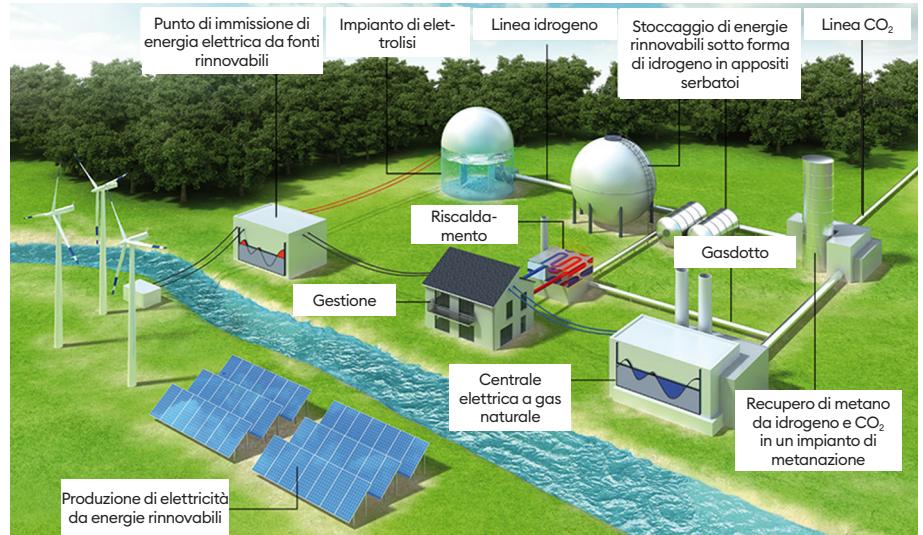


Ogni conversione di energia comporta delle perdite. Quando la benzina, il gasolio o il gas naturale (CNG), cioè l'energia chimica, viene convertita in energia termica e poi in energia meccanica nel motore a combustione, si verificano perdite significative. Del 100% dell'energia fornita dal serbatoio del carburante, solo circa il 25-40% sarà presente all'uscita dell'albero motore. Il resto è dissipato sotto forma di energia termica (raffreddamento, gas di scarico, attrito) e non può essere convertito per la propulsione. Parte di energia viene inoltre persa nella catena cinematica.

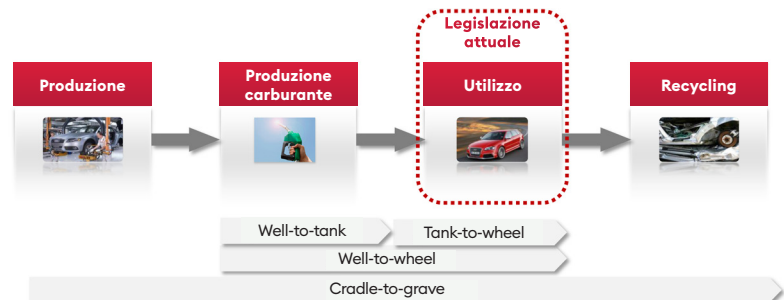
L'efficienza, o rendimento " η ", rappresenta il rapporto tra l'energia assorbita e quella fornita. Le conversioni di energia generano sempre ed inevitabilmente delle perdite. Di conseguenza, il rendimento è inferiore a 1 o inferiore al 100%. Più alto è il rendimento, più efficiente è il sistema di conversione. I motori elettrici dei veicoli BEV, degli ibridi plug-in o dei veicoli ibridi hanno un'efficienza di circa il 95% nelle condizioni migliori. Solo il 5% dell'energia o della potenza fornita viene convertita in calore.

