KANTON LUZERN

Regierungsrat

Luzern, 30. November 2021

ANTWORT AUF ANFRAGE A 624

Nummer: A 624
Protokoll-Nr.: 1451
Eröffnet: 21.06.2021 / Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement

Anfrage Kurer Gabriela und Mit. über die Strom-Ökobilanz der Elektromobilität

Zu Frage 1: Elektrofahrzeuge sind im Betrieb nur unter der Voraussetzung, dass sie mit Strom aus erneuerbaren Energien getankt werden, CO_2-frei. Wie gedenkt der Regierungsrat sicherzustellen, dass Elektrofahrzeuge mit sauberem Strom betrieben werden?

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf der Studie «Umweltbilanz Strommixe Schweiz 2018» von Luana Krebs und Rolf Frischknecht vom 27. April 2021, welche im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt erstellt wurde.

Betrachtet man die gesamte Produktionskette der verschiedenen Technologien zur Stromproduktion in der Schweiz, ergeben sich folgende Treibhausgasemissionen:

Technologie	*Treibhausgasemissionen gesamte Produktionskette g CO_2-eq/kWh*
Wasserkraft	3,8-8,3
Pumpspeicherkraft	85,3
Photovoltaik	41,7
Wind	17,3
Holz	46,9
Biogas	153,5-359,9
Kernenergie	14,2-15,9
Erdöl (Importe)	962,9
Erdgas (Importe)	664,2
Steinkohle (Importe)	1107,9

Unter Berücksichtigung aller politisch regulierten Schadstoffemissionen sowie Ressourcenverbräuche ergibt sich die Gesamtumweltbelastung der verschiedenen Technologien. Diese ganzheitliche Betrachtung der Umweltbelastung mittels der Methode der ökologischen Knappheit (Umweltbelastungspunkte [UBP]) gibt ein aussagekräftigeres Bild ab als ein ausschliesslicher Fokus auf die Treibhausgasemissionen.

Technologie	*Gesamtumweltbelastung (Methode der ökologischen Knappheit 2013) UBP/kWh*
Wasserkraft	9,6-18,6
Pumpspeicherkraft	230,5
Photovoltaik	67,6
Wind	37,5
Holz	201,6
Biogas	174,9-292,6
Kernenergie	368,8-391,6
Erdöl (Importe)	907,2
Erdgas (Importe)	406,6
Steinkohle (Importe)	657,9

So zeigt sich beispielsweise, dass die Photovoltaik bei Betrachtung der Treibhausgasemissionen in CO_2-Äquivalenten (CO_2-eq) unter den untersuchten Stromerzeugungstechnologien mit 41,7 g CO_2-eq/kWh erst an vierter Stelle auftritt. Im Vergleich dazu schneidet die Atomstromproduktion mit 15,9 g CO_2-eq/kWh oder die Windenergie mit 17,3 g CO_2-eq/kWh besser ab. Eine Betrachtung mittels Umweltbelastungspunkten relativiert diesen Befund. Dabei wird die Klima- und Umweltbelastung von Photovoltaik über den gesamten Lebenszyklus betrachtet, das heisst die Herstellung von Polysilizium, Siliziumwafern und Anlagen sowie die Installation und das vollständige Recycling der Photovoltaikanlage. Zusätzlich zu den Treibhausgasemissionen werden unter anderem auch der anfallende radioaktive Abfall, Feinstaub, Landnutzung, kumulativer Energiebedarf (erneuerbar und nicht-erneuerbar), abiotische Ressourcenverknappung oder ionisierende Strahlung berücksichtigt. So weist die Atomstromproduktion mit bis zu 391,6 UBP pro kWh im Vergleich zu Photovoltaik mit 67,6 UBP pro kWh eine deutlich höhere Umweltbelastung auf.

Der in der Schweiz produzierte Strom (Produktions-Strommix) setzte sich 2018 aus 55,3 Prozent Wasserkraft, 36,1 Prozent Kernkraft, 5,8 Prozent anderen erneuerbaren Energien sowie 1,9 Prozent Abfällen zusammen. Die Treibhausgasemissionen des Produktions-Strommixes betrugen entsprechend 29,6 g CO_2-eq/kWh. Die Treibhausgasemissionen des Lieferanten-Strommixes basierend auf Herkunftsnachweisen (verbuchte Qualität des an die Schweizer Endkunden gelieferten Stroms) und des Verbraucher-Strommixes (effektiv an die Schweizer Endkunden gelieferter Strom) sind mit 54,7 g CO_2-eq/kWh und 128,0 g CO_2-eq/kWh deutlich höher. Die Gesamtumweltbelastung betrug im Jahr 2018 für den Produktions-Strommix der Schweiz 208 UBP/kWh, für den Schweizer Lieferanten-Strommix basierend auf Herkunftsnachweisen 165 UBP/kWh und für den Verbraucher-Strommix 324 UBP/kWh.

