

Elektrifizieren, um zu dekarbonisieren

Zahlen und Fakten zur Elektromobilität

In
Zusammen-
arbeit mit

Swiss e Mobility

SIEMENS

Der Zeit voraus



Die Anfänge der Elektromobilität in der Schweiz gehen zurück bis ins vorletzte Jahrhundert. Die Eisenbahn nahm eine Pionierrolle ein. Obwohl die technischen Rahmenbedingungen vorhanden waren, verlief die Bahnelektrifizierung anfänglich jedoch harzig. Bereits 1881 waren sich nämlich Werner von Siemens und Gustav Bridel, der Oberingenieur der Gotthardbahn einig, dass der elektrische Betrieb des neuen Gotthardtunnels technisch möglich und auch sinnvoll sei. Die beiden Pioniere diskutierten das Thema in einem intensiven Briefwechsel bis ins Detail. Leider blieb es bei den Plänen; warum diese Weltpremiere letztlich nicht realisiert wurde, ist nicht überliefert.

Die beiden Ingenieure waren mit ihrer Idee der Zeit weit voraus. Erst 1920, also 40 Jahre später, wurden die kohlenbefeuerten Dampfloks auf der Gotthardstrecke durch Elektrolokomotiven ersetzt. Bis zu diesem Zeitpunkt war die Elektrifizierung des Schweizer Bahnnetzes nur punktuell vorangetrieben worden. Dann kam mit dem 1. Weltkrieg die tragische Zeitenwende: Die Importkohle wurde knapp, die Preise stiegen massiv an und die Schweizer Bahnen waren gezwungen, ihr Netz flächendeckend auf Strom umzurüsten.

Hundert Jahre später ist die Elektrifizierung des Strassenverkehrs an der Reihe. Die Parallelen zur Bahn sind offensichtlich. Damals wie heute sind es äussere Einflüsse, die der Elektromobilität Auftrieb geben. Der Klimawandel, die Abhängigkeit von Öl und Gas im Energie- und Verkehrssystem sowie drohende Preissteigerungen aufgrund knapper Ressourcen und kriegerischer Ereignisse machen deutlich, dass an der globalen Dekarbonisierung kein Weg vorbeiführt.

Damit dies gelingt, sind Politik, Wirtschaft und Gesellschaft gefordert. Die technischen Lösungen sind vorhanden.

Der Aufbau der Ladeinfrastruktur und der Umbau des Energienetzes hin zu dezentralen Kraftwerken wird viel Zeit und Geld kosten; aber die Perspektiven, die sich bieten, sind beeindruckend: Zum Beispiel können Elektrofahrzeuge als Stromspeicher dienen, ihre Energie ins Netz zurückspeisen und dieses effizienter und stabiler machen. Dazu braucht es zusätzliche Investitionen in eine smarte Infrastruktur, die die Konnektivität von Gebäude, Stromnetz, erneuerbaren Energiequellen und Ladeinfrastruktur ermöglicht.

In unserer Publikation haben wir ausgewählte Informationen, Zahlen und Fakten zum Thema Dekarbonisierung und Mobilität zusammengetragen. **Konkrete Beispiele zeigen, dass es vielversprechende Lösungen gibt und die Elektromobilität einer der wichtigsten Hebel darstellt bei der Dekarbonisierung von Wirtschaft und Gesellschaft in der Schweiz.** Es wird nicht mehr 40 Jahre dauern bis sich Elektroautos, E-Busse und Elektrolastwagen flächendeckend durchsetzen. Der Weg dahin wird spannend. Wir freuen uns, dass wir gemeinsam einen wichtigen Beitrag leisten können zur umfassenden und nötigen Elektrifizierung des Schweizer Verkehrssystems.

