

Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung
Centre d'évaluation des choix technologiques
Centro per la valutazione delle scelte tecnologiche
Centre for Technology Assessment



Un futuro sotto tensione

L'elettromobilità nella rete svizzero dei trasporti dei prossimi decenni

RIASSUNTO DELLO STUDIO DI TA-SWISS «Chancen und Risiken der Elektromobilität in der Schweiz»

Lo studio è stato realizzato col sostegno dell'Ufficio federale dell'energia UFE, dell'Ufficio federale delle strade USTRA nonché dell'Ufficio federale dell'ambiente UFAM.

Peter de Haan und Rainer Zah
Con contributi di Hans-Jörg Althaus, Katrin Bernath,
Frank Bruns, Denise Fussen, Marcel Gauch,
Patrick Wäger, Rolf Widmer

Chancen und Risiken der Elektromobilität in der Schweiz

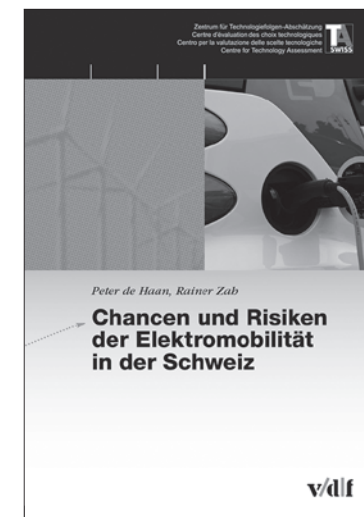
TA-SWISS, Centro per la valutazione delle scelte tecnologiche (ed.). vdf Hochschulverlag AG der ETH Zürich, 2013.

ISBN 978-3-7281-3487-5

Disponibile gratuitamente anche in forma elettronica:

www.vdf.ethz.ch

Questo riassunto può essere scaricato dal sito web di TA-SWISS: www.ta-swiss.ch



Sommario

L'elettromobilità in breve	4
1 Possibili scenari di politica energetica	5
Team di progetto interdisciplinare – un'analisi dalle tante sfaccettature	6
2 Dal singolo veicolo al traffico globale	7
Riquadro: Vari livelli di elettrificazione	8
3 Verso una mobilità più sostenibile?	9
4 Efficienza come spartitraffico	12
Impressum	14

L'elettromobilità in breve

Le auto elettriche promettono una mobilità meno inquinante. I nuovi veicoli a elettricità stanno già entrando nel mercato: basti pensare, ad esempio, che la Nissan Leaf è una delle 25 vetture più vendute al mondo. Attualmente, la diffusione delle auto elettriche è rallentata dall'autonomia limitata delle batterie, ma con i prevedibili progressi della tecnologia tale situazione è destinata a cambiare.

Le opportunità...

Un grande vantaggio dell'elettromobilità è la minore dipendenza dai combustibili fossili, con ridotte emissioni inquinanti dei veicoli, purché le batterie siano caricate con energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili o povere di CO₂. Il mix energetico della Svizzera, con la sua elevata percentuale idroelettrica, offre pertanto ottime opportunità per un uso sostenibile delle auto elettriche. Utilizzandole come serbatoi di energia locali, esse potrebbero persino favorire il massiccio potenziamento previsto delle energie rinnovabili.

Per i veicoli elettrici piccoli e leggeri, in particolare, l'informatica diventerà fondamentale sul fronte della sicurezza. L'impiego su larga scala delle nuove tecnologie informatiche, inoltre, potrebbe consentire di combinare il traffico individuale con i mezzi di trasporto pubblico. In tal senso, l'elettromobilità potrebbe fare da traino per lo sviluppo di modelli innovativi di traffico combinato.

I vantaggi dell'elettromobilità, tuttavia, saranno determinanti soprattutto a lungo termine; si calcola, infatti, che nel 2025 in Svizzera una vettura nuova su dieci in media sarà un'auto elettrica, ma che soltanto nel 2035 si arriverà a un rapporto uno su due. Se, indipendentemente dal tipo di propulsione, i veicoli che si riveleranno a mano a mano più efficienti riusciranno a imporsi

sul mercato, entro il 2050 tutto il traffico motorizzato emetterà meno della metà del volume odierno di CO₂.

...i rischi...

L'euforia di guidare un'auto elettrica a basse emissioni fa dimenticare spesso e volentieri che la sua produzione è tutt'altro che ecologica: sia la lavorazione delle materie prime che la fabbricazione di batterie e circuiti elettronici si ripercuotono negativamente sul bilancio ambientale. L'elettromobilità contribuisce quindi a trasferire gli effetti negativi del traffico svizzero ai paesi in cui si fabbricano i veicoli o si lavorano le materie prime necessarie.

Se il motore è elettrico anziché a benzina o diesel, si riducono necessariamente gli introiti statali derivanti dai dazi sui carburanti, il che comporta minori risorse a disposizione per la manutenzione della rete stradale. Questo effetto è ancora più importante se si considera il fatto che anche i tradizionali motori a scoppio consumano sempre meno. A medio termine, quindi, i fondi destinati alle infrastrutture viarie potrebbero scarseggiare.

Se esistono automobili in grado di circolare a costi contenuti e di inquinare poco l'ambiente, si è meno motivati a rinunciare a viaggi superflui o a utilizzare i mezzi pubblici. Si sa per esperienza, infatti, che si consuma maggiormente ciò che è a buon mercato e non lascia la coscienza sporca.

...e i principali suggerimenti

Lo studio condotto da TA-SWISS suggerisce l'adozione di modelli di Mobility Pricing che consentano di compensare la progressiva riduzione degli introiti provenienti dai dazi sui carburanti.

La tassa commensurata al chilometraggio percorso va concepita in modo tale da incentivare i veicoli efficienti e l'uso combinato di mezzi di trasporto pubblici e individuali.

Anche in sede di immatricolazione di nuove autovetture occorre privilegiare i veicoli efficienti, considerando non solo il consumo energetico durante la guida, bensì anche l'impatto ambientale nell'arco dell'intero ciclo di vita dei veicoli.

Per evitare effetti contraproducenti occorre incrementare complessivamente il costo della mobilità, affinché le auto più ecologiche ed economiche non comportino un ulteriore aumento generalizzato del traffico.

Da ultimo, è necessario emanare norme relative al design e alla rottamazione, onde poter riciclare i materiali usati e ridurre la dipendenza dalle materie primarie.

