



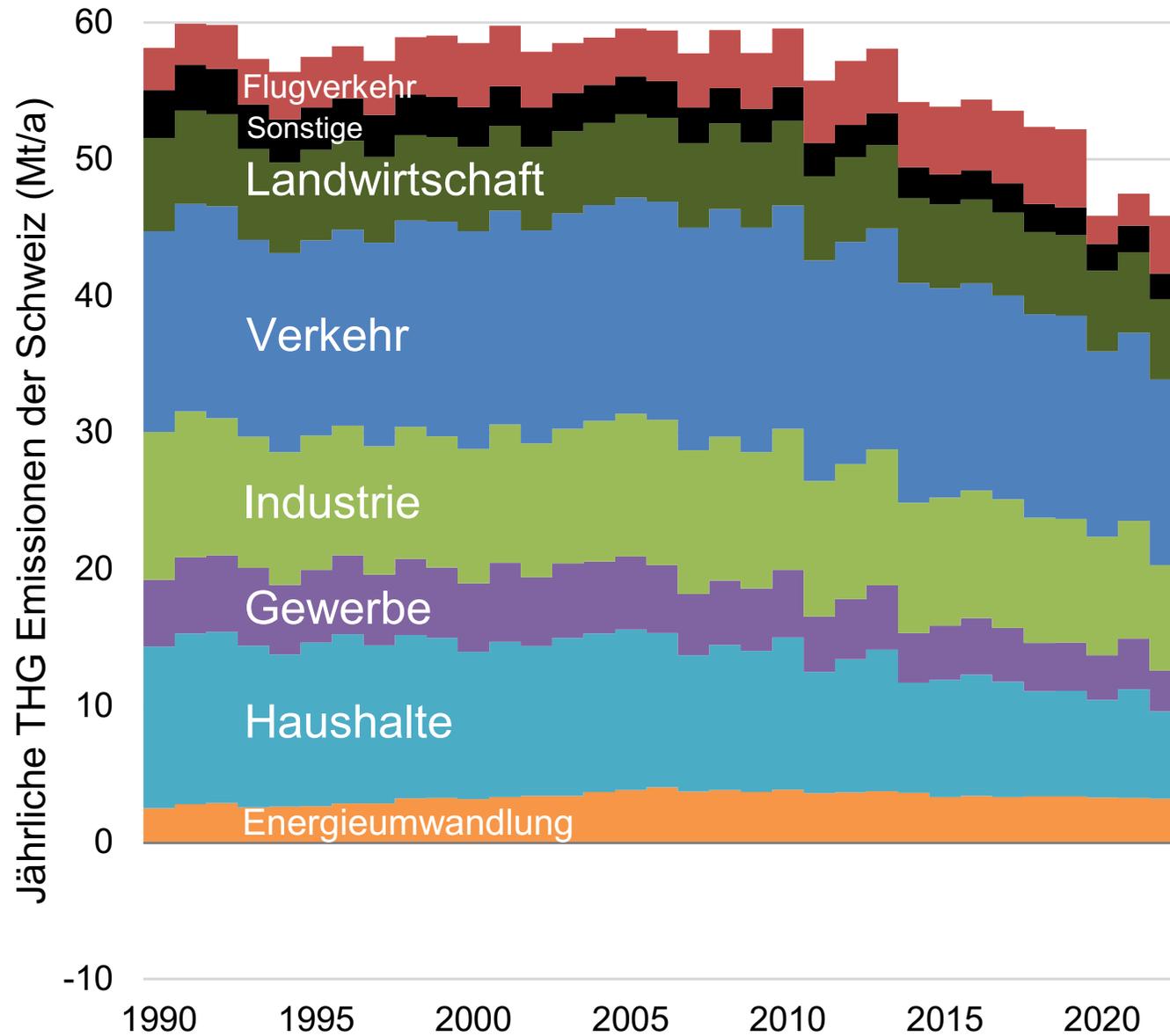
CO₂-Abscheidung, -Transport, -Speicherung und -Nutzung

Ein wichtiges Element einer erfolgreichen Netto-Null-Strategie

