

# C'è qualcosa nell'aria: cattura e sequestro del CO<sub>2</sub>



# Perché le NET? Perché non si può farne a meno

Con l'Accordo di Parigi sul clima del 2015, la comunità internazionale si è impegnata a contenere il riscaldamento globale ben al di sotto dei 2 °C e preferibilmente sotto gli 1,5 °C. Il miglior rimedio consiste nel ridurre al più presto la quantità di gas a effetto serra emessi, ad esempio sostituendo i combustibili fossili con energie rinnovabili e le tecnologie ad alta intensità di emissioni con varianti più rispettose del clima.

Secondo il Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico (IPCC), le misure di riduzione delle emissioni adottate finora non sono però più sufficienti per contenere il riscaldamento climatico causato dall'uomo. È qui che entra in gioco l'idea delle emissioni negative: si tratta di sfruttare, a titolo complementare, soluzioni tecnologiche atte a catturare dall'atmosfera e sequestrare una parte dei gas serra già emessi e quelli difficilmente evitabili. L'IPCC stima che, nel corso di questo secolo, bisognerà rimuovere dall'atmosfera da 100 a 1000 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub>, a seconda dello scenario considerato, per ottenere un bilancio netto globale delle emissioni pari a zero. A titolo di paragone: attualmente le emissioni annue di CO<sub>2</sub> a livello mondiale si aggirano sui 37 miliardi di tonnellate.

## Cosa significa emissioni nette pari a zero?

Per emissioni nette pari a zero s'intende uno stato in cui le emissioni di gas serra nell'atmosfera non superano la capacità dei pozzi di carbonio naturali (foreste e suoli) o artificiali di fissare questi gas. Ciò permetterebbe di arrestare la crescita delle emissioni di gas serra. A questo punto l'umanità non continuerebbe più a riscaldare la Terra.

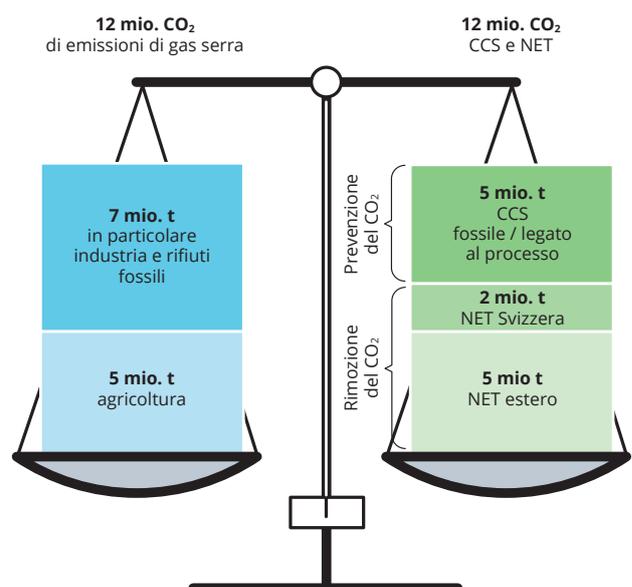
## Due strade verso la meta: riduzione e rimozione del CO<sub>2</sub>

I modelli climatici mostrano che le NET sono sì un complemento irrinunciabile per compensare le emissioni residue difficilmente evitabili, ma niente di più: non possono assolutamente sostituire ambiziose misure di risparmio di CO<sub>2</sub>. Il loro potenziale non è infatti sufficiente e il loro uso comporta ancora costi e fattori d'incertezza troppo elevati. Per raggiungere gli obiettivi climatici occorrono entrambe le opzioni atte a ridurre il tenore di gas serra nell'atmosfera: anzitutto **la riduzione** della quantità di gas serra emessi e, in aggiunta, i procedimenti volti a **rimuovere il CO<sub>2</sub>** come pure i pozzi di carbonio per le emissioni restanti.