1 Possibili scenari di politica energetica

Lo sguardo al futuro è colmo di incertezze. Lo studio relativo ai rischi e alle opportunità della mobilità elettrica in Svizzera tiene conto di questo fatto, esaminando il sistema di traffico del nostro Paese fino al 2050 in tre differenti scenari.

Da quando la circolazione di merci e persone ha assunto proporzioni massicce, ci si interroga su quale sarà l'evoluzione futura del sistema dei trasporti. A tale proposito, si tende spesso a citare una stima del London Times del 1894, secondo la quale – considerata la rapidissima diffusione delle carrozze a cavalli – nell'arco di cinquant'anni la città sarebbe stata sepolta da almeno due metri e mezzo di letame. Come si sa, questo pronostico fu presto confutato dal progresso tecnologico. Non andò meglio neppure alla previsione di Gottlieb Daimler, il quale con l'avvento del XX secolo affermò che sarebbero state costruite 5000 auto al massimo, non essendovi più autisti in grado di guidarle.

Nonostante le incertezze che offuscano lo sguardo verso il futuro, anche lo studio sull'elettromobilità in Svizzera commissionato da TA-SWISS formula alcune ipotesi circa il sistema di traffico dei prossimi 40 anni. L'analisi, tuttavia, non si accontenta di dare seguito al trend sinora registrato: la proiezione dell'andamento passato nel futuro, infatti, rappresenta soltanto uno dei tre scenari ipotizzati. Questi quadri futuri sono tutti fattibili e dipendono dal contesto politico che verrà a crearsi. Lo studio, inoltre, verifica la stabilità dei propri risultati, qualora i principali driver dovessero evolversi in maniera diversa dal previsto – ad esempio se il progresso tecnologico dei veicoli dovesse arrestarsi o, al contrario, procedere più rapidamente rispetto a quanto prognosticato («analisi di sensibilità»).

Scenario 1: Nessuna variazione

Lo scenario «Nessuna variazione» della Svizzera dipenda sostanzialmente dallo sviluppo tecnologico e dalle forze trainanti del mercato. Per i veicoli di nuova produzione, lo Stato esige un incremento dell'efficienza corrispondente al progresso della tecnologia – il consumatore non deve necessariamente abituarsi a guidare auto di dimensioni più contenute. Questo presuppone già di per sé, soprattutto per i motori a scoppio tradizionali, notevoli passi avanti. Considerato il balzo di efficienza delle auto a benzina, nel complesso queste ultime consumeranno meno senza tuttavia diventare più piccole. In altre parole, anche se il prezzo del petrolio dovesse salire dagli odierni 120 dollari al barile circa a un massimo di 200 dollari, il costo delle auto per chilometro percorso diminuirà. L'ottimizzazione tecnologica dei motori a scoppio ipotizzata nello scenario «Nessuna variazione» vale anche per le altre due casistiche esaminate.

In «Nessuna variazione», sulle strade circolano spesso e volentieri grandi berline e fuoristrada con tradizionali motori a scoppio. I veicoli elettrici dominano alcune nicchie, ad esempio quelle delle city-car o delle auto a noleggio. Le miniauto a propulsione elettrica di nuova generazione sono pressoché inesistenti; le biciclette elettriche, invece, la fanno da padrone.

L'incremento generalizzato del benessere fa sì che, in tutto il mondo, il numero di persone che viaggia sia sempre maggiore, comportando un aumento della domanda di elettricità e benzina – con conseguenti ripercussioni sull'ambiente. Ciò nonostante la Svizzera, alla stregua di altri Paesi industrializzati, attribuisce un'importanza soltanto secondaria alla tutela del clima, partendo dal presupposto che l'obiettivo di surriscal-

damento terrestre non superiore a 2 gradi non sarà raggiunto.

Le infrastrutture tecniche a servizio delle auto elettriche, ossia i distributori di corrente elettrica e le stazioni di ricarica rapida, vengono create sul territorio nazionale senza alcun influsso da parte dello Stato. C'è titubanza nell'attuazione di una politica energetica improntata alla sostenibilità – in linea con lo scenario «Nessuna variazione» dell'Ufficio federale dell'energia, le centrali nucleari rimangono in rete e le fonti di energia rinnovabili vengono potenziate a stento e soprattutto all'estero.

Scenario 2: L'efficienza in primo piano

Come dice il nome stesso, lo scenario «Efficienza» punta ad automobili il più possibile efficienti – a prescindere dal fatto che abbiano un motore tradizionale a benzina o uno elettrico. L'obiettivo principale, infatti, è far sì che il traffico contribuisca più di prima al risparmio energetico. Gli automezzi diventano mediamente più piccoli rispetto a quelli odierni e le auto ibride sono ampiamente diffuse; il parco veicoli tende a suddividersi sempre più in berline, utilizzate su distanze più lunghe, e auto elettriche di dimensioni più contenute, tra cui persino modelli a tre ruote, per i tragitti più brevi.

Il criterio dell'efficienza imposto dallo Stato viene corroborato da una politica climatica che trova ampio consenso nella società. Conformemente al pacchetto di misure del Consiglio federale relativo alla strategia energetica 2050, la Svizzera cerca di ridurre la propria dipendenza dalle importazioni estere attraverso una gestione oculata, a livello di bilancio, di carburanti ed energia elettrica. Dal punto di vista delle norme in materia di edifici, attrezzature e processi ad efficienza energetica, la Svizzera riveste un ruolo pionieristico a

livello internazionale, continuando a potenziare sul territorio le fonti di energia rinnovabili.

Ai veicoli efficienti il fisco riconosce condizioni agevolate in sede di immatricolazione, mentre i prezzi più elevati dell'energia incentivano l'acquisto di auto a bassi consumi, nonostante il loro prezzo d'acquisto sia superiore. L'installazione di infrastrutture per la ricarica dei veicoli elettrici avviene in larga misura senza influenza dello Stato, così come la ricerca su forme di popolazione alternative, dove la mano pubblica si astiene dal promuovere qualsiasi programma di incentivazione.

