



## Q&A ELEKTROMOBILITÄT

STAND: DEZEMBER 2019

### 1. Welche Rolle spielen Elektroautos für die Energiewende in Tirol?

Für die Umsetzung der Energiewende in Tirol müssen wir vor allem in den Bereichen Gebäude, Industrie und Mobilität ansetzen. Für die Dekarbonisierung und Effizienzsteigerung im Bereich Mobilität ist die Elektromobilität mit Sicherheit eine Schlüsseltechnologie.

Viele behaupten allerdings, dass die E-Mobilität allein nicht die Lösung sein kann. Stimmt das?

Fakt ist: 35 % des tirolweiten Endenergieverbrauchs fallen derzeit auf den Verkehr. 90% davon nimmt der Kfz-Verkehr (Auto, Bus, LKW) ein, welcher aufgrund der Dominanz fossiler Energieträger Hauptverursacher der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen ist. Derzeit ist der Mobilitätssektor für 75 % des tirolweiten Erdölverbrauchs verantwortlich und trägt zudem maßgeblich zu gesundheitsgefährdenden Feinstaub- und Stickoxidemissionen (NO<sub>x</sub>) bei.\*

\*Quelle: Ressourcen- und Technologieeinsatz-Szenarien Tirol 2050. Bericht vom 15. Oktober 2018.

Mit dem Elektromotor steht uns eine Technologie zur Verfügung, um die Erdölabhängigkeit deutlich zu reduzieren und den Antrieb im Individualverkehr auf erneuerbare Energien umzustellen. Dadurch können die (lokalen) CO<sub>2</sub> Emissionen sukzessive gesenkt und die angestrebte Energieeffizienzsteigerung erreicht werden.

Unsere Verkehrsprobleme können E-Autos natürlich nicht lösen. Zuallererst gilt es deshalb Wege zu vermeiden und ansonsten möglichst mit öffentlichen Verkehrsmitteln, dem Fahrrad oder zu Fuß zurückzulegen. Diese Formen der Mobilität sind umweltfreundlich und stoßen kein bzw. sehr wenig CO<sub>2</sub> aus.



## 2. Führt man mit E-Autos wirklich schadstofffrei?

Elektromotoren arbeiten leise und sind lokal abgasfrei, emittieren also im Betrieb selbst keine Luftschadstoffe. Damit reduzieren sie neben Verkehrslärm auch die Belastung durch Feinstaub und Stickoxide (NO<sub>x</sub>).

Doch wie sieht die Schadstoffbilanz aus, wenn Elektroautos mit CO<sub>2</sub>-intensivem Kohlestrom geladen werden? Für Länder mit hohem Anteil an fossiler Stromerzeugung gilt dieses Argument gegen die E-Mobilität natürlich, verdeutlicht aber vor allem die Notwendigkeit des gleichzeitigen Ausbaus der erneuerbaren Energieträger. Österreich und vor allem Tirol haben hier durch den bereits bestehenden, hohen Anteil an Strom aus Wasserkraft eine günstige Ausgangslage.

Auch die globale Entwicklung der letzten Jahre zeigt, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien stetig voranschreitet. Dies wirkt sich wiederum positiv auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz von E-Fahrzeugen aus.

Bei einem Verbrauch von ca. 25 kWh/100 km (z.B. Nissan Leaf, 110 kW bzw. 150 PS), einer durchschnittlichen Jahresfahrleistung von 15.000 km und einer Lebensdauer von 15 Jahren emittiert ein Elektroauto mit dem aktuellen österreichischen Strommix ca. 101 g CO<sub>2Äqu.</sub>/Fkm. Das ist weniger als die Hälfte gegenüber Benzin (225 g CO<sub>2Äqu.</sub>/Fzkm) oder Diesel (178 g CO<sub>2Äqu.</sub>/Fkm). Wird das E-Auto mit Ökostrom getankt, reduziert sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß nochmal drastisch auf 30 g CO<sub>2Äqu.</sub>/Fkm.\* (unter Berücksichtigung indirekter Emissionen für Treibstoff- bzw. Stromerzeugung, Fahrzeug- u. Akkuherstellung)  
Emissionskennzahlen unterschiedlicher Treibstoffe, Quelle: Umweltbundesamt, Update: Ökobilanz alternativer Antriebe, Wien 2018

Fakt ist damit: Es gibt derzeit keinen klimafreundlicheren Antrieb.