## Anche la Svizzera vuole azzerare le emissioni nette

Il Consiglio federale intende raggiungere la neutralità climatica della Svizzera entro il 2050. Per raggiungere questo obiettivo ambizioso punterà principalmente su misure di riduzione, compensando con la rimozione dei gas serra solo le cosiddette emissioni residue, ossia le emissioni difficilmente evitabili (p. es. le emissioni di protossido di azoto dell'agricoltura e dell'allevamento di animali o quelle di CO<sub>2</sub> della produzione di cemento e dell'incenerimento dei rifiuti). Si tratterà quindi di rimuovere dall'atmosfera la quantità di CO<sub>2</sub> equivalente a quella di gas serra emessa. Siccome ogni tonnellata di CO<sub>2</sub> contribuisce al riscaldamento nella stessa misura, indipendentemente da dove e da quando è emessa, la compensazione può avvenire in qualsiasi regione del mondo.

Entro il 2050 la Svizzera intende essere in grado di rimuovere dall'aria, in Svizzera e all'estero, 7 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno. Altri 5 milioni di tonnellate di emissioni di CO<sub>2</sub> all'anno da fonti fossili dovranno essere catturati direttamente alla fonte e sequestrati durevolmente – si tratta del cosiddetto Carbon Capture and Storage (CCS). Le emissioni residue che, malgrado gli sforzi di riduzione, la Svizzera non potrà evitare entro il 2050 sono quindi stimate a 12 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno. A titolo di paragone: nel 2020 in Svizzera sono stati emessi complessivamente 43,4 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>.



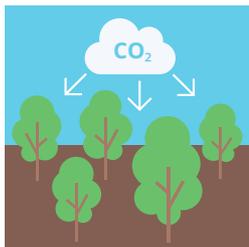
## Cattura e sequestro del CO<sub>2</sub>: sì, ma come?

Il sequestro a lungo termine di CO<sub>2</sub> prelevato dall'aria annulla le emissioni già causate. I metodi e i procedimenti impiegati per rimuovere il carbonio sono quindi chiamati anche tecnologie a emissioni negative (NET).

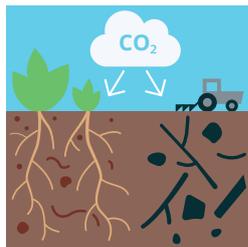
Esistono vari procedimenti di rimozione del CO<sub>2</sub>, che si distinguono per le modalità con cui catturano il CO<sub>2</sub> dall'aria e successivamente sequestrano il carbonio per sottrarlo durevolmente all'atmosfera.

Uno studio di TA-SWISS<sup>1</sup> analizza le opportunità e i rischi di cinque tecnologie NET ipotizzabili per la Svizzera.

<sup>1</sup>«Chancen und Risiken von Methoden zur Entnahme und Speicherung von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre: Empfehlungen aufgrund der Analyse des Wissensstandes und einer systematischen Befragung von Fachleuten in der Schweiz.», ed. TA-SWISS, vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich, 2023. Maggiori informazioni: [www.ta-swiss.ch](http://www.ta-swiss.ch)



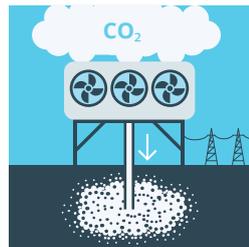
**Sequestro del CO<sub>2</sub> sotto forma di biomassa nelle foreste e uso del legno:** gli alberi assorbono il CO<sub>2</sub> dall'aria e immagazzinano il carbonio a lungo termine nel legno, che può essere trasformato in prodotti longevi.



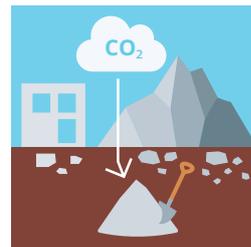
**Sequestro del CO<sub>2</sub> sotto forma di humus o carbone vegetale nel suolo:** una gestione mirata del suolo incorpora e immagazzina il carbonio nei suoli, ad esempio mediante sistemi agroforestali o metodi di agricoltura conservativa.