Gerd Scheller
Country CEO
Siemens Schweiz

Krispin Romang
Geschäftsführer
Swiss eMobility

Ausbau der Verkehrsinfrastruktur weltweit zur Dekarbonisierung nötig

Mobilität ist rund um den Globus ein zentraler Pfeiler für Wirtschaft und Gesellschaft und beeinflusst die Lebensqualität von Milliarden von Menschen auf der ganzen Welt positiv. **Der Verkehr trägt aber natürlich auch massgeblich zu Klimawandel, Luftverschmutzung und Lärmbelastigung bei.** Knapp ein Viertel der weltweiten CO₂-Emissionen gehen auf den Verkehr zurück². Und in der Europäischen Union verbraucht der Verkehrssektor rund ein Drittel der Endenergie³.

Damit die ehrgeizigen Klimaziele vieler Staaten erreicht werden können, ist die Dekarbonisierung des Verkehrs unumgänglich. Während die entsprechende Forschung im Luftverkehr noch ganz am Anfang steht, gibt es beim Schienenverkehr sowie beim individuellen und öffentlichen Personenverkehr auf der Strasse schon heute Technologien, welche die Dekarbonisierung des Verkehrssektors vorantreiben. Mit dem Ausbau von Bahn-Streckennetzen und Investitionen in modernstes Rollmaterial können Personen und Güter klimafreundlich auf Schienen transportiert werden.

Und auf der Strasse besteht durch die Umstellung auf elektrisch betriebene Fahrzeuge ein riesiges Potenzial, klimaschädliches CO₂ zu verringern. In vielen Ländern wachsen die Neuzulassungen vollelektrischer Personalfahrzeuge exponentiell. **Aktuelle Studien des Beratungsunternehmens Deloitte gehen davon aus, dass im Jahr 2030 rund 32 % aller neuverkauften Fahrzeuge weltweit einen Stecker haben werden⁴.** Die dafür benötigte Ladeinfrastruktur hinkt diesem Trend aber

deutlich hinterher. Investitionen in Milliardenhöhe, wie diese beispielsweise von den USA und der EU mit dem «Green Deal» lanciert wurden, sind überaus wichtig. Solche ambitionierten Förderprogramme stellen sicher, dass die nötige Infrastruktur für eine dekarbonisierte Zukunft auch tatsächlich erstellt wird.