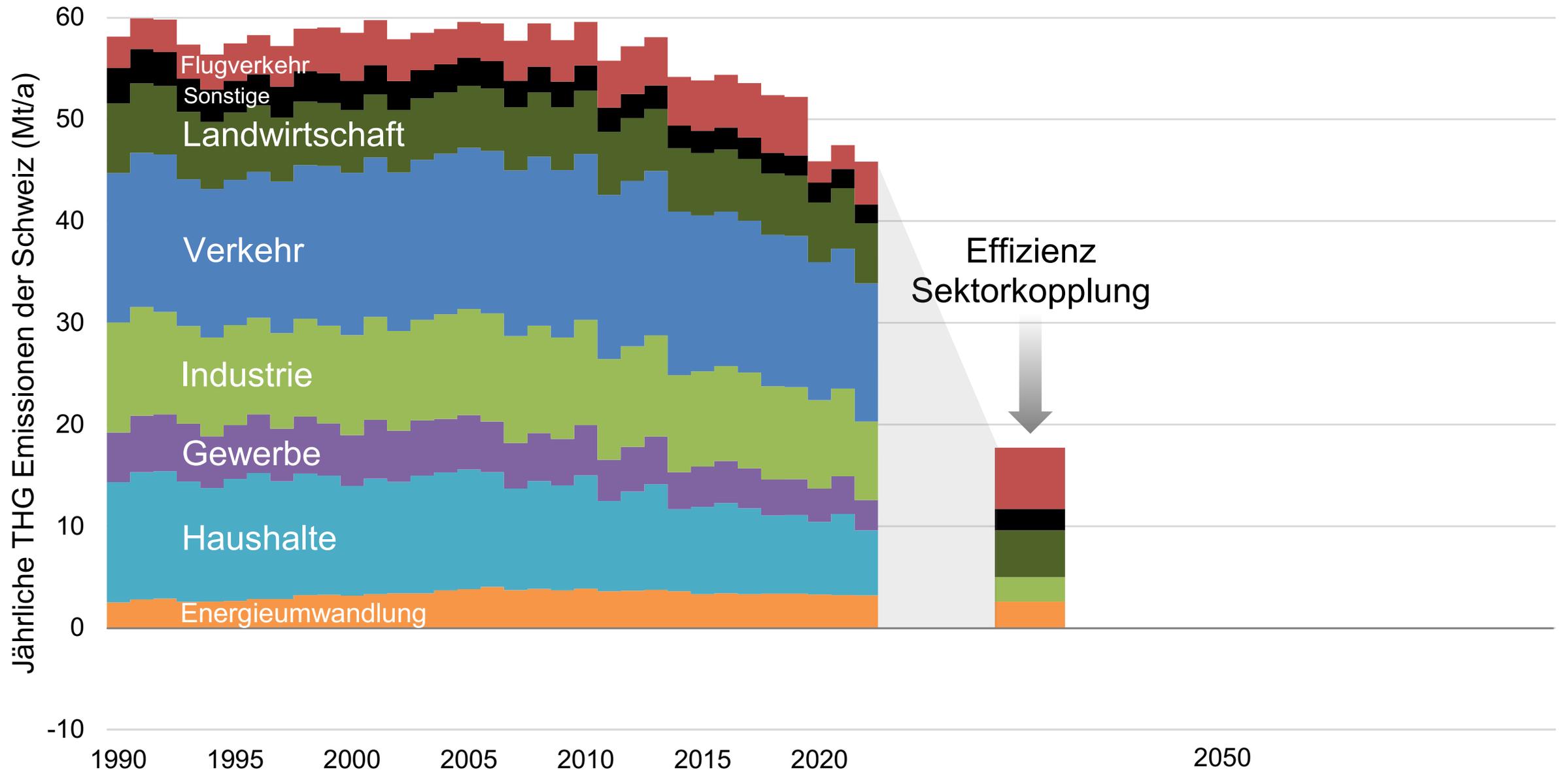
Gianfranco Guidati (ETH-Energy Science Center)

Sessionsveranstaltung der parlamentarischen