**Cattura del CO<sub>2</sub> nei camini (BECCS):** le piante trasformano il CO<sub>2</sub> in biomassa, che bruciando fornisce energia. Il CO<sub>2</sub> liberato durante la combustione è catturato e immagazzinato nel sottosuolo.



**Cattura del CO<sub>2</sub> dall'aria (DACCS):** al posto delle piante sono impianti tecnici ad assorbire il CO<sub>2</sub> dall'atmosfera e a immagazzinarlo nel sottosuolo.



**Degradazione meteorica accelerata del calcestruzzo di demolizione e della roccia:** in natura, i minerali reagiscono con il CO<sub>2</sub> fissando il carbonio. Questo processo di carbonatazione può essere accelerato mediante processi tecnologici.

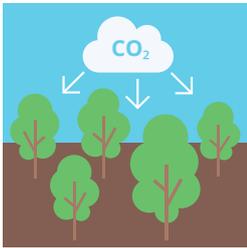
### Le opportunità comuni a tutte le NET ...

- L'impiego delle NET può aiutare la Svizzera a raggiungere i suoi obiettivi climatici, senza perdere di vista l'andamento del benessere economico.
- Oltre alla funzione di pozzi di carbonio, una gestione sostenibile delle foreste e del suolo, l'uso del legno e l'impiego di carbone vegetale hanno anche il potenziale di promuovere la biodiversità, la qualità del suolo, il bilancio idrico nonché la resilienza alla siccità e alle precipitazioni intense.
- Le NET possono favorire l'economia circolare, ad esempio fissando il CO<sub>2</sub> negli scarti di calcestruzzo riciclabili e incorporandolo in nuovi materiali da costruzione.
- Attualmente, la Svizzera è all'avanguardia nel campo dello sviluppo e dell'applicazione di varie NET. Il loro potenziamento offre al settore della ricerca e alla piazza economica svizzeri anche l'opportunità di consolidare la sua leadership.

### ... e i rischi

- La rinuncia all'analisi del potenziale NET nonché alla sua attuazione e al suo potenziamento conformemente al principio di precauzione potrebbe impedire alla Svizzera di raggiungere i suoi obiettivi climatici.
- Conflitti d'interessi, ad esempio per lo sfruttamento di risorse limitate come la biomassa, l'acqua, il suolo e le energie rinnovabili.
- L'entità dei possibili impatti ambientali delle singole NET non è chiara. Anche il trasporto e l'immagazzinamento nel sottosuolo del CO<sub>2</sub> possono comportare dei rischi.
- Un'eccessiva fiducia nelle NET potrebbe indurre a trascurare l'importanza di disposizioni sulla protezione del clima e sforzi di riduzione ambiziosi.

# Le foreste come pozzi di carbonio: gestione forestale e uso del legno



**Principio:** con la fotosintesi, gli alberi trasformano il CO<sub>2</sub> atmosferico in biomassa e immagazzinano il carbonio nel legno, nelle radici e nel suolo. La capacità di assorbimento delle foreste svizzere è compresa tra 1,6 e 4,5 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>, all'anno. Le foreste fungono

però da pozzi di carbonio solo se crescono e se l'incremento legnoso supera il volume che marcisce, viene bruciato o viene raccolto. Tutti questi processi rilasciano infatti CO<sub>2</sub>. Una gestione forestale sostenibile garantisce che la foresta svolga le sue molteplici funzioni (protezione, utilizzazione, luogo di svago) e al tempo stesso contribuisca alla riduzione dei gas serra. Le foreste gestite sequestrano più CO<sub>2</sub> di quelle lasciate allo stato naturale.

**Rimboschimento:** impianto di alberi su superfici non boscate

**Abbandono:** incremento della biomassa in seguito al rimboschimento spontaneo di alpeggi abbandonati

**Gestione forestale/uso del legno:** in una foresta sana, il CO<sub>2</sub> è dapprima immagazzinato per alcuni decenni negli alberi. La raccolta mirata del legname consente una gestione forestale sostenibile. Il legname andrebbe utilizzato in modo efficiente a tappe in prodotti longevi (uso a cascata). Il carbonio è così sottratto all'atmosfera il più a lungo possibile. Al termine della vita utile, il legname è utilizzato per scopi termici (ossia bruciato).