Perdite di energia

L'energia non raggiunge il veicolo senza perdite. Indipendentemente dalla fonte considerata, le perdite si verificano già durante l'estrazione della stessa. Il petrolio greggio deve essere estratto, trasportato, raffinato e messo a disposizione della rete di stazioni di servizio. Nel caso dell'energia elettrica, essa viene prima trasportata su lunghe distanze, trasformata più volte e quindi caricata nelle batterie del veicolo attraverso un raddrizzatore. Qualsiasi conversione di energia considerata separatamente non è olistica. Solo quando l'intero percorso che va dalla produzione al consumo e alla fine della catena il riciclaggio sono considerati nel loro insieme, si può scegliere il prodotto del futuro su una base fisicamente e tecnicamente giustificata. Il problema è che il rendimento globale è il prodotto di ogni singola perdita percentuale. Di conseguenza, esso peggiora ad ogni conversione di energia, che sia durante la produzione di carburante che durante il suo utilizzo. Il principio power-to-gas presentato nell'immagine principale ne è un esempio. L'uso dell'energia eolica e solare per fornire elettricità è l'unica alternativa sensata, insieme ad altre opzioni, per la produzione di energie rinnovabili. È a bassa produzione di CO₂ (come le centrali nucleari, del resto). In Svizzera, circa il 60% della produzione di elettricità è realizzata in centrali idroelettriche. Il mix elettrico svizzero ha un alto contenuto di energie rinnovabili ed è quindi a bassa emissione di CO₂. Se questa elettricità venisse utilizzata per l'elettrolisi dell'idrogeno H₂, si otterrebbe già una perdita di circa il 45% durante la scissione dell'acqua H₂O. Solo il 55% dell'energia fornita verrebbe effet-



Ogni fonte di energia alternativa deve essere basata sull'elettricità rigenerativa. Le successive conversioni di energia riducono notevolmente l'efficienza complessiva. A conti fatti, però, i combustibili a base di carbonio prodotti in questo modo sono quasi esenti da CO₂.



Attualmente viene prestata poca attenzione all'approccio olistico del "cradle to grave".

tivamente utilizzata per produrre H₂. Se l'idrogeno venisse poi metanizzato nel processo Fischer-Tropsch insieme alla CO₂ dall'aria (η per l'estrazione dall'aria intorno al 30%), cioè trasformato in gas naturale (CNG), ciò sarebbe associato ad un'altra perdita. L'efficienza da H₂O e CO₂ a CH₄ (gas metano) è attualmente intorno al 40%. Se si considerassero i combustibili liquidi sintetici come sostituti di benzina, gasolio e cherosene, l'efficienza complessiva per la fornitura di carburante diminuirebbe nuovamente.

L'equilibrio generale è mirato

Attualmente, gli azionamenti dei veicoli sono valutati principalmente sulla base dell'efficienza, dal sistema di stoccaggio dell'energia nel veicolo alla ruota. Questa catena di efficienza è detta "tank-to-wheel". Tuttavia, un confronto "well-to-wheel", cioè dalla produzione di carburante alla ruota motrice, sarebbe più appropriato nella discussione sui carburanti per veicoli e tecnicamente più sensato per il futuro. Ma se si vuole tracciare una linea, anche di natura politica per la mobilità individuale e quindi l'intera filiera dell'efficienza, allora ogni variante motrice deve essere vagliata in un confronto "cradle-to-grave". Se invece un veicolo e quindi il suo sistema di azionamento con la fonte di energia associata venisse

considerato dalla produzione del veicolo, compresa l'efficienza del carburante fino alla tomba, cioè il riciclaggio, si aprirebbero nuove prospettive.

L'azionamento a batteria si comporta significativamente peggio sia nell'equilibrio generale che nella considerazione dell'efficienza del 95% citata nel motore elettrico trifase. La produzione ed il riciclaggio delle batterie pesanti peggiorano l'equilibrio generale.

Se si considerasse l'efficienza di un BEV dall'immagazzinamento dell'energia alla ruota, senza la catena di efficienza "cradle-to-grave", sarebbe intorno all'80% (well-to-tank: 95%). Il veicolo a celle a combustibili con circa il 30% (60%) e anche il motore a combustione alimentato da combustibili sintetici con circa il 15% (44%) sono chiaramente in ritardo. La linea di fondo, tuttavia, è quella di considerare non solo l'efficienza globale, ma anche l'impatto sull'effetto serra. Se i combustibili alternativi fossero prodotti utilizzando il mix elettrico europeo, si produrrebbero circa 340 g/kWh di emissioni di CO₂. Molti paesi europei (compresa la Germania) dipendono fortemente dai combustibili fossili (carbone e petrolio) per la produzione di elettricità. Se un BEV funzionasse con questo mix di elettricità, circa 60 g/km di emissioni di CO₂ deriverebbero solo dalla produzione di elettricità. L'obiettivo per i veicoli a combustione interna è attualmente di 95 g/km.