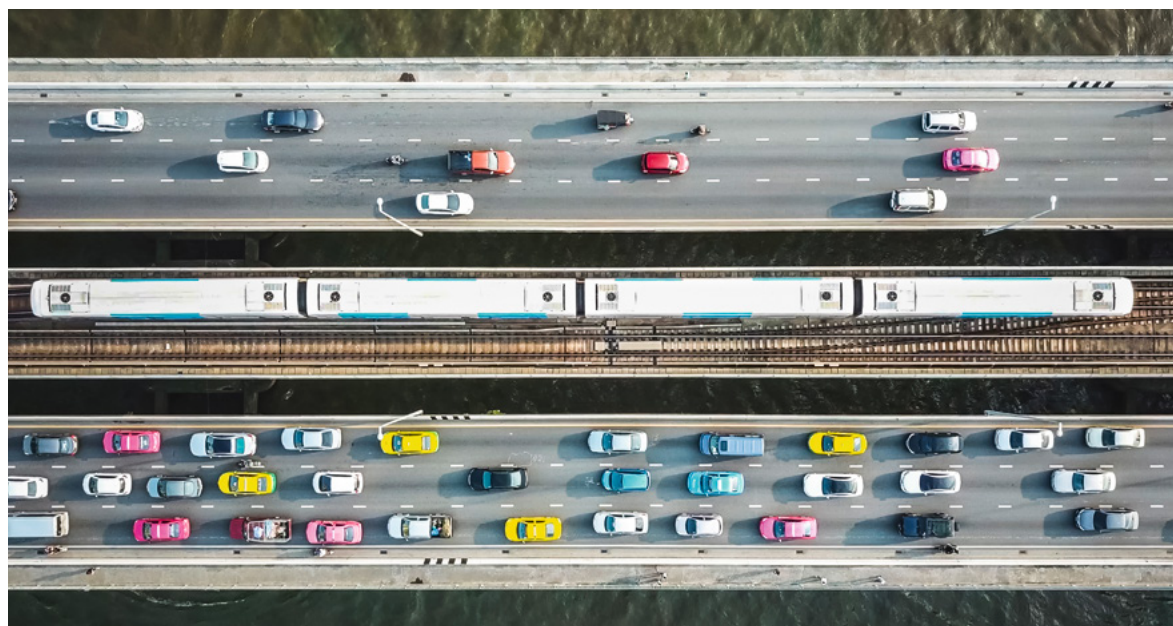
Musterbeispiel Norwegen

Norwegen hängt im internationalen Vergleich bei den Neuzulassungen von vollelektrischen Autos alle ab. Im Jahr 2021 hatten in Norwegen 64,5 % aller Neuwagen einen rein elektrischen Antrieb. In der EU liegt dieser Wert bei 9,1 % und in der Schweiz bei 13,4 %.⁵



36,7 Milliarden
Tonnen

Weltweiter CO₂-Ausstoss
aller Staaten der Welt¹



¹ Global Carbon Atlas, 2021

² Statista, 2022

³ Europäische Umweltagentur EEA, 2020

⁴ Deloitte, 2020

⁵ Association des Constructeurs Européens d'Automobiles, 2022

Auf dem Weg zur Elektrifizierung



Die Schweiz hat sich wie andere Länder auch zur Dekarbonisierung der Wirtschaft und Gesellschaft verpflichtet. Der Bundesrat hat das Ziel formuliert, bis 2050 gar eine Reduktion der CO₂-Emissionen auf Netto-Null zu erreichen. Strom wird somit eine noch zentralere Bedeutung erlangen als heute, denn erneuerbare Energien, Effizienzsteigerung und Elektrifizierung sind die grossen Hebel zur Erreichung der klimapolitischen Ziele. Während sich andere Länder zuerst auf die Dekarbonisierung des Stromsektors fokussieren müssen, verfügt die Schweiz bereits heute über eine praktisch CO₂-freie Stromversorgung. **Die überwiegende Mehrheit der Fahrzeuge im Strassenverkehr hingegen wird mit fossiler Energie angetrieben.** Die Dekarbonisierung des Verkehrssektors ist demnach einer der Hebel zur Erreichung des angestrebten Netto-Null-Ziels.

Als Verkehrsträger hat die Schiene in der Schweiz eine lange Tradition. Der Schienenverkehr hat einen vergleichsweise hohen Anteil am Personen- und Güterverkehr und bildet das Rückgrat des öffentlichen Verkehrs in der Schweiz. Bereits 1939 war 77 % des Schienennetzes elektrifiziert, ein europäischer und weltweiter Spitzenwert. **Heute sind gar 99,98 % des Schienennetzes elektrifiziert⁷.**

Elektro- vs. Verbrennungsantrieb⁹

Gute Ökobilanz

Nach 30 000 Kilometern sind die höheren CO₂-Emissionen aus der Produktion eines Elektroautos kompensiert.

0 % Schadstoff-Emissionen

Ab dem 1. Kilometer fährt man in einem Elektroauto ohne Abgase und ist lokal emissionsfrei unterwegs.

Dreimal besser

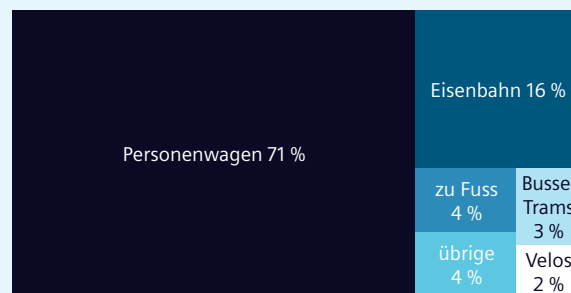
Mit Strom fahren ist dreimal so effizient wie mit Benzin oder Diesel.