**Costi:** 1–100 US\$/t CO<sub>2</sub>, a seconda della fonte (Svizzera)



**Potenziale NET<sup>1</sup>:** circa 3 milioni di t CO<sub>2</sub>/anno (Svizzera), se la foresta è gestita in modo sostenibile e il legname è utilizzato (compreso l'effetto di sostituzione).



**Grado di maturità della tecnologia:** 9–10

<sup>2</sup> I potenziali indicati per le varie NET sono valori teorici: i potenziali realizzabili effettivamente dipendono da aspetti tecnici, economici e sociali.

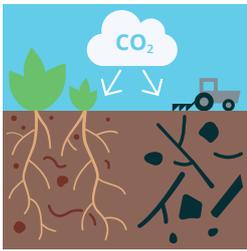
## Opportunità

- Promozione della biodiversità, della varietà e della rinnovazione naturale delle foreste
- Siccome la fonte energetica della fotosintesi è l'irraggiamento solare naturale, questa NET richiede solo piccole quantità di energia tecnica per le macchine forestali e il trasporto del legname.
- A lungo termine, il bilancio del CO<sub>2</sub> delle foreste svizzere può essere ottimizzato promuovendo l'incremento legnoso e tenendo conto delle funzioni ecologiche del legno morto. La soluzione sta nell'uso a cascata del legno.
- L'utilizzazione del legname come materiale da costruzione sequestra il carbonio fissato al suo interno per decenni. Al tempo stesso, le costruzioni in legno possono sostituire, in parte, altri materiali da costruzione ad alta intensità di CO<sub>2</sub>, come l'acciaio o il calcestruzzo.

## Rischi

- Il sequestro durevole del carbonio è più incerto rispetto al sequestro del CO<sub>2</sub> nel sottosuolo.
- I cambiamenti climatici, gli incendi boschivi, la siccità, i dissodamenti o le infestazioni parassitarie possono provocare il rilascio di CO<sub>2</sub>.
- Ampio fabbisogno di superficie: in Svizzera non esistono superfici non boscate per rimboschimenti su larga scala.
- Il rimboschimento spontaneo o pianificato può portare a conflitti d'interessi, ad esempio nelle regioni di montagna dove potenziali ubicazioni sono pascolate per conservare paesaggi culturali aperti. Lo sfruttamento delle superfici per la gestione forestale può anche compromettere la capacità di assorbimento di altre NET.

# Gestione del suolo e carbone vegetale



**Principio:** come gli alberi, con la fotosintesi tutti i vegetali trasformano il CO<sub>2</sub> presente nell'aria in biomassa e immagazzinano il carbonio nelle foglie, nello stelo, nelle radici e nei frutti. Dopo il deperimento dei vegetali, gli organismi del suolo decompongono il materiale

vegetale morto liberando CO<sub>2</sub>. Una parte del materiale vegetale è tuttavia trasformata in sostanza organica del suolo (humus) e permane nel terreno per lungo tempo.

La gestione del suolo permette di influenzare il rapporto tra la formazione e la decomposizione dell'humus. Quando viene formato humus, il CO<sub>2</sub> assorbito dal suolo supera quello rilasciato. Il tempo di permanenza del carbonio nell'humus va da decenni a secoli, a seconda del tipo di suolo, della gestione e delle condizioni ambientali. Una gestione mirata del suolo, ad esempio riducendo al minimo la lavorazione dei suoli agricoli, migliorando la rotazione delle colture, lasciando sul campo i residui colturali, coltivando piante con radici profonde o trasformando le superfici coltivate in superfici inerbite, ossia mediante metodi di agricoltura conservativa, consente di accrescere l'immagazzinamento di carbonio organico sotto forma di humus.