Gruppe Erneuerbare Energien

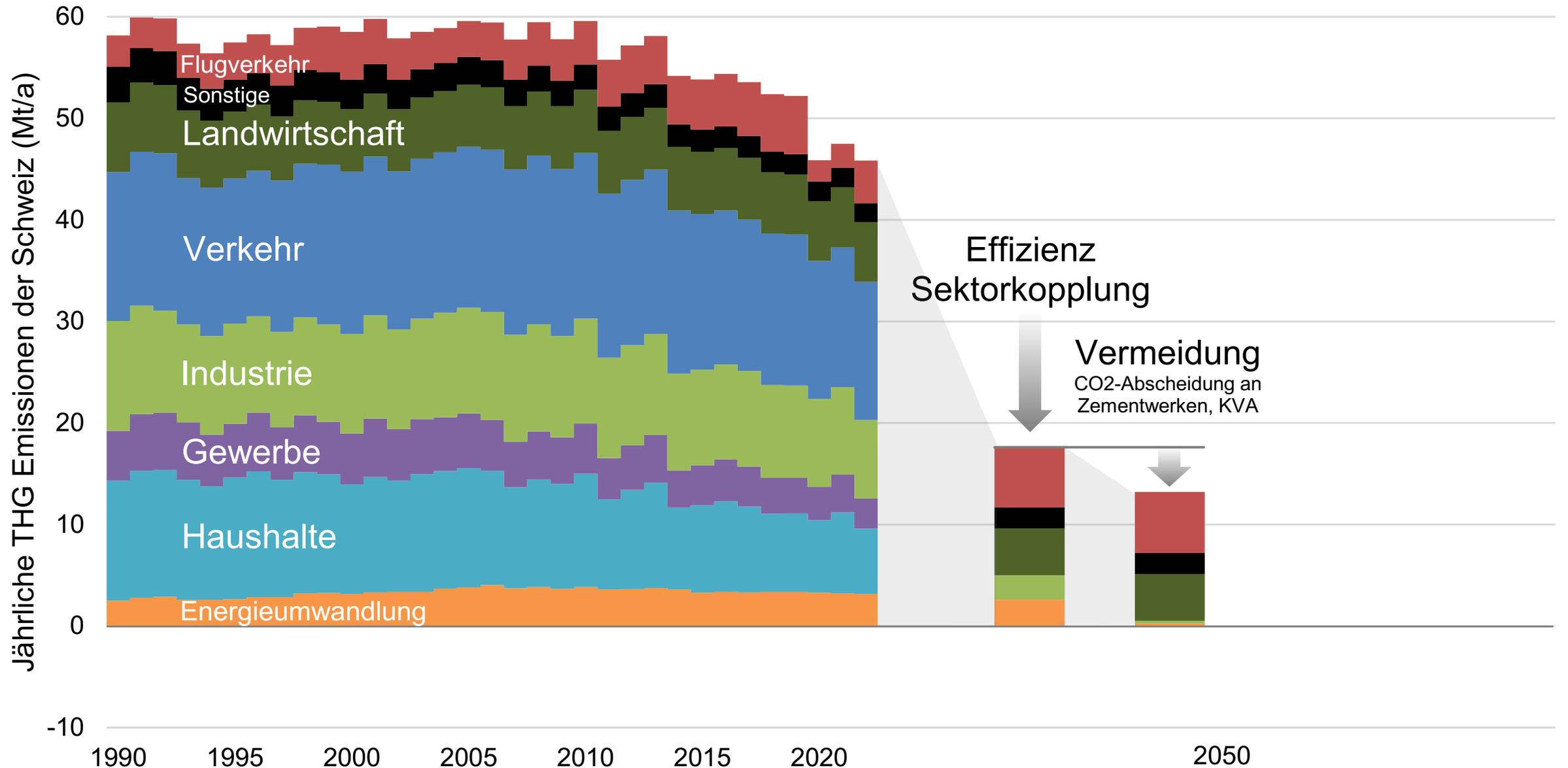
Die historischen Treibhausgasemissionen der Schweiz