Auch im Strassenverkehr gewinnt Strom als Energiequelle zunehmend an Bedeutung. Rund 15 % der neu zugelassenen Personenfahrzeuge sind heute Steckerfahrzeuge. **Der Anteil vollelektrischer Autos hat im letzten Jahr um 63,5 % zugenommen und die öffentliche Ladeinfrastruktur ist 2021 um 16,6 % gewachsen⁸.** Mit dem Umstieg auf Elektromobilität im Personen- und Güterverkehr kann die Dekarbonisierung des Strassenverkehrs entscheidend vorangetrieben werden.

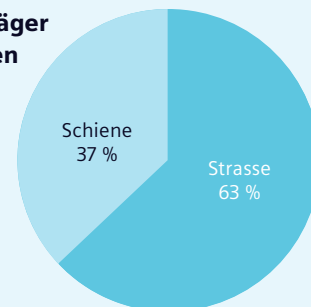

37 Millionen Tonnen
CO₂-Emissionen der Schweiz⁶

Die Stossrichtung hin zu einer nachhaltigen Mobilität ist klar: weg von fossilen Treibstoffen hin zu regenerativen Energien und ein gleichzeitiger Umstieg auf die Elektromobilität. Diese ist mit ihrem hohen Wirkungsgrad und der lokal emissionsfreien Fortbewegung gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsantrieb klar im Vorteil. Die Elektrifizierung des Verkehrs ist eine riesige Chance, bringt aber Herausforderungen mit sich. Es braucht nicht nur mehr erneuerbaren Strom, sondern auch die notwendige Ladeinfrastruktur im privaten und öffentlichen Bereich. Damit steigen auch die Anforderungen für die Stromnetze.

Anteile der Verkehrsmittel an den zurückgelegten Personenkilometern 2019¹⁰



Anteil der Verkehrsträger an den zurückgelegten Tonnenkilometern 2019¹⁰

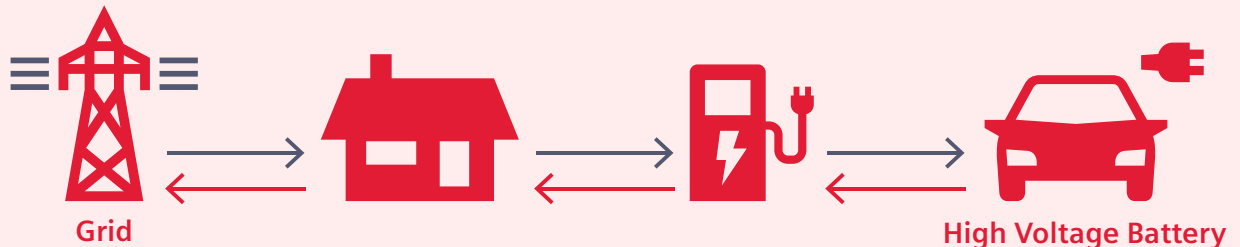


Ein Blick auf das Mobilitätsverhalten der Schweizer:innen zeigt: Das Auto dominiert im Personenverkehr klar. Im Güterverkehr werden die meisten Transportleistungen auf der Strasse erbracht.

⁶ Global Carbon Atlas, 2021 • ⁷ SBB, 2018 • ⁸ Swiss eMobility, 2022
⁹ PS Institut, 2021 • ¹⁰ BFS, 2021

Energieversorgung und Elektromobilität im Einklang

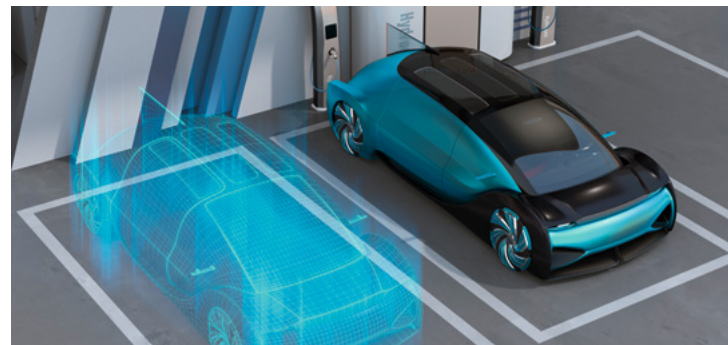
VEHICLE-TO-GRID



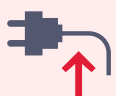
Als Teil des intelligenten Energiesystems wird Strom vom Elektroauto ins Stromnetz zurückgespeist und umgekehrt.