I sistemi agroforestali, che combinano le superfici agricole con alberi o arbusti, consentono di creare biomassa e sequestrare carbonio organico nel suolo.

Anche il carbone vegetale, ossia la biomassa carbonizzata per effetto del calore intenso in assenza di ossigeno (pirolisi) incorporata nel sottosuolo, fissa il CO<sub>2</sub> a lungo termine nella forma di carbonio. Il carbone vegetale è impiegato come additivo per concimi, nell'allevamento di animali, quale materiale e nella tecnologia ambientale ed energetica. Il carbonio che contiene è rilasciato solo molto lentamente.



**Costi gestione del suolo:** 0–80 US\$/t CO<sub>2</sub>, a seconda della fonte

**Costi produzione e impiego del carbone vegetale:** 10–135 US\$/t CO<sub>2</sub>, a seconda della fonte



**Potenziale NET gestione del suolo:** circa 2,7 milioni di t CO<sub>2</sub>/anno (fino alla saturazione carbonica del suolo, ossia per qualche decennio)

**Potenziale NET sistemi agroforestali:** convertendo in sistemi agroforestali il 13,3% della superficie agricola utile della Svizzera si potrebbe compensare fino al 13% delle emissioni di gas serra del settore agricolo.

**Potenziale NET carbone vegetale nel suolo:** fino a 2,2 milioni di t CO<sub>2</sub>/anno



**Grado di maturità della tecnologia:** gestione del suolo e agroforestazione 10, carbone vegetale 9

## Opportunità

- Miglioramento della produzione di humus, dei servizi ecosistemici e della qualità del suolo
- I sistemi agroforestali possono limitare l'erosione dei suoli, facilitare l'infiltrazione delle acque, migliorare le qualità fisiche del suolo e fungere da cuscinetto contro gli eventi estremi.
- Il carbone vegetale fissa il carbonio a lungo termine e può essere impiegato in diversi settori.

## Rischi

- I disturbi e i cambiamenti climatici naturali o causati dall'uomo possono rilasciare il carbonio organico sequestrato nei suoli.
- L'agro-forestazione può ridurre le rese e far lievitare i costi di produzione; non sono esclusi conflitti d'interessi con la produzione alimentare. Mancano studi a lungo termine sulla fattibilità, sulla produttività e sul miglioramento del sequestro del CO<sub>2</sub> nei suoli svizzeri.
- Attraverso lo spargimento di carbone vegetale, sostanze inquinanti (p. es. metalli pesanti) possono finire nei suoli e accumularsi nella catena alimentare.
- Il carbone vegetale è in concorrenza con altre NET a causa del fabbisogno di biomassa.

# Produzione di bioenergia con cattura e sequestro del CO<sub>2</sub> (BECCS)



**Principio:** crescendo, le piante catturano il CO<sub>2</sub> dall'atmosfera e lo trasformano in biomassa. Durante la combustione con e senza fiamma o la gassificazione della biomassa, il CO<sub>2</sub> assorbito viene rilasciato. Negli impianti bioenergetici questo CO<sub>2</sub> è catturato direttamente dai gas

di scarico e immagazzinato in strati geologici profondi o compresso e trasportato mediante autocisterne o condotte in depositi all'estero. La tecnologia BECCS (Bioenergy with carbon capture and storage) consente quindi di sfruttare la biomassa da un lato per scopi energetici (trasformandola in elettricità o calore) e dall'altro per produrre, tramite opportune tecnologie, emissioni negative.

Siccome combina la cattura e il sequestro del CO<sub>2</sub> con la produzione di energia rinnovabile, questa NET suscita grandi speranze e svolge un ruolo importante in tutti gli scenari dell'IPCC.