Scenario 3: Mobilità flessibile e integrata

Il mondo che ci circonda diventa sempre più intelligente e con esso anche il sistema di traffico: da tempo, ormai, in Svizzera gli Smartphone con accesso a Internet hanno superato i semplici cellulari, tanto che – ad esempio – i passeggeri di treni e autobus possono consultare in qualunque momento gli orari in mobilità. Già oggi le auto a noleggio possono essere comodamente prenotate da casa oppure online se si è in viaggio, mentre nelle auto stesse l'informatica garantisce maggiore sicurezza e migliore praticità di utilizzo. Lo scenario evolutivo «Mobilità integrata» si riallaccia a questi principi di telematica del traffico e prospetta un possibile sistema di trasporti a servizio di una società altamente informatizzata. I vari mezzi di trasporto verranno sempre più combinati tra loro, prediligendo il treno o l'autobus per i percorsi più lunghi e i veicoli elettrici leggeri, a volte persino a tre ruote, per i tragitti brevi; in questo scenario, quindi, il fatto che le batterie abbiano un'autonomia limitata non rappresenta un problema.

Sistemi informatici avanzati, inoltre, fanno in modo che chiunque si trovi fuori casa riceva costantemente in tempo reale le ultime informazioni su parcheggi dispo-

ribili, distributori di corrente elettrica nelle vicinanze e orari dei mezzi di trasporto. L'informatica viene utilizzata anche per calcolare, alla colonnina di ricarica, tariffe energetiche flessibili in funzione della domanda e dell'offerta; la medesima tecnologia consente, una volta a casa, di ricaricare le batterie delle auto negli orari in cui la corrente elettrica costa meno.

Il numero consistente di auto elettriche fa sì che lo Stato recuperi i fondi necessari alle infrastrutture non più tramite le tasse sugli oli minerali, bensì attraverso un cosiddetto Road Pricing dinamico. Chi transita nelle ore di punta su una strada particolarmente trafficata, dovrà pagare di più. In tal caso, le auto poco efficienti saranno soggette a tariffe più elevate rispetto a quelle efficienti.

In questo scenario, lo Stato partecipa all'ampliamento delle infrastrutture necessarie, definendo lo standard per le spine di ricarica rapida e pianificando le stazioni di ricarica rapida lungo le autostrade. Dà forte peso alla politica climatica, incentivando il potenziamento delle fonti di energia rinnovabili.

Team di progetto interdisciplinare – un'analisi dalle tante sfaccettature

Lo studio di TA-SWISS su «Rischi e opportunità della mobilità elettrica in Svizzera» è frutto della collaborazione tra lo studio di consulenza e ingegneria Ernst Basler und Partner (EBP) e il Laboratorio federale di prova dei materiali e di ricerca EMPA. Sotto la direzione di Peter de Haan (EBP) e Rainer Zah (EMPA), il team di progetto ha elaborato una serie di varianti relative al sistema di traffico futuro, definendone i relativi impatti ambientali. Oltre ai calcoli effettuati personalmente, il gruppo di progetto ha tenuto conto anche delle statistiche e delle previsioni dell'Amministrazione federale. Particolarmente significative sono le ultime prospettive energetiche formulate dall'Ufficio federale dell'energia, che si concretizzano pertanto nei calcoli di questo studio.

2 Dal singolo veicolo al traffico globale

L'elettromobilità si ripercuote sull'ambiente e sulla società in forme molteplici. Lo studio, così come è stato concepito, è altrettanto ricco di sfaccettature: analizza, ad esempio, i dati tecnici di vari modelli e motorizzazioni, considera i probabili sviluppi nella produzione automobilistica e prende in esame anche l'aspetto della generazione di corrente elettrica.

Vari modelli di auto elettriche sono già disponibili sul mercato. Attualmente, tuttavia, l'autonomia limitata delle loro batterie e il prezzo d'acquisto elevato rispetto ai veicoli tradizionali ne limitano la diffusione su larga scala. Ma le cose presto cambieranno, visti i progressi tecnologici che si prospettano all'orizzonte.

Batterie più potenti

Per le auto elettriche si utilizzano principalmente batterie agli ioni di litio, ma in alcuni modelli si fa ricorso anche alle celle al sodio cloruro di nichel. Le batterie rappresentano la voce di costo più consistente in un veicolo elettrico. L'evoluzione dei costi e della loro autonomia, pertanto, dipenderà fortemente da quanto i veicoli di nuova generazione riusciranno a prendere piede.

Le batterie agli ioni di litio hanno fatto la loro comparsa sul mercato della mobilità elettrica soltanto nel 2011; la loro durata è stimata dai dieci ai dodici anni. Per la batteria della sua berlina ibrida Ampera, ad esempio, Opel dà una garanzia di 8 anni o 160 000 chilometri, mentre per le city-car Leaf e iMiev Nissan e Mitsubishi prevedono una garanzia di cinque anni o 100 000 chilometri.

Lo sviluppo e la produzione della prossima generazione di batterie richiederanno dai quattro ai cinque anni di tempo e punteranno a una maggiore densità di energia e a costi di fabbricazione più contenuti. Secondo gli

esperti, entro il 2035 la capacità delle batterie passerà dagli odierni 100 a 300 Wh/kg, mentre i costi scenderanno da 900 a 250 dollari per chilowattora di capacità di immagazzinamento. Per una batteria da 300 chilogrammi di peso ciò significa che la sua autonomia passerà dagli odierni circa 150 chilometri a 600, un aumento significativo.

Utilizzando corrente prodotta da fonti rinnovabili povere di CO₂, i veicoli elettrici hanno un ridotto impatto ambientale. La produzione delle batterie, invece, è tutt'altro che poco inquinante – può rappresentare persino un quinto delle emissioni totali di CO₂. Ecco perché è importante che nel bilancio ecologico dell'elettromobilità si tenga conto dell'intero ciclo di vita dei veicoli, dalla produzione alla rottamazione.

Molteplici possibilità di ottimizzazione

Rispetto alle batterie, i motori dei veicoli elettrici e i relativi sistemi di gestione sono altamente avanzati. I calcoli dello studio si fondano sull'ipotesi che, in regime extraurbano, un'odierna propulsione elettrica viaggi con un'efficienza dell'89 per cento; entro il 2050 si raggiungeranno progressivamente tre punti in più (ovvero un'efficienza del 92 per cento in regime extraurbano e dell'87 per cento nel traffico urbano con numerose partenze e fermate).