Angetrieben durch die Digitalisierung, Dezentralisierung und Dekarbonisierung befindet sich das weltweite und auch das Schweizer Energiesystem im Umbruch. Immer mehr kleine, dezentrale Kraftwerke, wie beispielsweise in Wohnhäusern und auf Industrieflächen sowie Wind- und Solarparks, werden künftig – neben einigen Grosskraftwerken – elektrische Energie produzieren. An der Schnittstelle von Stromnetz, Verbraucher:innen und Technologien, die mit dem Netz verbunden sind, spielt die Zukunftsmusik. **Wir sprechen dabei vom Grid Edge.** Indem der Anteil erneuerbarer Energien steigt, rückt die Trennung von Stromerzeuger:innen und Verbraucher:innen zusehends in den Hintergrund. Es entsteht ein neuer Typus: Prosumer:innen. Der benötigte Strom für einen Gebäudekomplex beispielsweise wird mittels Solaranlage vor Ort produziert und überschüssiger Strom ins Netz eingespeist. Zahlreiche kleine sowie dezentral verteilte Energieversorgungsunternehmen und Peer-to-Peer Plattformen für den lokalen Stromhandel und neue Marktteilnehmer:innen sind das Resultat.

Mithilfe digitaler Technologien kann der Wechsel zwischen schwankendem Strombedarf und fluktuierender Erzeugung am Grid Edge verwaltet und geregelt werden. Auf diese Weise wird die Netzstabilität und die Stromqualität gesichert. **Sogenannte Smart Grids (intelligente Stromnetze) kombinieren Erzeugung, Speicherung sowie Verbrauch und gleichen Leistungsschwankungen im Netz aus** – dies indem innerhalb des Netzes ein Informationsaustausch stattfindet.



Die Elektromobilität ist eng mit dem Grid Edge verbunden. Mit dem Ausbau der Ladeinfrastruktur werden zukünftig beträchtliche Lastspitzen in den Niederspannungsnetzen auftreten. Gerade in stark frequentierten Gegenden wie in Städten und zu Spitzenzeiten stellt dies eine grosse Herausforderung dar. Das Lastmanagement schafft hier Abhilfe, das Netz wird bestmöglich ausgelastet und nicht überlastet. Die begrenzte Ressource Strom wird sinnvoller genutzt. **Des Weiteren eignen sich Elektroautos beispielhaft zur Zwischenspeicherung von Strom sowie zum Abbau von Leistungsspitzen, indem die Batterien lastgesteuert entladen werden.** Bei Bedarf lässt sich mit bidirektionalem Laden (anders als beim unidirektionalen Laden) Strom und Energie gezielt ins Gebäude (Vehicle-to-home/Vehicle-to-building) oder ins Versorgungsnetz (Vehicle-to-grid) zurückspeisen. Damit leistet die Elektromobilität einen grossen Beitrag zur stabilen Stromversorgung und zur Energiewende.



50 %

Zunahme des Schweizer Strombedarfs bis 2050¹¹

Batterien auf vier Rädern

100 000 ans Netz angeschlossene Elektrofahrzeuge mit je rund 10 kW stellen eine dezentrale Regelleistung von 1 GW dar. Dies entspricht der Leistung des grössten Schweizer Pumpspeicherkraftwerks Limmern. Die Hälfte, der in den 100 000 Batterien speicherbaren Energie, reicht aus, um 200 000 durchschnittliche Einfamilienhäuser einen Tag lang mit Strom zu versorgen.