Per la cattura del CO<sub>2</sub> esistono già impianti di dimostrazione, tra l'altro negli Stati Uniti e in Gran Bretagna. Il loro sfruttamento presuppone in particolare la prospezione e lo sviluppo di depositi geologici sicuri. In Svizzera, attualmente non esistono depositi per sequestrare il CO<sub>2</sub> catturato, esso potrebbe tuttavia ad esempio essere trasportato in depositi geologici all'estero attraverso (nuove) condotte. Nel nostro Paese, la tecnologia BECCS potrebbe trovare impiego soprattutto negli impianti d'incenerimento dei rifiuti, nei cementifici, negli impianti di depurazione delle acque e nelle aziende chimiche.



**Costi:** 30–400 US\$/t CO<sub>2</sub>, a seconda della fonte



**Potenziale NET:** circa 5,1 milioni di t CO<sub>2</sub>/anno, se fosse sfruttata tutta la biomassa disponibile in Svizzera (a partire dal 2050).



**Niveau de maturité de la technologie:** 9

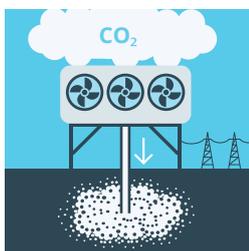
## Opportunità

- In teoria, il CO<sub>2</sub> può essere immagazzinato nel sottosuolo per periodi lunghissimi.
- Su scala industriale, la tecnologia BECCS consente di catturare il CO<sub>2</sub> più facilmente, a un minor costo e in modo più efficiente dal punto di vista energetico rispetto al metodo DACCS, dal momento che nei gas di scarico la concentrazione di CO<sub>2</sub> è molto più elevata che nell'aria.
- Il metodo BECCS ha un potenziale economico: l'uso a cascata della biomassa non più adatta per altri scopi può infatti diventare una fonte di reddito supplementare per gli agricoltori e i selvicoltori.

## Rischi

- La produzione di biomassa appositamente per la tecnologia BECCS può provocare conflitti d'interessi con la produzione alimentare, a causa dell'elevato fabbisogno di suolo, acqua e concimi, e avere ripercussioni negative sulla biodiversità (in particolare in caso di monoculture di biomassa).
- Il trasporto della biomassa fino all'impianto BECCS, il maggior consumo di energia e materiale durante l'esercizio nonché lo stoccaggio geologico del CO<sub>2</sub> comportano elevati costi in termini di energia e materiale e potrebbero comportare dipendenze da Stati terzi.
- In merito alla durata del sequestro del CO<sub>2</sub> vi sono interrogativi senza risposta. Ciò potrebbe provocare scontri sociali.

# Cattura diretta e sequestro del CO<sub>2</sub> (DACCS)



**Principio:** con la tecnologia DACCS (Direct air carbon capture and storage), il CO<sub>2</sub> è catturato meccanicamente dall'atmosfera mediante filtri e immagazzinato nel sottosuolo. In questo caso, il CO<sub>2</sub> non è quindi assorbito dalle piante, bensì da un impianto tecnico.

La rimozione del CO<sub>2</sub> dall'atmosfera consente di compensare emissioni di gas serra difficilmente evitabili altrove (p. es. nell'agricoltura) – anche quelle che non contengono carbonio (p. es. il protossido di azoto). Il CO<sub>2</sub> è catturato dall'aria mediante leganti chimici (procedimenti di assorbimento e adsorbimento). Il CO<sub>2</sub> puro catturato dal legante viene poi liquefatto, trasportato e immagazzinato durevolmente nel sottosuolo. Attualmente sono disponibili depositi geologici in profondità idonei soprattutto all'estero, ad esempio in Islanda o in Norvegia.

Il primo impianto commerciale DACCS al mondo è stato inaugurato in Islanda nel 2021. È stato sviluppato dall'azienda svizzera Climeworks in collaborazione con la società islandese Carbfix. In caso di piena utilizzazione delle capacità dovrebbe sottrarre all'aria circa 4000 tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno. Per l'impiego su larga scala, la tecnologia va ancora sviluppata ulteriormente.