Im Kanton Luzern werden mehr als 95 Prozent der Stromkunden in der Grundversorgung – d.h. der Privatkunden und Gewerbekunden mit Verbrauch kleiner 100'000 kWh – bereits heute ausschliesslich mit Strom aus erneuerbaren Energien, hauptsächlich Wasserkraft, versorgt.

Die Energiestrategie 2050 des Bundes hat insbesondere zum Ziel, die Kernenergie mit erneuerbaren Energien zu ersetzen und damit die Umweltbelastung des Strommixes gesamthaft zu senken. Ausserdem soll der erhöhte Strombedarf infolge Substitution (z.B. Wärmepumpen für Öl- und Gasheizungen) und Elektromobilität neben Effizienzmassnahmen auch mit einem Zubau von erneuerbaren Energien aufgefangen werden.

Gemäss Artikel 89 der Bundesverfassung (BV) legt der Bund Grundsätze über die Nutzung einheimischer und erneuerbarer Energien und über den sparsamen und rationellen Energieverbrauch fest. Für Massnahmen, die den Verbrauch von Energien in Gebäuden betreffen, sind vor allem die Kantone zuständig. Die Gewährleistung einer ausreichenden Stromversorgung ist eine Aufgabe des Bundes. Die Grundlagen dazu regelt er im Bundesgesetz über die

Stromversorgung (StromVG). Es ist somit in der Verantwortung des Bundes, mit geeigneten Massnahmen, die Erreichung der Ziele der Energiestrategie 2050 unter Gewährleistung der Versorgungssicherheit in der Schweiz sicherzustellen. Allerdings verlangt das kantonale Stromversorgungsgesetz (KStromVG) gemäss § 2 Absatz 1 vom Kanton und den Gemeinden, sich im Rahmen ihrer Möglichkeiten für eine sichere, ausreichende, wirtschaftliche und umweltverträgliche Versorgung des Kantonsgebietes mit Elektrizität einzusetzen.

Langfristig muss die Versorgung des Kantons Luzern durch treibhausgasarm erzeugte Elektrizität erfolgen. Die lokalen, nachhaltig nutzbaren Potenziale an erneuerbarer Elektrizität müssen genutzt werden. Im Planungsbericht zur Klima- und Energiepolitik 2021 des Kantons Luzern werden Massnahmen vorgeschlagen, die den Ausbau ergänzend zu den Massnahmen des Bundes unterstützen und vorantreiben sollen.

- KS-G3.2: Kantonaler Stromrappen für die Förderung von grossen Photovoltaik-Anlagen, falls Zubauziele nicht erreicht werden
- KS-E2.1: Definieren der Potenziale und kantonalen Ziele für erneuerbare Energien Festlegen eines Ausbaupfads für erneuerbar produzierten Strom im Kanton inklusive der zur Realisierung notwendigen Massnahmen (in Abhängigkeit mit der Entwicklung der nationalen Vorgaben, Koordination mit Vorschriften für Gebäude).
- KS-E2.2: Erarbeitung und Umsetzung einer Roadmap zur Erreichung der definierten Ziele gemäss Massnahme KS-E2.1, Festlegen der Zuständigkeiten und der terminlichen, finanziellen und regulatorischen Rahmenbedingungen, die den Ausbau ermöglichen.
- KS-E2.3: Förderung der Winterstromproduktion und von Technologien für Strom und Wärme zum saisonalen Ausgleich zwischen Produktion und Verbrauch in Koordination mit Energieversorgungsunternehmen, Förderung eines intelligenten Gesamtenergiesystems (Sektorkoppelung u.a. durch Power-to-Gas-Technik, Smart Grid usw.).
- KS-E2.4: Beratungsangebot für Landwirtinnen und Landwirte im Bereich der betrieblichen Energieeffizienz (Agrocleantech) und der erneuerbaren Energien.
- KS-E2.5: Erhöhung der Nachfrage nach erneuerbaren Energien mit der Unterstützung von neuen Eigentümer- oder Finanzierungsmodellen (z.B. Energiegenossenschaften, ZEV) und Vermarktungsmodellen (z.B. Direktvermarktung, Peer-to-Peer) respektive Vermarktungsplattformen für regional produzierte erneuerbare Energien.

Die detaillierte Ausgestaltung dieser Massnahmen erfolgt in einem nächsten Schritt nach der Diskussion des Planungsberichts Klima und Energie im Kantonsrat.

