En route vers une flotte de voitures électriques

Autor(en): **Vogel, Benedikt**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **112 (2021)**

Heft 3

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-977530

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

L'étude a examiné la consommation réelle de cinq véhicules dotés de différents types de propulsion alternative (ici, la Hyundai ix35 Fuel Cell).

En route vers une flotte de voitures électriques

Accélérer la transition pour respecter les objectifs climatiques | Quelle stratégie suivre en matière de réduction des émissions de CO_2 de la flotte suisse de voitures de tourisme ? Des chercheurs ont développé un modèle permettant de comparer différents scénarios. Pour ce faire, ils ont aussi étudié la consommation réelle de voitures électriques, hybrides, à gaz ou encore à pile à combustible.

BENEDIKT VOGEL

Lors de l'achat d'une nouvelle voiture, force est de constater que la consommation de carburant effective est souvent nettement plus élevée que celle indiquée par le constructeur. Ceci s'explique par le fait que les constructeurs se basent sur des valeurs déterminées en laboratoire. La consommation y est mesurée à l'aide de bancs d'essai standardisés qui ne reflètent pas suffisamment l'utilisation réelle des véhicules.

Le cycle d'essai NEDC (New European Driving Cycle), appliqué dans l'UE et en Suisse au cours des dernières années, a régulièrement sous-estimé la consommation réelle, en moyenne de 40 %. Appliqué depuis 2020, le cycle d'essai WLTP (World harmonized Light vehicles Test Cycle) devrait réduire cette divergence mais, comme le montrent différentes études, cette dernière s'élève toutefois encore à environ 20 à 30 % pour les moteurs à essence et Diesel. Ces écarts sont non seulement gênants pour les conducteurs, mais ils menacent aussi de saper les mesures politiques, par exemple en matière de politique climatique. En effet, les limites de consommation se basent actuellement sur ces valeurs normalisées. Si ces valeurs sont systématiquement trop basses, les prescriptions politiques n'auront pas l'effet escompté.

Cinq systèmes de propulsion

On sait depuis longtemps que la consommation réelle des moteurs à essence et Diesel est supérieure aux spécifications du constructeur. Ce thème n'est toutefois que très peu étudié dans le cadre des voitures électriques et autres systèmes de propulsion basés sur le gaz naturel ou l'hydrogène. Une

Figure: Empa

	Véhicule à gaz (CNG)	Véhicule hybride (HEV) sans possibilité de recharge externe	Hybride rechargeable (PHEV) avec possibilité de recharge externe	Véhicules électriques à batterie (BEV)	Véhicule à pile à combustible (FCEV)
Marque / Type	Audi A3 Sportback g-tron	Volkswagen Jetta hybride	Audi A3 Sportback e-tron	Volkswagen e-Golf	Hyundai ix35 Fuel Cell
Vecteur d'énergie	Gaz naturel-biogaz / essence	Essence	Essence / électrique	Électrique	Hydrogène (gazeux)
Entraînement	Moteur à combustion (81 kW)	Moteur à combustion (110 kW) / Moteur électrique (20 kW)	Moteur à combustion (110 kW) / Moteur électrique (75 kW)	Moteur électrique (85 kW)	Moteur électrique 85 kW (pile à comb. + bat. haute tension)
Boîte de vitesses	Automatique 7 vitesses TDE	Automatique 7 vitesses TDE	Automatique 6 vitesses TDE	Boîte à 1 vitesse	Boîte à 1 vitesse
Poids à vide / charge utile	1260 kg / 540 kg	1505 kg / 590 kg	1615 kg / 435 kg	1510 kg / 450 kg	1830 kg / 420 kg
Consommation (norme, selon NCCE)	3,6 kg / 100 km	4,1 l / 100 km	Essence 1,7 / 100 km + Électr. 12,4 kWh / 100 km	12,7 kWh / 100 km	0,95 kg de H_2 / 100 km
Portée (norme, selon NCCE)	1300 km (gaz: 400 km / essence: 900 km)	1100 km	940 km (dont 50 km de manière purement électrique)	190 km	594 km
Itinéraire dans l'essai de terrain	38 600 km	39 000 km	26 100 km	10 000 km	33 800 km

Figure 1 Les cinq véhicules dotés de nouveaux systèmes de propulsion étudiés dans le cadre du projet Esmobil-Red. Comme pour les voitures à essence et Diesel, la consommation réelle de ces moteurs alternatifs s'est révélée supérieure de 20 à 30 % aux spécifications des constructeurs.