**Costi allo stadio di sviluppo attuale:** 80–210 US\$/t CO<sub>2</sub> (assorbimento) e 560–730 US\$/t CO<sub>2</sub> (adsorbimento), a seconda del procedimento.  
**Costi stimati a lungo termine:** 100 US\$/t CO<sub>2</sub>



**Potenziale NET:** in Svizzera il potenziale di stoccaggio geologico complessivo è stimato a un massimo di circa 2500 milioni di t CO<sub>2</sub>.



**Grado di maturità della tecnologia:** 7–8

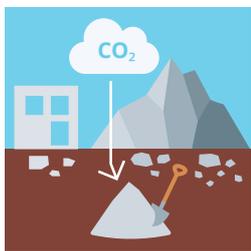
## Opportunità

- Il CO<sub>2</sub> dovrebbe poter essere immagazzinato nel sottosuolo per periodi lunghissimi. Si tratta inoltre di una tecnologia facilmente potenziabile e non dipendente dalla biomassa.
- La tecnologia DACCS non è vincolata all'ubicazione. Per ridurre al minimo le spese di trasporto del CO<sub>2</sub> e i costi complessivi, gli impianti DACCS possono quindi essere costruiti dove sono disponibili sia fonti energetiche rinnovabili sia depositi geologici per il CO<sub>2</sub>.
- Siccome il processo richiede principalmente calore, quale fonte energetica entra in considerazione, a seconda del procedimento, anche il calore di scarico di processi industriali o della geotermia.

## Rischi

- La tecnologia DACCS genera costi elevati ed entra in concorrenza per le fonti energetiche rinnovabili: siccome la quota di CO<sub>2</sub> nell'aria è ridotta, gli impianti devono filtrare ingenti quantità di aria. La cattura del CO<sub>2</sub> è quindi più costosa e assorbe molta energia. Alcuni dei procedimenti applicati richiedono inoltre grandi quantità di sostanze chimiche e acqua.
- Lo stoccaggio geologico del CO<sub>2</sub> catturato comporta dei rischi, a seconda del metodo scelto, in relazione alla stabilità e a eventuali attività sismiche e quindi potenziali scontri sociali.
- La strategia climatica a lungo termine della Svizzera si orienta a scenari, nei quali le emissioni negative provocate da impianti DACCS all'estero vengano finanziate, il che potrebbe comportare dipendenze infrastrutturali e contrattuali da Paesi terzi (analogamente a quanto avviene attualmente per il petrolio e il gas).

# Degradazione meteorica tramite carbonatazione



**Principio:** sotto l'azione degli agenti atmosferici, alcuni minerali come la roccia silicea reagiscono con il CO<sub>2</sub> fissando il carbonio. Questo processo chimico, chiamato carbonatazione, che in natura avviene molto lentamente, può essere accelerato artificialmente. Uno

degli approcci consiste nel tritare finemente la roccia e distribuirla su ampie superfici agricole o forestali.

La degradazione meteorica non risparmia il calcestruzzo utilizzato nelle costruzioni (e rappresenta di norma un effetto indesiderato dal momento che fa arrugginire le travi di acciaio all'interno del calcestruzzo). Anche questo processo può essere notevolmente accelerato artificialmente. Per il clima è una buona notizia: mediante procedimenti di carbonatazione di nuova generazione, il calcestruzzo di demolizione può infatti reincorporare fino al 33% dei gas serra liberati durante la sua produzione. A tal fine, i detriti di calcestruzzo vengono tritati e messi in contatto con CO<sub>2</sub> puro (p. es. proveniente da impianti BECCS). Il prodotto è una polvere di calcare, che può essere riutilizzata come riempitivo o aggregato per la produzione di nuovo calcestruzzo, riducendo l'impronta di carbonio dei nuovi prodotti di calcestruzzo.

Le aziende svizzere Neustark, zirkulit e Sika stanno sviluppando procedimenti innovativi per sequestrare il CO<sub>2</sub> nel calcestruzzo di demolizione e riciclato.