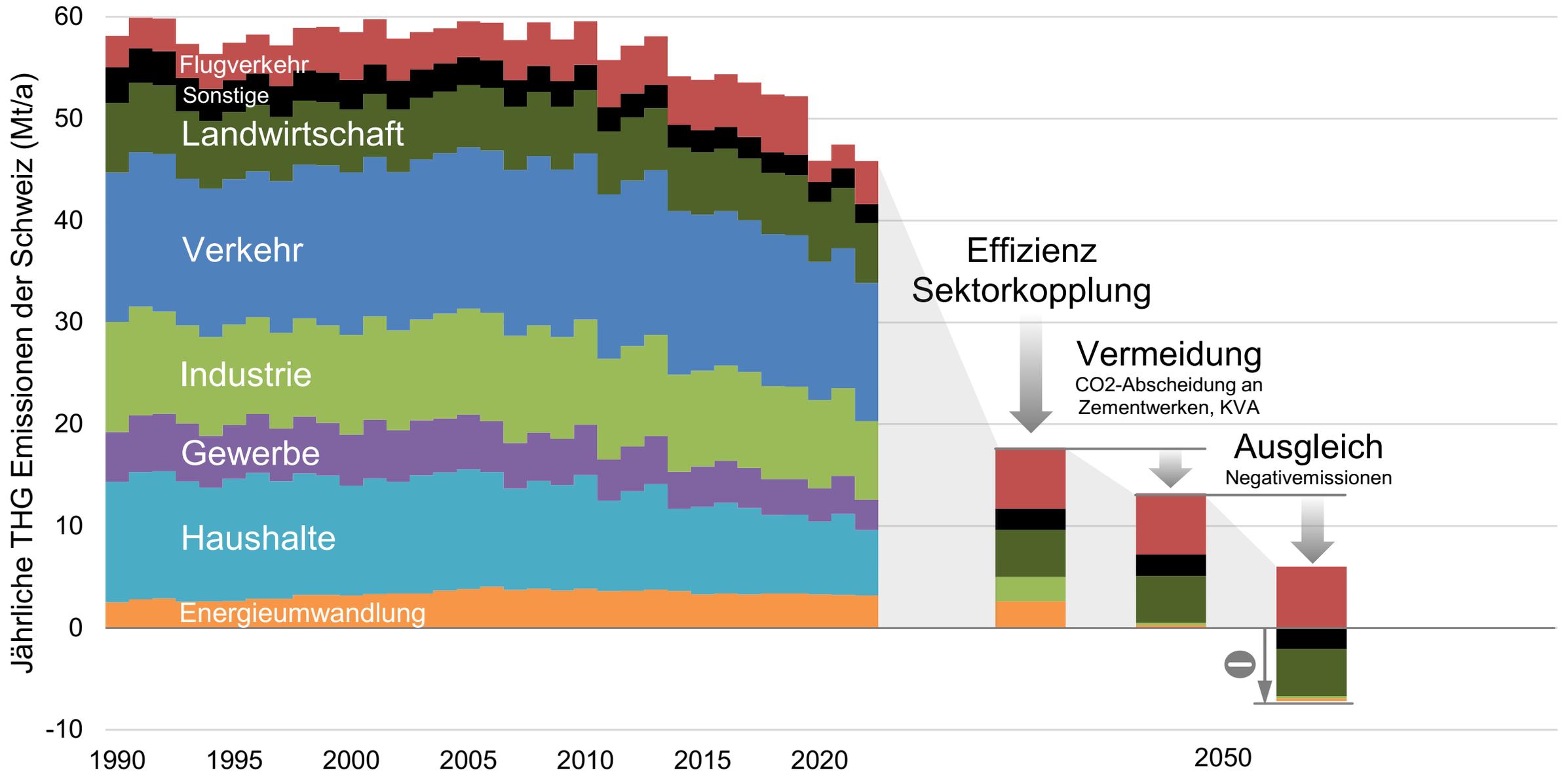
Der erste Schritt Effizienz und die Elektrifizierung von Wärme und Verkehr – also Wärmepumpen und Batteriefahrzeuge