équipe de chercheurs de l'École polytechnique fédérale de Zurich (ETHZ) et du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Empa) de Dübendorf a décidé de combler cette lacune en étudiant cinq systèmes de propulsion sur lesquels repose l'espoir d'une circulation plus écologique.

Récemment terminée, cette étude[1] s'est basée sur une flotte stationnée à l'Empa, composée de cinq véhicules d'essai dotés de systèmes de propulsion modernes **(figure 1)**: une voiture électrique (VW e-Golf), une hybride rechargeable (Audi A3 e-tron), une entièrement hybride (VW Jetta), une à gaz (Audi A3 g-tron) et une à pile à combustible (Hyundai ix35 Fuel Cell). La consommation des cinq véhicules a été mesurée sur un banc dynamométrique **(figure 2)** pour un total de 13 cycles de conduite prédéfinis (dont le WLTC). En outre, l'Empa les a également utilisés pour des essais de terrain de début 2016 à l'automne 2018. Les véhicules ont parcouru un total de 115 000 km en 3000 trajets. Ce faisant, toute une série de données de consommation a été enregistrée.

Figure 2 L'Audi A3 Sportback g-tron au gaz naturel sur le banc dynamométrique de l'Empa à Dübendorf. C'est ici qu'a lieu l'étalonnage pour une mesure des gaz d'échappement dans le cadre de la circulation routière réelle. Un système portable de mesure des émissions (PEMS, Portable Emission Measurement System) est monté à l'arrière du véhicule.

Quatre facteurs d'influence

« En évaluant ces données, nous avons pu mettre en évidence que la consommation réelle de ces moteurs alternatifs était également de 20 à 30 % supérieure aux spécifications du constructeur, c'est-à-dire dans la même mesure que pour les voitures à essence et Diesel », résume le Dr Lukas Küng, l'un des coauteurs de l'étude. L'importance de cette divergence dépend de la situation individuelle. Lukas Küng et ses collègues ont pu démontrer que les écarts entre la consommation réelle et les spécifications du constructeur s'expliquaient essentiellement par quatre facteurs d'influence spécifiques à l'utilisateur.