**Costi:** per il calcestruzzo di demolizione 140–940 US\$/t CO<sub>2</sub>, a seconda della fonte e tenendo conto delle spese d'investimento per impianti speciali. Entro il 2050 i costi potrebbero scendere a 75 US\$/t CO<sub>2</sub>. Per la pietra naturale si stimano costi di 70–130 US\$/t CO<sub>2</sub>.



**Potenziale NET:** fino a 2,5 milioni di t CO<sub>2</sub> nel 2050



**Grado di maturità della tecnologia:** carbonatazione 5–6; spargimento 3

## Opportunità

- La degradazione meteorica accelerata del calcestruzzo di demolizione ha il potenziale di rifissare fino al 33% delle emissioni di CO<sub>2</sub> della produzione di cemento.
- La fissazione chimica del CO<sub>2</sub> nel calcestruzzo di demolizione è molto stabile e si stima un sequestro del CO<sub>2</sub> a lungo termine, anche per secoli.
- Il calcestruzzo di demolizione carbonatato distribuito sui terreni agricoli può contribuire alla riduzione delle emissioni di protossido di azoto.

## Rischi

- Lo spargimento di calcestruzzo tritato può causare un arricchimento di inquinanti nel suolo e avere ripercussioni negative sulle piante e sugli organismi. Richiede inoltre ampie superfici.
- La triturazione della roccia e del calcestruzzo di demolizione è associata a un forte fabbisogno di energia.
- La stabilità della fissazione del CO<sub>2</sub> quale minerale carbonatato nei suoli non è ancora stata studiata in misura sufficiente.

## **Impressum**

TA-SWISS, Berna 2023

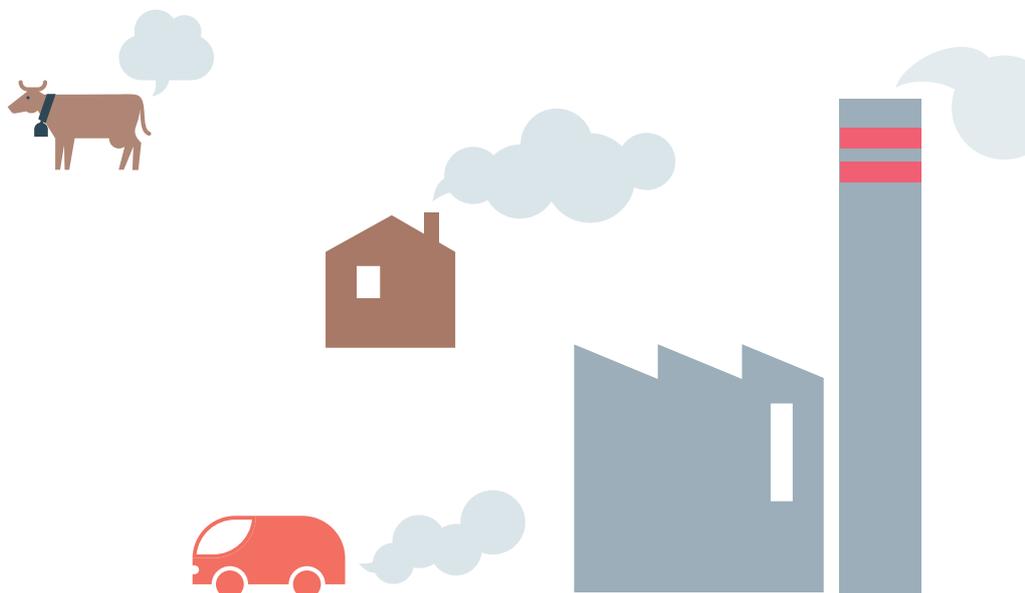
Autrice: Christine D'Anna-Huber, cdh Wissenschaft im Text, Paradiso

Traduzione: Giovanna Planzi, Zurigo

Produzione: Bénédicte Bonnet-Eymard e Fabian Schluemp, TA-SWISS, Berna

Grafica e illustrazione: Hannes Saxer, Berna

Stampa: Jordi AG – Das Medienhaus, Belp



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

membro delle  
 **accademie svizzere  
delle scienze**