### 3. Wie ist die Klimabilanz der Batterie in E-Fahrzeugen?

Elektroautos sind die klimafreundlichste Art der motorisierten Mobilität. Aber wie sieht es mit den Batterien in den E-Autos aus? Klimakiller oder doch nicht?

Die Herstellung von Batterien ist relativ aufwendig und energieintensiv. Kommt diese Energie aus fossilen Energieträgern, starten batterieelektrisch betriebene Fahrzeuge mit einem größeren CO<sub>2</sub>-Rucksack als herkömmliche Verbrenner. Je größer die im Fahrzeug verbaute Batterie, desto schlechter ist die Ausgangslage. Rahmenbedingungen wie Batteriekapazität, Jahresfahrleistung, Lebensdauer, Energieeinsatz für Fertigung, etc. beeinflussen die Klimabilanz von Batterien maßgeblich.

Bei der Produktion eines VW E-Golf werden aufgrund des Akkus ca. 3 Tonnen CO<sub>2Äqu</sub> mehr emittiert, als bei der Produktion eines herkömmlichen Golfs. Aufgrund der bedeutend niedrigeren CO<sub>2</sub>-Emissionen im Betrieb, kann diese Klimabilanz nach etwa 23.000 – 36.000 Kilometern Fahrleistung sprich nach ca. 2-3 Jahren (angenommene Jahresfahrleistung von 15.000 km und abhängig von Diesel- oder Benzinmotor) umgedreht werden. Wird das E-Auto ausschließlich mit Ökostrom geladen, können es bereits 1-2 Jahre sein. Im Laufe von 15 Jahren bedeutet dies für das Elektroauto einen ökologischen Vorteil von 17 – 28 Tonnen CO<sub>2Äqu</sub>. (abhängig von Diesel- oder Benzinmotor)

*Quelle: Umweltbundesamt, Update: Ökobilanz alternativer Antriebe, Wien 2018*

Werden die Batterien zukünftig wie geplant vermehrt in Europa hergestellt, wo der Strommix bereits bedeutend mehr erneuerbare Energien beinhaltet, oder steigt China wie bereits geplant vermehrt auf erneuerbare Energien um, wird sich die Klimabilanz deutlich verbessern. Wird zudem 100 % Ökostrom geladen, kann eine neuerliche Verbesserung erzielt werden.

Durch den Ausbau erneuerbarer Energien wird die Klimabilanz von E-Fahrzeugen immer besser. Die Zeit spielt für das Elektroauto.



#### 4. Werden durch den Ausbau der Elektromobilität kostbare Rohstoffe und seltene Erden verbraucht?

Jeder Rohstoff ist kostbar und es gilt grundsätzlich mit allen Ressourcen verantwortungsbewusst umzugehen. Für die Herstellung von Ge- und Verbrauchsgütern werden immer Rohstoffe benötigt, deren Gewinnung unmittelbar mit Energieverbrauch und Umweltauswirkungen verbunden ist. Stimmt es allerdings, dass für Elektroautos mehr und seltenere Rohstoffe verbraucht werden, als für andere herkömmliche Fahrzeuge?

Die seltenen Erden sind nicht wie oft angenommen in den Batterien der Elektroautos verbaut, sondern in den Elektromotoren der Autos, genauso wie in jenen von gängigen Haushaltsgeräten. Hierbei ist vorab zu erwähnen, dass die Bezeichnung *Seltene Erden* irreführend ist. Diese Bezeichnung stammt aus der Zeit der Entdeckung dieser Elemente und beruht auf der Tatsache, dass sie zuerst in seltenen Mineralien gefunden wurden. Einige der Metalle der Seltenen Erden kommen in der Erdkruste häufiger vor als beispielsweise Blei oder Kupfer.