Figures: Rapport final Esmobil-Red

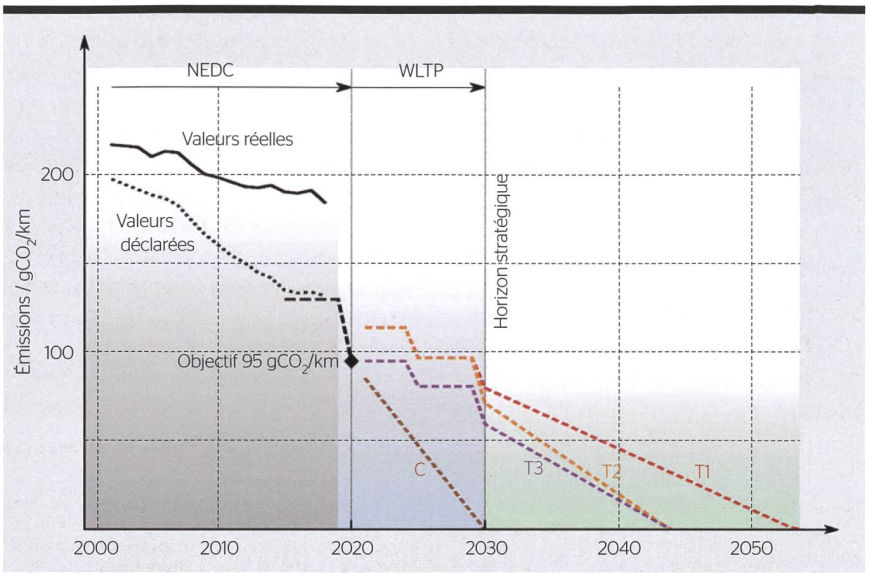

Figure 3 Quatre différents scénarios de réduction des limites des émissions de CO_2/km de la flotte suisse de voitures neuves ont été retenus pour le modèle développé au cours de l'étude Esmobil-Red.

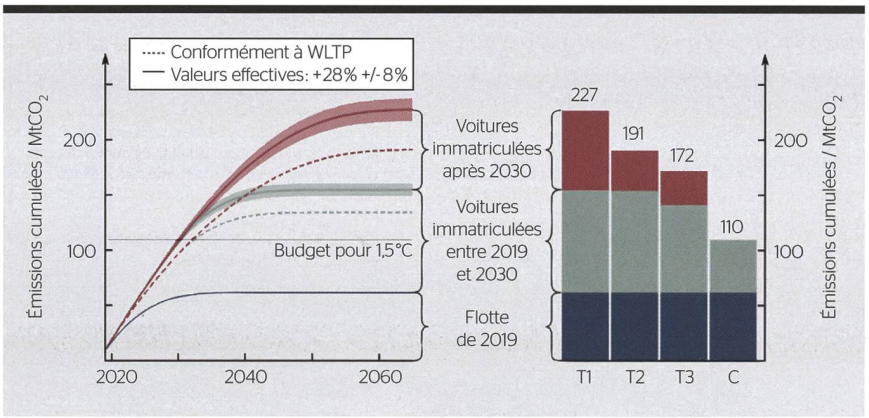

Figure 4 À gauche: émissions de CO_2, cumulées au cours des années, de la flotte de voitures de tourisme dans le scénario T1. À droite: émissions totales jusqu'en 2065 pour les quatre scénarios. Les couleurs illustrent les émissions de CO_2 de la flotte partielle des véhicules immatriculés avant 2019 (en bleu), entre 2019 et 2030 (en gris) et après 2030 (en rouge).

La vitesse moyenne constitue le facteur le plus important. Une personne qui se déplace avec sa voiture essentiellement en ville a besoin d'une puissance de propulsion plus réduite qu'une personne qui se déplace quotidiennement à grande vitesse sur l'autoroute. Le deuxième facteur est le comportement d'accélération. Celui qui adapte son style de conduite au modèle « Ecodrive » conduit de manière plus économique qu'un conducteur dit « dynamique ». Le troisième facteur est la topographie du secteur dans lequel le conducteur se déplace généralement: les trajets sur terrains plats sont plus économiques que les trajets vallonnés ou en montagne. Finalement, le quatrième facteur d'influence est constitué par la température extérieure: lorsque la température est moyenne, la consommation du chauffage ou de la climatisation est plus faible qu'en cas de grande chaleur ou de grand froid.

Un modèle pour la flotte suisse

L'étude des chercheurs de l'ETHZ et de l'Empa n'avait pas pour but de déterminer de manière aussi précise que possible la consommation d'un conducteur individuel. Son objectif était plutôt d'utiliser les résultats obtenus afin de développer un modèle qui permettrait une estimation fiable de la consommation d'énergie de la flotte nationale de voitures de tourisme. Ils y sont parvenus en recourant à certaines données de base liées aux véhicules (telles que le poids, la taille et les pneumatiques) et en les combinant aux informations relatives à leur utilisation.