¹¹ BFE, 2020

Mobilität in Städten muss smart und nachhaltig werden



Die ambitionierten Klimaziele und die starke Zunahme von Elektrofahrzeugen stellen uns vor grosse Herausforderungen. **Swiss eMobility rechnet bis 2035 mit rund drei Millionen E-Autos.** Daraus ergibt sich ein Bedarf an 300 000 öffentlichen Ladestationen. Per 1. Januar 2022 waren in der Schweiz erst 9738 öffentliche Ladepunkte erfasst¹³. **Klar ist: Die Ladeinfrastruktur muss ausgebaut werden – vor allem auch in urbanen Zentren.** Damit Ladelösungen nicht zu viel städtischen Raum einnehmen und die Netzausbaukosten verkraftbar bleiben, braucht es eine Kombination verschiedener Lösungen: Intelligent gesteuertes, langsames Laden am Arbeitsplatz und zu Hause sorgt dafür, dass das Stromnetz nicht überlastet und die Autobatterie geschont wird. In Stadtquartieren wird idealerweise der Ausbau von öffentlich zugänglichen Ladestationen auf Parkplätzen von Supermärkten, Sportanlagen etc. vorangetrieben. Diese können über Nacht den Anwohner:innen ohne eigenen Stellplatz oder für E-Car-Sharing-Angebote zur Verfügung stehen. Abrundend braucht es Schnellladehubs, um mehrere Fahrzeuge gleichzeitig mit hoher Ladeleistung und geringem Zeitaufwand zu laden.

Zu den Hebeln für eine nachhaltige Mobilität in Städten und Agglomerationen gehört zudem die Umstellung der Busflotten auf elektrische Antriebe. Diese spielen eine wichtige Rolle, wenn es um die Reduktion von Schadstoff- und Lärmbelastung in Städten geht. Allein durch den Einsatz eines E-Busses mit einer täglichen Laufleistung von ca. 200 km können jährlich ca. 60 Tonnen CO₂ eingespart werden.

Zu guter Letzt lässt sich auch auf der Schiene einiges an Energie einsparen. Zum Beispiel mit intelligenten Zugleitsystemen. Siemens-Leittechnik sorgt dabei für einen hochautomatisierten Bahnbetrieb. Die Anzahl der dafür benötigten Rechner lässt sich durch Virtualisierung der Software massiv reduzieren. Dadurch wird Platz gespart und der Energieverbrauch gesenkt. Auch bei den Schienenfahrzeugen lässt sich einiges erreichen. Im Rahmen verschiedener Effizienzpakete senkte Siemens gemeinsam mit dem Bahnbetreiber den Energieverbrauch der Zürcher Doppelstocktriebzugflotte um 4,1 GWh jährlich. Dies entspricht dem Energieverbrauch von über 4000 Haushalten.

Eine durchdachte und nachhaltige Mobilitätsstrategie ist entscheidend für das Erreichen der Klimaziele und die schrittweise Dekarbonisierung der Gesellschaft.



98 %

Anteil CO₂-Emissionen der Strasse am gesamten Verkehr Schweiz¹²

¹² BFE, 2018 • ¹³ IVZ, 2022

Pilotversuch mit **Elektrobus**



6010

Anzahl öV-Busse
in der Schweiz
90 % davon sind
Dieselbusse¹⁴



Die VBG Verkehrsbetriebe Glattal AG testen auf ihrer «Innovationslinie 759» wie sich Elektrobusse optimal in den regulären Fahrgastbetrieb integrieren lassen. Die sieben Dieselbusse, welche diese Linie bedienen, legen jährlich rund 635 000 Kilometer zurück und verbrauchen dabei rund 235 000 Liter Diesel. Der Elektrobus, der seit September 2021 im Einsatz steht, wird am Busbahnhof am Flughafen Zürich jeweils geladen. Siemens hat dazu eine Schnellladestation mit einem automatisch absenkenden Pantographen und das dazugehörige Ladezentrum inklusive Gleichrichter und Steuerung installiert. Der Bus muss für das Laden nicht ins Depot zurückkehren und spart dadurch Zeit und Energie. Dies macht den Betrieb noch umweltfreundlicher und wirtschaftlicher. Der Strom stammt zu 100 % aus erneuerbaren Energiequellen. Die Umlaufstrecke, die der Bus zurücklegt, ist rund 25 km lang und damit die derzeit längste Batteriebuslinie der Schweiz. Ziel der VBG ist es, dass die «Innovationslinie 759» mittelfristig ausschliesslich mit Elektrobusen betrieben wird.