Aufgrund der weltweiten Reserven und Ressourcen von strategischen Rohstoffen für die Elektromobilität ist mit keiner physischen Verknappung zu rechnen. Lediglich kann es aufgrund wirtschaftlicher oder geopolitischer Ursachen zu temporären Engpässen kommen.



## 5. Wie sieht die ökologische und soziale Belastung in jenen Ländern aus, in denen Rohstoffe für die Akkus der Elektroautos abgebaut werden?

Die derzeit in E-Autos eingesetzten Lithium-Ionen-Batterien bestehen im Wesentlichen aus Lithium, Nickel, Mangan, Kobalt, Graphit und Aluminium.

Nur etwa die Hälfte der globalen Lithium-Förderung passiert derzeit in Lateinamerika (Bolivien, Chile, Argentinien). Für Kritik sorgt dabei der für die Gewinnung implizierte Wasserverbrauch in den ohnehin schon sehr trockenen Gebieten (z.B. der Atacamawüste). Was viele nicht wissen, hierbei wird kein Trinkwasser verwendet, sondern Salzsole aus der wiederum Metalle wie Lithium gewonnen werden. Um die negativen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt für Mensch und Tier zu minimieren werden zudem bereits erste Ansätze verfolgt:

- > Restwasser aus der Gewinnung wird wieder in den Boden zurückgegeben
- > Auf die vorherige Konzentration in „Verdampfungsbecken“ wird verzichtet -> größere Menge an Restwasser
- > Grundwasser wird durch Wasser aus dem Pazifik ersetzt.

Weitere 40% des weltweit abgebauten Lithiums stammen aus Australien. Dort sind die Bedingungen aufgrund anderer Abbaumethoden bereits etwas besser. Nichtsdestotrotz entsteht auch hier ein erheblicher Energie- und CO<sub>2</sub>-Aufwand.

Über 50% der globalen Kobaltförderung erfolgt in der politisch instabilen DR Kongo. Ca. 20% stammt dabei aus dem Kleinbergbau, in welchem auch Kinder tätig sind. Industrielle Minen sind auf Kinderarbeit nicht angewiesen. Viele Hersteller von Elektroautos sind sich dieser sozioökonomischen Probleme sowie ihrer Verantwortung darüber bewusst und setzen für die Anwendung in ihren Fahrzeugen entsprechende Nachweise voraus oder verzichten ganz auf Kobalt aus dem Kleinbergbau. Des Weiteren wird der Kobalt-Anteil in den Batterien sukzessive reduziert bzw. versucht komplett zu substituieren, nicht zuletzt auch aus ökonomischem Interesse.

Die ökologischen und sozialen Folgen der Ölförderung für Benzin und Diesel stehen dem in nichts nach und reichen von der Verseuchung von Böden und Gewässern, über die Abholzung von Wäldern hin zu erhöhter Krebsgefahr durch toxische Gase.

Es gibt bereits Bemühungen, die Situation bei der E-Mobilität mittels ökosozialer Initiativen der Autohersteller (z.B. „Cobalt for Development“ Pilotprojekt für nachhaltigen Kobaltabbau in der DR Kongo) merklich zu verbessern und aus den irreversiblen Fehlern bei der Ölförderung zu lernen.



## 6. Welche Rolle nehmen Erdgas-, Wasserstoff-, oder mit E-Fuels betriebene Fahrzeuge in der Individualmobilität ein?

Neben der batteriebetriebenen Elektromobilität werden auch immer wieder Erdgas-, Wasserstoff-, oder mit E-Fuels betriebene Autos als umweltfreundliche Alternativen zu herkömmlichen Verbrennern genannt. Diese bringen allerdings im Vergleich zu batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen einige negative Aspekte mit sich und widersprechen damit dem Ziel der Tiroler Energieautonomie.