Il n'est guère possible de déterminer comment chaque individu utilise sa voiture, mais les résultats d'une enquête menée auprès de la population suisse sur son comportement en matière de mobilité sont disponibles, notamment dans le « Microrecensement mobilité et transports » de l'Office fédéral de la statistique. Les chercheurs ont eu recours aux données de 2015, qui leur ont permis de concevoir un modèle pertinent. Celui-ci montre comment la consommation et les émissions de CO_2 de la

Choisir le véhicule adéquat...

L'électrification de la flotte de voitures de tourisme réduit les émissions de CO_2 pour autant que les véhicules soient rechargés avec du courant « propre ». Dans le cadre de l'étude Esmobil-Red, les scientifiques ont déterminé quels étaient les véhicules qui en émettaient le moins pour diverses « teneurs en CO_2 » de l'électricité. L'électricité qui provient des prises de courant suisses est relativement pauvre en CO_2 (environ 150 gCO_2/kWh). Dans ce cas, pour les distances quotidiennes moyennes (de 50 à 350 km), les véhicules purement électriques constituent le type de véhicule présentant les plus faibles émissions de CO_2. « Pour les courtes distances d'environ 50 km par jour, les voitures entièrement électriques avec des batteries compactes et légères ou les hybrides rechargeables (également avec une batterie légère) capables de parcourir des distances inférieures à 50 km de manière purement électrique, sont les véhicules qui émettent le moins de CO_2. Les lourdes voitures électriques dotées de grosses batteries ne sont pas optimales, en termes d'émissions de CO_2, pour des distances quotidiennes de moins de 50 km, qui représentent 80 % des trajets quotidiens en Suisse », précise Lukas Küng.

flotte suisse de véhicules évoluent en fonction du système de propulsion utilisé.

Avec ce modèle, les chercheurs fournissent un outil permettant de calculer la consommation d'énergie ou les émissions de CO_2 des transports privés motorisés en Suisse pour différents scénarios, et ce, notamment en fonction de la proportion des différents types de systèmes de propulsion en circulation sur les routes suisses à l'avenir. La **figure 3** montre l'évolution des limites des émissions de CO_2/km de la flotte des voitures neuves selon quatre scénarios différents basés sur le nouveau cycle d'essai WLTP. Les scénarios T1, T2, T3 et C diffèrent par la valeur de référence des limites des émissions de CO_2 en 2020 (114 gCO_2/km pour les scénarios T1 et T2 si l'on tient compte de la consommation réelle des véhicules, et 95 gCO_2/km pour les scénarios T3 et C), ainsi que par la vitesse requise en termes de réduction des émissions de CO_2/km pour atteindre les objectifs suivants: une flotte suisse de voitures neuves sans émissions de CO_2 en 2054 (scénario T1), en 2044 (scénario T2 et T3) et en 2030 (scénario C). En ce qui concerne les émissions de CO_2 directes cumulées de 2019 à 2065 de la flotte suisse de voitures de tourisme, seul le scénario C est compatible avec l'objectif de limiter le réchauffement climatique à +1,5°C **(figure 4)**.

Une conclusion importante: «En Suisse, une flotte entièrement électrifiée s'est avérée être une stratégie de décarbonisation efficace et robuste», écrivent les scientifiques dans leur rapport final.

Accélérer le remplacement des systèmes de propulsion fossiles

Mais n'est-il pas évident qu'il faille miser sur les voitures électriques si l'on veut réduire les émissions de CO_2? Pas forcément, car cette stratégie n'a de sens que si l'électricité nécessaire pour alimenter les véhicules électriques peut être produite qu'avec de faibles émissions de CO_2. Cette condition est remplie pour la Suisse, selon les calculs des scientifiques, lesquels tiennent compte de la «teneur en CO_2» de l'électricité produite ou importée en Suisse (voir **encadré**). «L'électrification est la voie que nous devons emprunter», affirme Lukas Küng pour résumer brièvement ce résultat.