A differenza dei motori elettrici, i motori a scoppio tradizionali hanno ancora notevoli potenzialità di miglioramento. In media, infatti, gli attuali veicoli a benzina viaggiano in città con un'efficienza del 17 per cento e, nel traffico extraurbano, del 27 per cento. In base alla letteratura specializzata in materia, il modello prospettato nella presente analisi parte dal presupposto che l'efficienza aumenti ogni quindici anni rispettivamente di 3 e 2 punti percentuali; nel 2050, quindi, si raggiun-

gerà il 26 per cento in regime urbano e il 33 per cento in regime extraurbano.

Costante incremento dell'efficienza

Oltre ai motori, anche la carrozzeria e i sistemi di sicurezza e comfort – ad esempio i fari e i tergilcialli o l'aria condizionata e la manutenzione – offrono margini di miglioramento. Se per decenni le vetture delle diverse classi sono costantemente aumentate di peso, negli ultimi anni si sta assistendo a un'inversione di tendenza. Lo studio prevede che l'ingegneria, i materiali e i processi migliori continueranno a tradursi in un alleggerimento dei veicoli, seppur lieve. Anche i consumi energetici degli equipaggiamenti di sicurezza e comfort diminuiranno.

Combinando in maniera plausibile tra loro diverse tipologie di miglioramento, l'analisi prospetta il guadagno, in termini di efficienza, dei veicoli futuri: un'auto elettrica compatta, che oggi necessita di 24 chilowattora per 100 chilometri, nel 2035 ne consumerà soltanto 16, realizzando un risparmio del 30 per cento. I veicoli a benzina della medesima classe registreranno progressi ancora più evidenti: secondo i calcoli, un'auto compatta, che oggi in una giornata tipo consuma 7,5 litri di benzina per 100 chilometri, nel 2035 consumerà soltanto 4,8 litri, il che equivale a una riduzione del 36 per cento. Le maggiori possibilità di ottimizzazione dei motori a scoppio, quindi, si traducono in un guadagno di efficienza superiore.

Domanda e offerta – produzione e acquisto

Per calcolare quanto inquinano tutti i mezzi in circolazione, occorre spostare l'attenzione dalla singola auto all'intero parco veicoli. A tale proposito, lo studio prospetta la diffusione di varie tipologie di veicoli, dalla

city-car alla berlina compatta e ai pesanti SUV. Nel segmento delle auto elettriche vengono considerati anche i veicoli leggeri come la Renault Twizy.

Ai fini della modellizzazione si è prospettato, da un lato, l'andamento della domanda di nuove auto e, dall'altro, il dispendioso aumento della capacità produttiva di auto elettriche. Così facendo, si garantisce che le stime del futuro parco veicoli in Svizzera si basino su ipotesi reali. Poiché lo studio di TA-SWISS stima lo sviluppo annuo della tecnologia, ipotizzando nuovi veicoli da lanciare sul mercato e offrire a una base di acquirenti virtuale, esso si differenzia da altre analisi tese a definire in maniera speculativa la quota di mercato delle auto elettriche, senza tenere conto delle preferenze dei consumatori e dei veicoli a benzina, anch'essi in costante miglioramento.

Evoluzione del traffico e produzione energetica

L'impatto che il traffico avrà in futuro sull'ambiente dipenderà, da un lato, da quanti veicoli saranno in circolazione e, dall'altro, da quale forma di energia alimenterà le auto.

Lo studio tiene conto pertanto delle statistiche e delle previsioni dell'Amministrazione federale. I calcoli relativi alla probabile evoluzione della popolazione, le previsioni di traffico, nonché soprattutto le prospettive e le strategie degli Uffici federali di statistica, sviluppo territoriale ed energia sono fondamentali ai fini della modellizzazione del futuro traffico individuale e del relativo fabbisogno energetico.

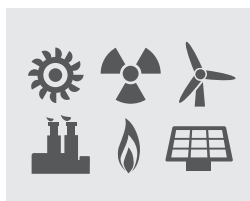
Vari livelli di elettrificazione

Nello studio di TA-SWISS, per auto elettriche s'intendono i veicoli alimentati principalmente da un motore elettrico, che si riforniscono di corrente soprattutto da una fonte stazionaria. L'analisi include anche i piccoli veicoli immatricolati come motocicli o motoveicoli leggeri. Oltre alle auto ad alimentazione esclusivamente elettrica, esistono i cosiddetti veicoli ibridi, che possiedono sia un motore elettrico che un motore a scoppio. Lo studio tiene conto soltanto dei modelli che possono essere caricati direttamente dalla rete elettrica e che, in caso di puro funzionamento a batteria, hanno un'autonomia di almeno 40 chilometri; dalle esperienze emerge che, in caso di spostamenti quotidiani in città e nei dintorni, tale autonomia è già sufficiente a percorrere più della metà del tragitto con l'elettricità prelevata dalla rete.

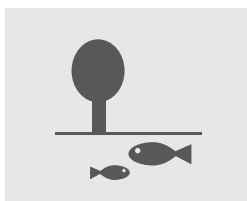
Studio sulla mobilità elettrica: una realizzazione complessa in varie tappe



Evoluzione componentistica



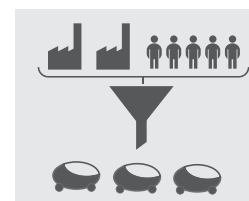
Cambiamento mix elettrico



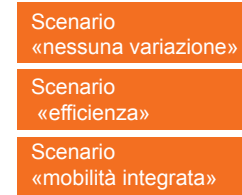
Effetti sull'ambiente



Impatto ambientale dei singoli veicoli



Simulazione di flotta (capacità produttiva x acquirenti interessati)



Impatto ambientale del traffico complessivo

3 Verso una mobilità più sostenibile?

I motori a scoppio consumano sempre meno e le auto elettriche sono già oggi a scarso impatto ambientale. Il presupposto, tuttavia, è che siano alimentate con elettricità non proveniente da fonti energetiche fossili.