- > **Erdgas (CH<sub>4</sub>)** ist ein fossiler Brennstoff und deshalb zur Erreichung der Energieautonomie völlig ungeeignet. Die Verbrennung von Erdgas ist zwar um ein Vielfaches sauberer als die Verbrennung von Benzin, Diesel oder Kerosin, dennoch entsteht bei der Verbrennung CO<sub>2</sub>. Sauberes Biogas, welches bei der Vergärung von Biomasse entsteht, steht in Tirol nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung und wird es Berechnungen zufolge auch nie stehen.\* Die Menge an Biogas, die in Schlitters im Zillertal, der größten Tiroler Biogas-Anlage produziert wird, reicht beispielsweise für den Betrieb von etwa 1.250 PKW.
- > **Wasserstoff** wird global überwiegend aus fossilen Brennstoffen (96%\*\* ) gewonnen. Die Gewinnung aus Wasser mittels Elektrolyse verbraucht große Mengen an Strom. Eine CO<sub>2</sub>-freie Gewinnung kann mit Ökostrom erfolgen. Die Brennstoffzellentechnologie hat einen geringen Wirkungsgrad: Während bei batteriebetriebenen E-Autos etwa 69 % der eingesetzten Energie auch wirklich bei den Reifen ankommen, sind es bei jenen mit Brennstoffzelle nur 26%\*\*\*. Den benötigten Strombedarf für eine Individualmobilität auf Basis von Wasserstoff kann Tirol derzeit und realistischer Weise auch in Zukunft nicht abdecken\*.
- > Selbiges gilt auch für **E-Fuels** (synthetisch hergestellte flüssige oder gasförmige Kraftstoffe), für deren Herstellung nochmals weitaus größere Mengen an Strom bzw. Wasserstoff benötigt würden.

Die direkte Nutzung von erzeugtem (Öko-)Strom per batteriebetriebenen Fahrzeugen, mit geringen Verlusten, ist somit anzustreben.

Aufgrund der überwiegenden Vorteile der batteriebetriebenen E-Fahrzeuge wird der Wasserstoff im motorisierten Individualverkehr eine untergeordnete Rolle spielen. Im Schwerlastverkehr (LKW, Bus) wird es im Hinblick auf Reichweite und Gewicht wahrscheinlich zu einem Mix an Batterie- und Wasserstoff-Antrieben kommen. Im Güterverkehr wird eine umfassende Verlagerung auf die Schiene angestrebt.

\* Quelle: Technologie- und Ressourceneinsatzszenarien Tirol 2050, Oktober 2018

\*\* Quelle: Österreichische Energieagentur, März 2019

\*\*\* Quelle: *Agora Verkehrswende: Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe*, März 2018



## 7. Sind die Akkus von Elektroautos der Sondermüll von morgen?

Die E-Mobilität wird als Schlüsseltechnologie der Mobilitätswende in Tirol gehandelt. Viele sorgen sich allerdings darum, dass die Akkus in E-Autos am Ende ihrer Lebensdauer nicht entsprechend entsorgt oder recycelt werden können. Ist der Einwand berechtigt?

Mit einer Restkapazität von ca. 80 % haben Akkus das Ende ihrer Lebensdauer im Fahrzeug (First Life) erreicht. Je nach Akkunutzung ist damit nach ca. 220.000 km bzw. 15 Jahren zu rechnen. Ein Weiterfahren ist dann nach wie vor möglich, allerdings unter Einbußen von Akkukapazität bzw. Reichweite. Die Weiterverwendung der Akkus in Form von „Batteriefarmen“ (Second Life) ist technisch möglich und wird von den Automobilherstellern mit großem Interesse verfolgt. In Kooperation mit Energie- und Mobilitätsunternehmen wurden bereits einzelne Pilotprojekte umgesetzt.

Mit einer Restkapazität von 50 % ist das Ende der Second Life-Nutzung beziffert.\* Um den anfallenden Abfall gering zu halten, die Primärförderung neuer Rohstoffe und deren negative Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren, temporären Versorgungsrisiken entgegenzuwirken und eine erhöhte Unabhängigkeit von EU-externen Rohstofflieferanten zu erreichen, ist das Recyceln von ausgedienten Akkus eine unumgängliche Maßnahme. Von der EU wird derzeit eine Rückgewinnungsquote von 50 % auf das Batteriegewicht gefordert. Eine Unterscheidung nach Rohstoffen existiert somit nicht. Auf Recycling spezialisierte Unternehmen erreichen bereits heute nennenswerte rohstoffspezifische Quoten (siehe aktuelle Werte der Firma Duesenfeld aus Niedersachsen in folgender Tabelle). Akkus von E-Fahrzeugen sind somit kein Recyclingproblem.