Il y a environ 4,5 millions de voitures de tourisme en Suisse et chaque année, 300 000 anciennes voitures sont remplacées par des nouvelles. Le renouvellement complet de la flotte dure ainsi 15 ans. Utiliser plus de voitures électriques ne suffira pas à rendre la flotte de véhicules plus «propre». Il faudrait surtout que les politiciens travaillent en parallèle à une substitution plus rapide des voitures à carburant fossile, par exemple avec des «primes à la casse» (à noter que cette proposition des scientifiques ne tient pas compte de l'énergie grise). Simultanément, l'utilisation de carburants à faible teneur en CO_2 (e-fuels, biocarburants) devrait être encouragée plus fortement.

Littérature

→ Le rapport final du projet de recherche «Realverbrauch konventionell und elektrisch angetriebener Fahrzeuge abbildendes, energiesystemisches Modell des schweizerischen Mobilitätssektors zur Bewertung von Nachhaltigkeitsmassnahmen» (Esmobil-Red) est disponible sur www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=37078.

→ D'autres articles spécialisés concernant les projets phares et de recherche et les projets pilotes et de démonstration dans le domaine de la mobilité peuvent être consultés sur bfe.admin.ch/ec-mobilite.

Auteur

Dr **Benedikt Vogel,** journaliste scientifique, sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN).

→ Dr. Vogel Kommunikation, DE-10437 Berlin

→ vogel@vogel-komm.ch

Dr Luca Castiglioni (luca.castiglioni@bfe.admin.ch), responsable du projet de l'OFEN «Mobilité», communique des informations à propos de ce projet.

[1] L'étude Esmobil-Red a été soutenue financièrement par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN).

IN KÜRZE

Auf dem Weg zu einer Flotte von Elektroautos

Den Übergang zur Erreichung der Klimaziele beschleunigen

Die CO_2-Emissionen der Schweizer PKW-Flotte müssen sinken. Aber welche Strategie sollte dafür verfolgt werden? Im Rahmen des Forschungsprojekts Esmobil-Red haben Forscher der ETHZ und der Empa ein Modell entwickelt, mit dem man vier künftige Szenarien vergleichen kann, bei denen der Anteil der verschiedenen Antriebssysteme auf Schweizer Strassen berücksichtigt wird.

Um die CO_2-Emissionen zu ermitteln, muss der tatsächliche Verbrauch eines Fahrzeugs bekannt sein. Der effektive Verbrauch von benzin- und dieselbetriebenen Autos liegt jedoch oft deutlich über den Herstellerangaben. Wie sieht es mit alternativen Antriebssystemen aus? Die Forscher haben diese Frage beantwortet, indem sie den realen Verbrauch von fünf Elektro-, Hybrid-, Gas- oder Brennstoffzellenautos untersucht haben. Wie bei konventionellen Autos erwies sich dieser als 20 bis 30 % höher als die Angaben der Hersteller. Das genaue Ausmass dieser Diskrepanz hängt von einer Reihe von Faktoren ab: dem Fahrstil, der Jahreszeit und vor allem von der Art der am häufigsten durchgeführten Fahrten (in Städten, in den Bergen oder auf Autobahnen).

Aus diesen Ergebnissen wurde ein Modell entwickelt, das eine zuverlässige Abschätzung der CO_2-Emissionen der nationalen PKW-Flotte in der Zukunft ermöglicht. Die Ergebnisse zeigen, dass nur das ehrgeizigste Szenario, das heisst eine Schweizer Neuwagenflotte mit (fast) null CO_2-Emissionen bis 2030, mit dem Ziel der Begrenzung der globalen Erwärmung auf +1,5 °C vereinbar wäre. Da der Strom in der Schweiz mit geringen CO_2-Emissionen produziert wird, ist ein schneller Ersatz von Autos mit fossilen Brennstoffen durch Elektrofahrzeuge zu bevorzugen. Parallel dazu sollte die Verbreitung CO_2-armer Treibstoffe (E-Fuels, Biotreibstoffe) verstärkt gefördert werden. CHE