus Sursee
Die Einladung der SSM-Mitglieder erfolgt per E-Mail