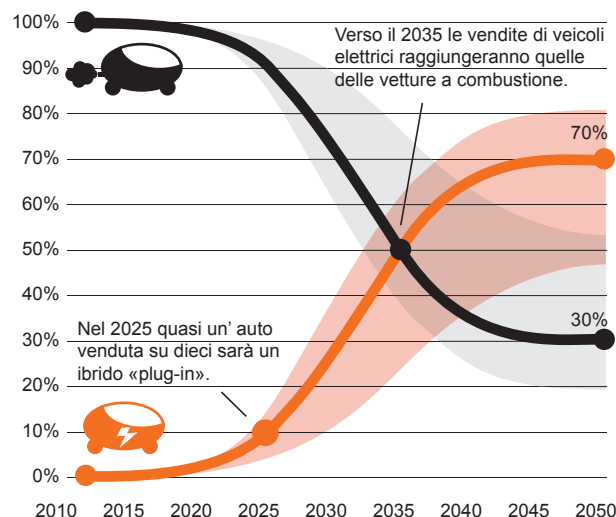
Per quanto in futuro la singola auto consumerà meno, non è detto che la mobilità nel suo complesso avrà un minore impatto sull'ambiente. Ecco perché, per i singoli veicoli e il traffico nella sua globalità, sono state effettuate analisi dei cicli di vita separate. L'esame a 360 gradi della mobilità è stato a sua volta condotto in base ai tre scenari illustrati precedentemente.

L'analisi dei cicli di vita descrive l'evoluzione di un prodotto dalla sua realizzazione al suo smaltimento. In essa, si distingue tra diverse «fasi di vita» definendo, in particolare, i materiali e il fabbisogno energetico necessari per la produzione, l'uso e l'eliminazione di un bene. Il presente studio evidenzia i cambiamenti che subentrano nel corso del tempo, analizzando in quattro precisi momenti – 2012, 2015, 2035 e 2050 – il ciclo di vita delle diverse tipologie di veicoli e della mobilità in generale nell'ambito dei tre scenari.

A seconda del motore, contano diverse fasi di vita

Dal punto di vista dell'intero ciclo di vita, attualmente le emissioni di gas serra dei tradizionali motori a scoppio sono superiori di circa il 70 per cento a quelle dei veicoli elettrici alimentati da corrente prodotta all'interno dei confini nazionali. Le auto elettriche, tuttavia, hanno la meglio anche perché il mix di elettricità svizzero è costituito per buona parte da energia idroelettrica e nucleare, mentre soltanto una piccola percentuale deriva da fonti fossili. Se invece le auto elettriche si rifornissero con il mix energetico medio dell'Unione Europea, basato per il 52 per cento su combustibili fossili, la riduzione delle emissioni di CO₂ rispetto a un'autovet-

Percentuale di vendite



In futuro i veicoli elettrici circoleranno sempre più numerosi sulla rete stradale svizzera, mentre la percentuale delle tradizionali auto a combustione continuerà a diminuire.

tura tradizionale scenderebbe a un mero 20 per cento. Se alimentati con una corrente di questo tipo, i veicoli elettrici in circolazione avrebbero un impatto sul clima e sull'ambiente di poco inferiore a quello delle auto con motore a scoppio ottimizzato.

Visto che i tradizionali motori a scoppio possono ancora contare su sensibili possibilità di miglioramento, con il passare del tempo recupereranno lo svantaggio rispetto ai propulsori alimentati a corrente. Entro il 2050, infatti, la differenza nel consumo di risorse tra i modelli di auto compatte ad alimentazione elettrica e tradizionale si dimezzerà.

Mentre nei veicoli a propulsione convenzionale le emissioni di CO₂ raggiungono i massimi livelli in fase di esercizio, ossia durante la guida, in quelli elettrici l'impronta di CO₂ è rilevante nelle fasi ancora precedenti, ossia quando viene approntata la corrente che li alimenta. Per quanto riguarda questi ultimi, conta anche l'impatto che genera la produzione delle batterie. Da questo punto di vista, ad oggi circa il 90 per cento delle emissioni di gas serra nei veicoli alimentati esclusivamente a batteria si verifica durante la produzione degli automezzi, il cui impatto sull'ambiente è superiore di circa un quarto rispetto alla fabbricazione di una tradizionale auto a benzina. Anche su questo fronte, tuttavia, con il passare del tempo si assisterà a un riequilibrio di forze: se, nei tradizionali motori a scoppio, la fase di produzione oggi genera il 25 per cento delle emissioni inquinanti, a lungo andare si arriverà a toccare il 40 per cento – grazie alla maggiore efficienza dei motori, infatti, l'impatto ambientale sarà minore durante la fase di esercizio, mentre risulterà proporzionalmente più accentuato nelle altre fasi di vita.

Consumo di materiale e conseguenze per la salute e l'ambiente

Con il crescere dell'elettromobilità aumenta la domanda di litio, un componente fondamentale delle batterie odierne. Anche alcune terre rare sono indispensabili nella produzione dei veicoli elettrici, come il neodimio e il disprosio per i magneti permanenti dei motori elettrici o il lantanio per alcuni tipi di batterie.

A tale proposito, il problema non è tanto la disponibilità geologica di questi materiali, quanto la loro concentrazione in un numero relativamente ridotto di siti. Di fatto, regnano situazioni monopolistiche per cui l'offerta è in mano a singoli Paesi e a una manciata di aziende. Tutto questo è complicato ulteriormente dal fatto che

le percentuali di riciclaggio sono irrisorie e che non esistono possibilità di sostituire tali materiali. Vi sono diverse strategie per far fronte a un incremento della domanda. Dal punto di vista delle case automobilistiche, sicuramente si dovrà puntare a un miglioramento delle possibilità di riciclaggio, a un uso più efficiente delle materie prime o a una loro sostituzione.

Se sulle strade circoleranno più auto elettriche, si presume che aumenterà la sicurezza del traffico. Tendenzialmente, infatti, i veicoli elettrici sono più piccoli e più leggeri. Per compensare eventuali lacune a livello di robustezza e stabilità, potrebbe intensificarsi l'uso dei sistemi di sicurezza attivi, come i programmi in grado di riconoscere precocemente i pedoni o altri sistemi di assistenza elettronici. Rispetto a quelli tradizionali, inoltre, i motori elettrici hanno dimensioni più contenute e, come tali, consentono una diversa configurazione del frontale, per cui i passanti corrono meno rischi di subire forti traumi cranici in seguito a un impatto. Un crescente grado di elettrificazione comporta anche una riduzione delle velocità massime; in un futuro dominato dalle auto elettriche, quindi, gli incidenti dovuti alle forti velocità dovrebbero diventare più rari. Il fatto che le auto elettriche siano più silenziose, invece, ha pro e contro. Sebbene chi abita in prossimità di strade molto trafficate possa anche essere contento del fatto che il rumore diminuisca, crescono i rischi per gli ipovedenti, che si orientano soprattutto con l'udito. Anche nei quartieri tranquilli e poco trafficati l'orientamento acustico riveste un ruolo importante. Negli Stati Uniti, infatti, si sta discutendo circa la possibilità di installare sistemi di segnalazione acustica a bordo dei veicoli ibridi, mentre in Giappone il 1° gennaio 2010 è entrata in vigore una direttiva concernente le misure da adottare al fine di migliorare il riconoscimento acustico dei veicoli ibridi.