Zu Frage 2: Die Elektrifizierung der Mobilität wird die Stromnachfrage erhöhen. Wie gedenkt der Regierungsrat diesen steigenden Strombedarf mit ökologischem und nachhaltigem Strom abzudecken?

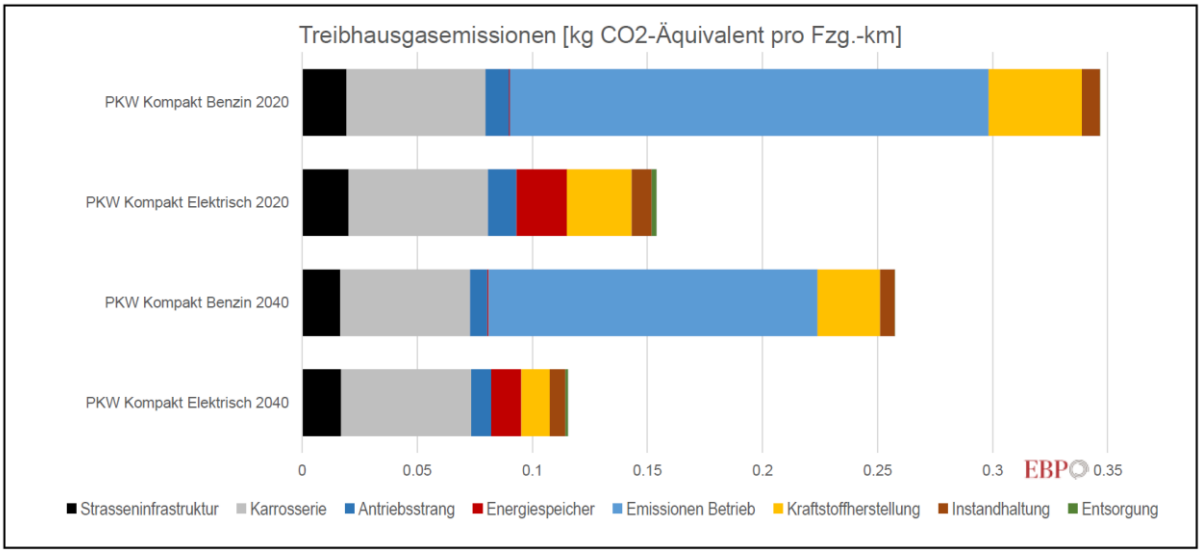
Wir verweisen auf unsere umfassenden Ausführungen dazu in Frage 1.

Zu Frage 3: Wie sieht die Ökobilanz (Life-Cycle-Analyse) von Elektrofahrzeugen aus? Welche Herstellungsschritte sind umwelt- bzw. CO_2-relevant? Wie ist die Ökobilanz im Betrieb?

Die nachfolgenden Ausführungen bezüglich der CO_2-Bilanz basieren auf der Studie von Ernst Basler und Partner (EBP) «Szenarien der Elektromobilität in der Schweiz – Update 2021» vom 8. März 2021. Wir interpretieren die Frage dahingehend, dass mit «Elektrofahrzeugen» reine Elektrofahrzeuge mit extern aufladbarer Batterie gemeint sind.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Treibhausgasemissionen auf Basis eines klassischen Lebenszyklus-Inventars. Die Treibhausgasemissionen werden dabei pro gefahrenem Fahrzeugkilometer berechnet und auf eine Lebensfahrleistung von 160'000 Kilometer bezogen. In einem Vergleich zwischen Benzin- und Elektroautos der Kompaktklasse zeigt sich, dass die

Umweltbelastungen durch Treibhausgasemissionen von Elektrofahrzeugen bei heutigem Strommix und bei der heutigen Herstellung rund halb so gross sind wie diejenigen eines vergleichbaren Benzinfahrzeugs. Beide Fahrzeugtypen haben vergleichbar grosse Treibhausgasemissionen aus der Strasseninfrastruktur und der Karrosserie-Produktion. Bei einem Benzinauto stammen die grössten Treibhausgas-Umweltbelastungen aus dem Betrieb des Fahrzeugs. Gemäss Studie wird die Treibhausgas-Umweltbelastung durch die Herstellung und Entsorgung der Batterien bereits bis 2040 merklich abnehmen, womit sich die Bilanz von Elektrofahrzeugen gegenüber Benzinern zusätzlich verbessert. Dies unter anderem aufgrund des zunehmenden Recyclings von Batterie-Rohstoffen und des zunehmenden Einsatzes erneuerbarer Energien in der Batterieproduktion. Es ist abschliessend erwähnt, dass sich die Umweltbelastung zusätzlich verbessern lässt, wenn in der Stahlherstellung vermehrt erneuerbare Energien (z.B. grüner Wasserstoff) eingesetzt werden.