<u>ROHSTOFF</u>	<u>RÜCKGEWINNUNGSQUOTE [%]</u>
Kobalt	> 95
Nickel	> 93
Mangan	> 80
Lithium	> 60
Aluminium	> 80
Kupfer	> 95

*Tabelle 1: Rückgewinnungsquoten Fa. Duesenfeld, Anfrage Mai 2019*

Der große Boom dieser alternativen Antriebsform steht zudem noch ganz am Anfang und hat somit die Chance die Entwicklung in nachhaltige Bahnen zu lenken. Technische Lösungen bestehen heute bereits – entsprechenden Rahmenbedingungen wie gesetzliche Vorgaben müssen allerdings noch geschärft bzw. geschaffen werden. Mit steigender Anzahl an Fahrzeugen wird auch der entsprechende Markt entstehen.

\* Quelle: Klima- und Energiefonds und VCÖ: Faktencheck E-Mobilität, 2018



## 8. Sind E-Autos gefährlich?

Eine Meldung jagt die nächste, weil wieder ein E-Auto brennt. Viele behaupten E-Fahrzeuge fingen leichter an zu brennen und ließen sich nicht löschen. Tatsache ist, dass E-Fahrzeuge bei einem Unfall genauso sicher sind wie Verbrenner. Wie auch der Tank von Diesel- oder Benzinfahrzeugen sind Akkus von E-Fahrzeugen so ausgeführt und positioniert, dass die ausgehende Gefahr im Falle eines Unfalls möglichst geringgehalten wird.

E-Fahrzeuge sind in der Regel mit einer Funktion ausgestattet, die eine automatische Abschaltung des Hochvoltsystems vornimmt, sobald der Airbag ausgelöst wird. Ein zentraler Trennschalter stellt eine weitere Möglichkeit dar den Stromfluss zu unterbrechen, um Opfer und Rettungskräfte im Bedarfsfall zu schützen. Eine standardisierte Positionierung dieses Schalters sowie Kennzeichnung von Fahrzeugen mit alternativem Antrieb wäre seitens der Einsatzkräfte wünschenswert.

Im Brandfall erfolgt die Flammenbekämpfung, wie auch bei Verbrennern, mit Wasser (Zugabe von Schaum ist möglich). In weiterer Folge sowie bei Unfällen ohne Brand (z.B. nur Rauchentwicklung in Nähe der Hochvoltbatterie) gilt es den Akku mit Wasser zu kühlen. Die Gefahr der Reaktionsfreudigkeit von Wasser mit Lithium ist aufgrund des geringen Lithiumanteils in den Batteriezellen sowie der äußerst robusten Ausführung der Module bzw. des Batteriepacks nicht gegeben. Da zum Löschen von E-Fahrzeugen nicht mehr Wasser benötigt wird, als bei Benzin- oder Dieselfahrzeugen, ist auch das Fassungsvermögen der Wassertanks der Löschfahrzeuge völlig ausreichend.

Da in manchen Fällen die erstmalige Kühlung der Hochvoltbatterie nicht ausreicht, kann es zu einem erneuten Brandausbruch kommen. Eine erneute Reaktion kann auch erst nach Tagen passieren. Aus diesem Grund ist der Abstellplatz havariierter E-Fahrzeuge so zu wählen, dass keine weitere Gefahr davon ausgeht. Präventiv bzw. als weitere Kühlmaßnahme werden E-Fahrzeuge in teilweise extra dafür gefertigten Containern für mehrere Tage mit Wasser geflutet.

Quelle: Landesfeuerwehrverband Tirol, Dominik Hochenegger, August 2019