Da ultimo, l'ambiente risentirà della nostra mobilità sotto molteplici punti di vista. Per quanto concerne gli interventi all'interno del contesto paesaggistico e residenziale, i veicoli a benzina o diesel non si differenziano da quelli elettrici a livello di infrastrutture stradali necessarie. È difficile mettere a confronto i regimi di produzione dei diversi carburanti: se per i combustibili fossili è soprattutto l'estrazione del greggio a infliggere gravi ferite al terreno, nella produzione di energia elettrica sono i grandi impianti decentralizzati o le innumerevoli centraline locali a deturpare il paesaggio.

Un considerevole vantaggio dell'elettromobilità a livello ecologico è il fatto che l'efficienza dei motori ad alimentazione elettrica è di gran lunga superiore a quella dei motori a scoppio. I motori elettrici, quindi, consentono di ridurre le emissioni di gas serra. A livello di singoli veicoli, l'analisi del ciclo di vita conferma in ogni caso che le auto elettriche generano un impatto ambientale del 40-50 per cento inferiore rispetto alle loro controparti alimentate a carburanti fossili. In futuro, tuttavia, tale divario è destinato ad assottigliarsi. Anche il consumo di risorse nelle auto elettriche è pari a circa la metà di quello dei veicoli con motore a scoppio. Il giudizio globale a favore della mobilità elettrica è legato al giusto mix energetico della Svizzera.

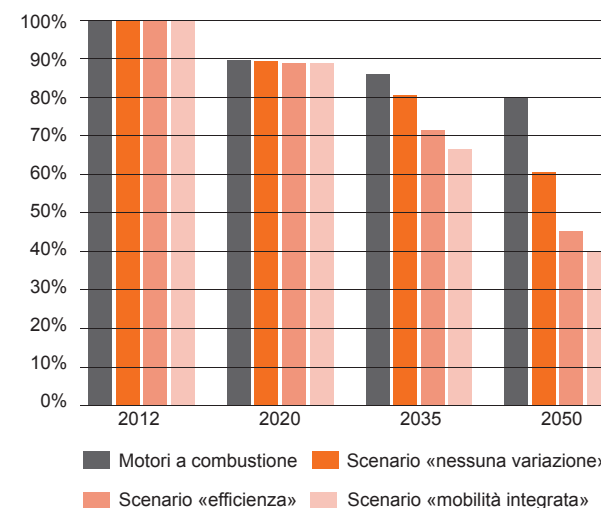
Va comunque considerato che, nei veicoli a propulsione elettrica, il maggiore impatto ambientale non è dato dall'esercizio, bensì dalla produzione. In un paese come la Svizzera, che non produce automobili, l'elettromobilità contribuirà pertanto a trasferire gli effetti negativi del traffico all'estero.

L'analisi del ciclo di vita del traffico globale

Oltre ai propri calcoli, per l'analisi del ciclo di vita della mobilità globale lo studio tiene conto di varie previsioni sul traffico e sull'energia a cura dell'Amministrazione federale. Particolarmente significativa è la strategia energetica 2050 della Confederazione (aggiornata a fine 2012), con le analisi relative al futuro mix di elettricità della Svizzera.

Il parco veicoli è estremamente determinante nello stabilire l'esito dei singoli scenari. Nell'ipotesi «Nessuna variazione» le classi di veicoli analizzate – city-car,

Emissioni di CO₂ (flotta), rispetto al 2012



Un normale progresso tecnologico fa comunque diminuire le emissioni di CO₂. Una percentuale maggiore di veicoli elettrici porta a una riduzione ancora più netta di produzione gas serra.

berline compatte e grandi automobili – mantengono invariata la loro percentuale. Nello scenario «Efficienza», invece, si assiste a un incremento delle city-car, fenomeno ancora più evidente nel quadro della «Mobilità integrata». Dalla composizione del parco veicoli si ricava anche il chilometraggio percorso: nell'ambito dello scenario «Nessuna variazione», nel 2050 il 59 per cento dei viaggi continuerà comunque a essere effettuato con motori a scoppio. Nello scenario «Efficienza», tale percentuale scende al 46 per cento, per ridursi ulteriormente al 39 per cento in caso di «Mobilità integrata».

Ciò nonostante, entro il 2050 tutti i tre scenari evidenziano un massiccio calo – nell'ordine di almeno il 40-60 per cento – delle emissioni di gas serra globali, sebbene nello stesso periodo la mobilità aumenti del 24 per cento. La riduzione delle emissioni inquinanti è da ricondurre, da un lato, ai considerevoli progressi tecnologici compiuti dai motori a scoppio e, dall'altro, al crescente numero di veicoli elettrici in circolazione.

Benché le differenze nel corso del tempo si facciano marcate, fino al 2020 i tre scenari non si discostano significativamente gli uni dagli altri. Fino al 2035 la differenza in termini di calo delle emissioni di CO₂ tra lo scenario prudenziale «Nessuna variazione» e quello ottimistico della «Mobilità integrata» è pari al 17 per cento; per allora un'auto nuova su due sarà elettrica. Considerato il fatto che le auto di vecchia data escono dal parco veicoli solo gradualmente, quest'ultimo rispecchia le inversioni di tendenza a livello tecnologico con cinque anni di ritardo; prima che l'intero parco veicoli sia rinnovato occorrono oltre dieci anni.

Ecco perché il divario tra gli scenari incomincia a farsi evidente soltanto nella metà del XXI secolo, ossia nel momento in cui l'elettromobilità avrà preso piede sul mercato e oltre due terzi dei veicoli nuovi saranno do-

tati di motore elettrico. Lo scenario «Efficienza», infatti, registrerà una riduzione dei gas serra superiore del 25 per cento rispetto a quella prospettata in «Nessuna variazione». La differenza tra il quadro che si profila in caso di «Efficienza» e di «Mobilità integrata», invece, è pari soltanto al 13 per cento.