Zu Frage 4: Wie sieht diese Bilanz im Vergleich mit den anderen Verkehrsträgern (Bahn-, Bus-, Velo-, Fussverkehr) aus? Welcher Verkehrsträger schneidet bezüglich Ökobilanz, auf den gesamten Lebenszyklus betrachtet, am besten ab, welcher am schlechtesten? Wie ist der Vergleich mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren?

Der menschliche CO_2-Ausstoss beim Fahrradfahren oder Gehen ist gegenüber demjenigen von technischen Systemen vernachlässigbar klein. Eine Bilanzierung der CO_2-Emissionen die zusätzlich aufgrund des erhöhten Stoffwechsels beim Velofahren oder beim Gehen entstehen, halten wir für nicht sinnvoll. Für kurze bis mittlere Strecken sind Velo- und Fussverkehr die umweltfreundlichsten und zugleich gesündesten Verkehrsträger.

Gemäss Vergleichsrechner mobitool (Berechnungs-Faktoren von 2016, Lebenszyklusbetrachtung) kann man mit einem Kilogramm CO_2 mit einem Fernverkehrszug der SBB 144 km weit, mit einem Diesel-Reisebus rund 17,2 km weit, mit einem Elektro-Personenwagen 10,8 km weit und mit einem fossilen Personenwagen (durchschnittliche Flotte, Benzin) rund 4,8 km weit fahren. Somit weist der Zug – ausreichende Besetzung vorausgesetzt – die klar beste Treibhausgasgesamtbilanz auf, gefolgt vom Diesel-Bus und dem Elektro-PKW. Die schlechteste Treibhausgasbilanz weisen fossil betriebene, schwere und mit wenig Personen besetzte Personenwagen auf. Das mobitool beinhaltet aufgrund der etwas veralteten Datenbasis noch keine Angaben zur Treibhausgasbilanz von einem Batterie-Elektrobus.

In einer aktuellen Studie von Infras wurden zu Handen von TGV Lyria eine Klimabilanz für verschiedene Verkehrsträger von Genf nach Paris erstellt. An schlechtesten schneidet das Flugzeug mit 100 kg CO_2-eq pro Person ab gefolgt vom fossilen Personenwagen (93 kg

CO_2-eq/Person[1]), dem Elektrofahrzeug (42 kg CO_2-eq/Person), dem Diesel-Fernbus (20 kg CO_2-eq/Person) der Bahn (bisherige Flotte) (5,4 kg CO_2-eq/Person) und der erneuerten Flotte mit Doppelstock-TGV-Kompositionen (3,8 kg CO_2-eq/Person).

Zu Frage 5: Wie schätzt der Regierungsrat die Problematik der limitierten Verfügbarkeit kritischer Rohstoffe (seltene Erden) für die Batterieherstellung ein?

Die Umweltbelastung bei der Gewinnung seltener Erden ist ein ernst zu nehmendes Problem. Das hat unter anderem auch die Automobilbranche selbst erkannt. Wir weisen darauf hin, dass die Möglichkeiten zur Substitution von seltenen Erden, insbesondere von denjenigen mit hoher Umweltbelastung, durch die Automobilbranche selbst vorangetrieben wird. Zudem sind auf Stufe der EU Anstrengungen zur Verbesserung der Batterie-Ökobilanz ergriffen worden. Dazu gehört der Aufbau eines konsequenten Recyclings. In einer Gesamtumweltbilanz, welche die Rohstoffgewinnung und Batterieproduktion miteinbezieht, schneiden Elektrofahrzeuge gegenüber Fahrzeugen mit fossil betriebenem Verbrennungsmotor wesentlich besser ab.

Zu Frage 6: Wie gedenkt der Regierungsrat die Entsorgung/das Recycling der leeren Akkus mittels Re-/Upcycling zu fördern beziehungsweise zu gewährleisten?

Elektrofahrzeug-Batterien werden heute im Ausland rezykliert. Derzeit ist die Automobilindustrie in der Schweiz von der vorgezogenen Entsorgungsgebühr für Batterien befreit – dies unter der Voraussetzung, dass die Branche selbst garantieren kann, dass die Batterien gemäss Stand der Technik entsorgt werden. Tätigkeiten zum Aufbau eines Recyclings für Elektrofahrzeug-Batterien in Schweiz sind jedoch bereits im Gang. Wir sehen vor diesem Hintergrund keine Notwendigkeit, den Aufbau einer entsprechenden Industrie zusätzlich zu fördern.

[1] Basierend auf einer Annahme von einer durchschnittlichen Belegung von 1,6 Personen pro Fahrzeug.