E-Car für den Güterverkehr

Der Transport von gekühlten Gütern und Lebensmitteln wird heute fast ausschliesslich mit Diesel-Lastwagen ausgeführt. Der Grund: Es gibt keine Bahngüterwagen, welche die Kühlcontainer mit Strom versorgen können. Die Luzerner Firma Wascosa will dies ändern und hat die Lösung «Wascosa e-car®» entwickelt. Ein Umrichter auf jedem Güterwagen sorgt dafür, dass der Strom, den die Lokomotive über die Fahrleitung bezieht, umgeformt wird und für die Kühlcontainer genutzt werden kann. Siemens

Mobility unterstützt das Projekt bei den Testfahrten in Schweden, beim alpenquerenden Güterverkehr Deutschland – Italien sowie bei der Entwicklung von Lösungen für den fahrzeugseitigen Datenaustausch. Das Potenzial, um Kühlgüter wie Lebensmittel, Chemie- und Pharmastoffe oder Schnittblumen von der Strasse auf die Schiene zu bringen ist enorm. Aus diesem Grund finanziert auch das schweizerische Bundesamt für Verkehr (BAV) das Projekt mit.



41 649

Schwere Lastwagen
gibt es in der
Schweiz¹⁵



¹⁴ VöV / BFS, 2020 • ¹⁵ BFS, 2021

Siemens verbindet auf intelligente Weise Energiesysteme, Gebäude und Industrien. Damit können Effizienz und Nachhaltigkeit deutlich gesteigert werden und wir verbessern gleichzeitig die Art und Weise, wie wir leben und arbeiten.

Gemeinsam mit unseren Kund:innen und Partner:innen schaffen wir ein Ökosystem, das sowohl intuitiv auf die Bedürfnisse der Menschen reagiert als auch Kund:innen dabei unterstützt, ihre Geschäftsziele zu erreichen. Ein Ökosystem, das unseren Kund:innen hilft zu wachsen, das den Fortschritt von Gemeinschaften fördert und eine nachhaltige Entwicklung begünstigt, um unseren Planeten für die nächste Generation zu schützen.

[siemens.ch/dekarbonisierung](https://www.siemens.ch/dekarbonisierung)

[siemens.ch/e-mobility](https://www.siemens.ch/e-mobility)

In Zusammenarbeit mit Swiss eMobility

Swiss eMobility unterstützt die Schaffung der politischen und institutionellen Grundlagen für die Entwicklung der Elektromobilität in der Schweiz. Der Verband tritt für die Wahrung der Interessen seiner Mitglieder:innen im Zusammenhang mit der Elektromobilität ein. Swiss eMobility befasst sich mit wirtschaftlichen, rechtlichen, technischen, strukturellen, ökologischen und sozialen Fragen, gibt Empfehlungen ab und trifft Massnahmen zuhanden von Behörden und Parlamenten. Zudem pflegt der Verband Kontakte mit internationalen Organisationen mit gleichen Interessen.

[swiss-emobility.ch](https://www.swiss-emobility.ch)

Wollen Sie gemeinsam mit Siemens in ein neues Zeitalter der Mobilität durchstarten?
Kontaktieren Sie uns: **si.emobility.ch@siemens.com**

Herausgeber Siemens Schweiz AG

Freilagerstrasse 40
8047 Zürich
Schweiz

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich vereinbart werden.

© Siemens 2022