Quanto sono affidabili i risultati?

Da un lato, lo studio mette a confronto i risultati dei propri calcoli con i valori pubblicati in letteratura e, dall'altro, varia determinate ipotesi alla base della modellizzazione nell'ambito di un'analisi della sensibilità.

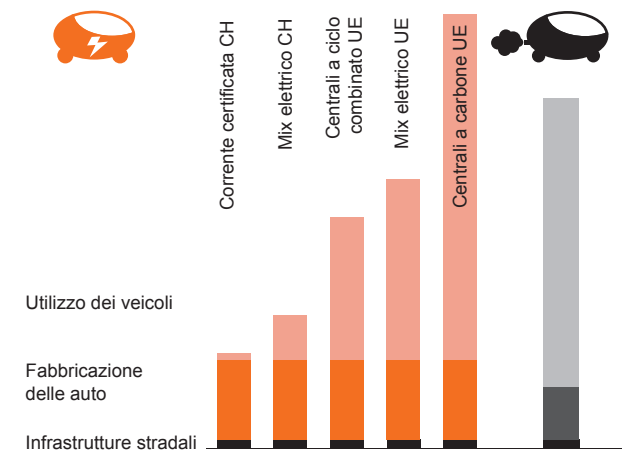
Rispetto ad altre pubblicazioni del settore, la presente analisi stima che la riduzione delle emissioni di gas serra prodotta dall'elettromobilità sarà inferiore. Ciò è dovuto al fatto che la maggior parte degli studi si limita a considerare la fase di esercizio dei veicoli. Se si tiene conto anche dell'impatto generato in fase di produzione delle auto, si approda necessariamente a un quadro in «po» più pessimistico – o, per meglio dire, più realistico.

L'affidabilità della simulazione è stata messa alla prova anche variando alcune delle ipotesi di base. In un caso, si è ipotizzato che i progressi tecnologici attesi nel campo della mobilità elettrica non si verificassero. Pur senza di essi, comunque, le auto elettriche evidenziano risultati decisamente migliori, a livello di emissioni di gas serra, rispetto alle loro controparti con motori a scoppio.

Da ultimo, è stato analizzato anche l'influsso che esercita l'energia immessa per alimentare i veicoli. I risultati confermano che è il tipo di corrente utilizzata a fare dell'auto elettrica un veicolo ecologico. Se oggi un'auto elettrica della classe compatta alimentata con il mix energetico svizzero emette il 70 per cento

in meno di CO₂ rispetto a un'analogia auto a benzina, tale divario si riduce al 20 per cento se si utilizza il mix energetico europeo con una percentuale fossile maggiore. In futuro, le ripercussioni negative dell'attuale mix energetico europeo si farebbero persino più evidenti: nel 2050, infatti, un'auto alimentata con questo tipo di elettricità emetterebbe soltanto il 10 per cento di CO₂ in meno rispetto a un veicolo tradizionale.

Gas serra per chilometro



Se i veicoli elettrici sono alimentati con elettricità d'origine fossile, non sono migliori dei veicoli a motore a combustione.

4 Efficienza come spartitraffico

Grazie allo specifico mix energetico, in Svizzera prevalgono i vantaggi dell'elettromobilità. I suoi rischi correlati possono essere contenuti adottando le giuste misure.

Nei prossimi decenni assisteremo a un calo delle emissioni di gas serra prodotte dal traffico – e in Svizzera l'elettromobilità potrebbe contribuire in maniera significativa a rafforzare tale riduzione. Questo perché il suo mix di elettricità si basa in misura preponderante sull'energia idroelettrica e nucleare. In realtà, le prospettive energetiche ufficiali per gli anni fino al 2035 prevedono una crescita delle importazioni di corrente elettrica dalle centrali a gas, al fine di compensare le perdite derivanti dalla dismissione delle centrali nucleari. I veicoli elettrici, comunque, raggiungono buoni risultati anche in questa fase, e dopo il 2035 il volume di corrente elettrica proveniente dalle centrali a gas si ridurrà a favore dell'energia prodotta da fonti rinnovabili.

Nonostante in futuro circoleranno più auto elettriche, l'elettricità disponibile, secondo le prospettive energetiche, sarà di gran lunga sufficiente a coprire l'incremento della domanda che ne conseguirà. Grazie alla loro efficienza, infatti, i veicoli elettrici necessitano di una quantità di corrente relativamente ridotta. Con il nove per cento dell'elettricità prodotta in Svizzera, ad esempio, nel 2050 si potrà alimentare il 65 per cento del traffico motorizzato individuale.

L'elettromobilità prefigura notevoli vantaggi anche per l'economia. Già oggi vi sono aziende svizzere specializzate nella produzione di componentistica specifica per le auto elettriche. Si tratta di settori vicini alla ricerca che necessitano di personale qualificato, il che non fa che aumentare l'attrattiva della Svizzera quale luogo di lavoro. Per non rischiare di perdere terreno rispetto ad altri ambiti innovativi, tuttavia, l'economia del Paese deve rimboccarsi le maniche e cavalcare l'onda del pro-

gresso. La rapida diffusione dell'elettromobilità, quindi, va accolta favorevolmente non solo dal punto di vista ecologico, ma anche da quello economico.

Modelli di finanziamento alternativi per le infrastrutture

Se da un lato la mobilità elettrica offre una serie di opportunità, dall'altro acuisce le differenze che si prospettano comunque nel finanziamento delle infrastrutture stradali. Sinora le risorse necessarie per la manutenzione delle strade sono giunte nelle tasche dello Stato grazie alla riscossione dei dazi sui carburanti. Ora, tuttavia, si tratta di un modello di finanziamento traballante. Da questo punto di vista, le auto elettriche usufruiscono di un'infrastruttura a cui non contribuiscono in alcun modo. E visto che i veicoli tradizionali consumeranno sempre meno benzina o gasolio, c'è il rischio che questa fonte di denaro vada completamente a esaurirsi.

Sul piano tecnico è praticamente impossibile rilevare e tassare separatamente, come nel caso dei rifornimenti di carburanti fossili, la corrente caricata dai veicoli elettrici. Urge pertanto passare a un sistema di tassazione basato sul chilometraggio. Idealmente questa tassa commensurata alla percorrenza dovrebbe essere scaglionata in funzione dell'efficienza del veicolo, così da agevolare le auto particolarmente povere nei consumi. Anche sulle auto con motore a scoppio, un simile approccio sortirebbe l'effetto auspicato di privilegiare i modelli efficienti, rendendoli interessanti agli occhi degli acquirenti.

No alle incentivazioni per motorizzazioni particolari

Dal confronto tra i tre scenari emerge chiaramente che i maggiori vantaggi per l'ambiente derivano dall'incremento dell'efficienza: lo scenario «Mobilità integrata»,

mirante a una maggiore incentivazione dell'elettromobilità, evidenzia una differenza proporzionalmente irrisoria rispetto allo scenario «Efficienza», un chiaro segnale del fatto che vale la pena rinunciare a determinate misure di incentivazione basate su tecnologie specifiche perché l'utilità marginale è limitata.

È opportuno, invece, pensare a misure di natura non tecnologica, come prescrizioni minime, valori massimi e medie ponderate in funzione delle vendite ai fini dell'efficienza energetica globale delle auto. Tali provvedimenti contribuiscono indirettamente a incentivare la mobilità elettrica. Con questa strategia, inoltre, non si deve temere che l'interazione con innovazioni tecnologiche non esattamente prevedibili generi effetti indesiderati o persino controproducenti.

Non perdere di vista l'intero ciclo di vita

L'entusiasmo nei confronti del motore elettrico ecologico fa dimenticare l'inquinamento generato negli stabilimenti di produzione. Le etichette energetiche utilizzate per la valutazione dell'efficienza del veicolo dovrebbero pertanto considerare l'intero suo ciclo di vita.

Per ridurre la dipendenza dalle materie prime, occorre pensare già in fase di progettazione al successivo riciclaggio dei materiali usati. Il noleggio o il riutilizzo delle batterie potrebbe aprire nuove opportunità di business, per le quali andrebbe verificata la possibilità di un'incentivazione – almeno iniziale.

Affinché le auto elettriche contribuiscano a un traffico più sostenibile, tuttavia, alla fine è necessario riuscire a evitare che l'aumento dei veicoli in circolazione superi il vantaggio ecologico derivante dalla maggiore efficienza delle quattro ruote. Per farlo, ci vuole il coraggio di adottare misure impopolari, come la rinuncia alle sov-

venzioni previste per il traffico dei pendolari, nonché – per aumentare il consenso sociale per tali misure – un dibattito allargato sul futuro del sistema di traffico.

Studio «Opportunità e rischi dell'elettromobilità in Svizzera»

Gruppo d'accompagnamento

Ruedi Jörg-Fromm, Zurigo, comitato di direzione TA-SWISS (presidente del gruppo d'accompagnamento)

- Heidi Blattmann, giornalista scientifica, Herrliberg, comitato di direzione TA-SWISS
- Christian Bühlmann, Ufficio federale dell'energia UFE, Ittigen
- Volker Fröse, Ufficio federale delle strade USTRA, Berna
- Lino Guzzella, ETH Zurigo
- Stefan Hirschberg, Istituto Paul Scherrer PSI, Villigen
- Kurt Hug, Università di Scienze Applicate di Berna
- Christian Jahn, Ufficio federale delle strade USTRA, Berna
- Mario Keller, INFRAS, Berna
- Dieter Kraft, Bosch, Stoccarda
- Cornelia Moser, Ufficio federale delle strade USTRA, Berna
- Tobias Ott, ETH Zurigo
- Felix Reutimann, Ufficio federale dell'ambiente UFAM, Berna

- Martin Schiess, Ufficio federale dell'ambiente UFAM, Berna
- Fridolin Stähli, Università di Scienze Applicate della Svizzera nordoccidentale, Windisch
- Daniel Wachter, Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE, Berna
- Michael Weber, Ufficio federale dell'ambiente UFAM, Berna

Responsabile del progetto

Lucienne Rey, TA-SWISS, Berna

Impressum

TA-SWISS (ed). Un futuro sotto tensione. L'elettromobilità nella rete svizzera dei trasporti dei prossimi decenni.

Riassunto dello studio di TA-SWISS «Chancen und Risiken der Elektromobilität in der Schweiz», Berna 2013.

TA 59A/2013

Autrice: Lucienne Rey, Berna

Redazione: Christine D'Anna-Huber, TA-SWISS, Berna

Traduzione: CLS Communication AG, Basilea

Grafica: Hannes Saxer, Berna

Stampa: Jordi AG – Das Medienhaus, Belp

TA-SWISS – Il Centro per la valutazione delle scelte tecnologiche

Spesso le nuove tecnologie portano netti miglioramenti per la qualità di vita. Talvolta nascondono però anche nuovi rischi, le cui conseguenze non sono sempre prevedibili in anticipo. Il Centro per la valutazione delle scelte tecnologiche TA-SWISS esamina le opportunità e i rischi dei nuovi sviluppi tecnologici in materia di «biotecnologia e medicina», «società dell'informazione», «nanotecnologie» e «mobilità/energia/clima». I suoi studi si rivolgono sia ai decisori nella politica e nell'economia che all'opinione pubblica. TA-SWISS promuove inoltre lo scambio di informazioni e opinioni tra specialisti della scienza, dell'economia, della politica e la popolazione attraverso metodi di partecipazione (ad esempio i PubliForum e i publifocus). Siccome devono fornire informazioni il più possibile obiettive, indipendenti e solide sulle opportunità e sui rischi delle nuove tecnologie, i progetti di TA-SWISS sono elaborati d'intesa con gruppi di esperti composti in modo specifico a seconda del tema. Grazie alla competenza dei loro membri, questi cosiddetti gruppi d'accompagnamento coprono un ampio ventaglio di aspetti della tematica esaminata.

TA-SWISS fa parte delle Accademie svizzere delle scienze.



TA-SWISS
Centro per la valutazione delle scelte tecnologiche
Brunngasse 36
CH-3011 Berna
info@ta-swiss.ch
www.ta-swiss.ch

a⁺ Un centro di competenza delle
Accademie svizzere delle scienze



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale dell'energia UFE
Ufficio federale delle strade USTRA
Ufficio federale dell'ambiente UFAM