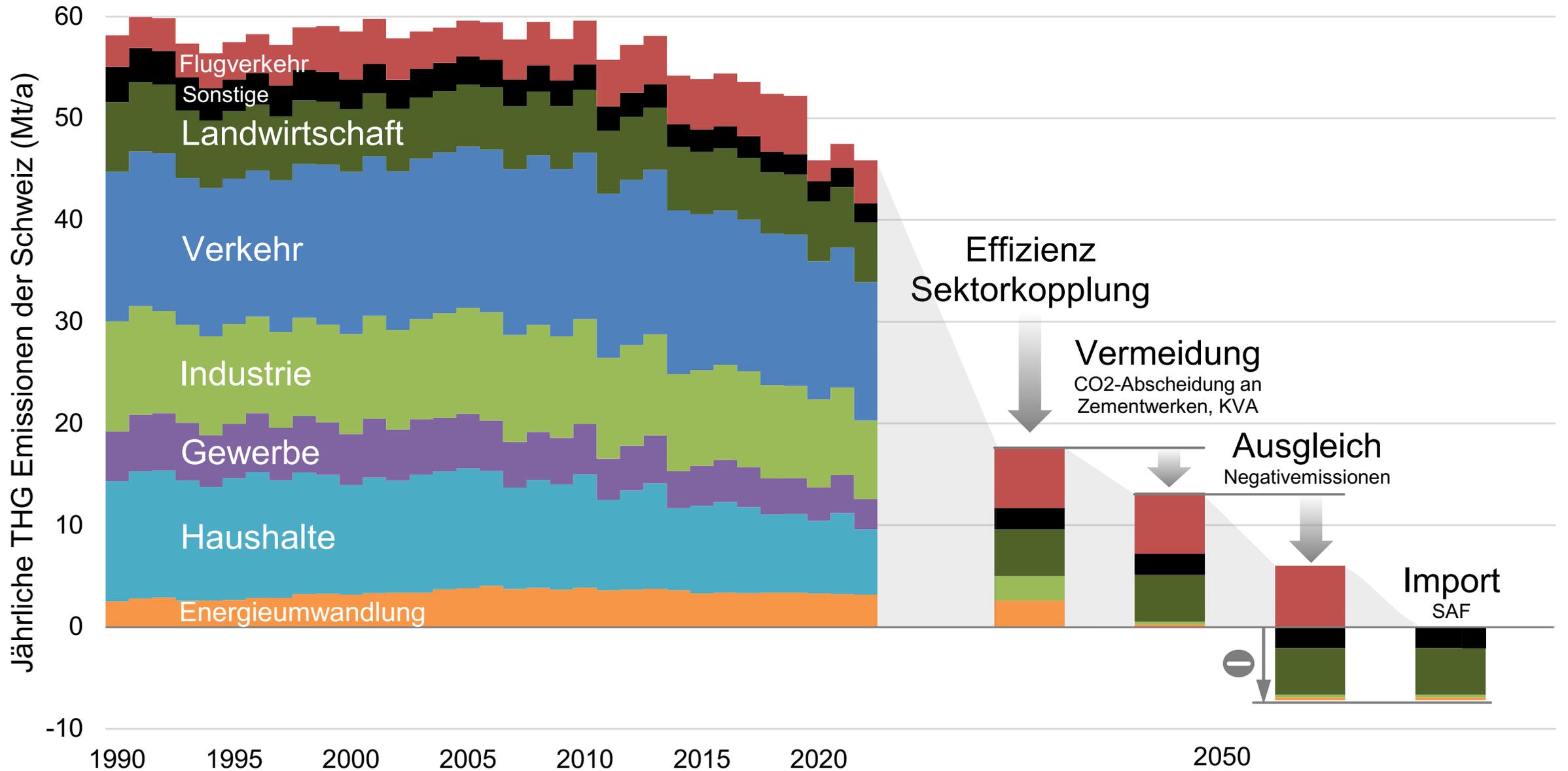
Dazu müssen Emissionen durch CO₂-Abscheidung von Punktquellen wie Zementwerken und KVA vermieden werden



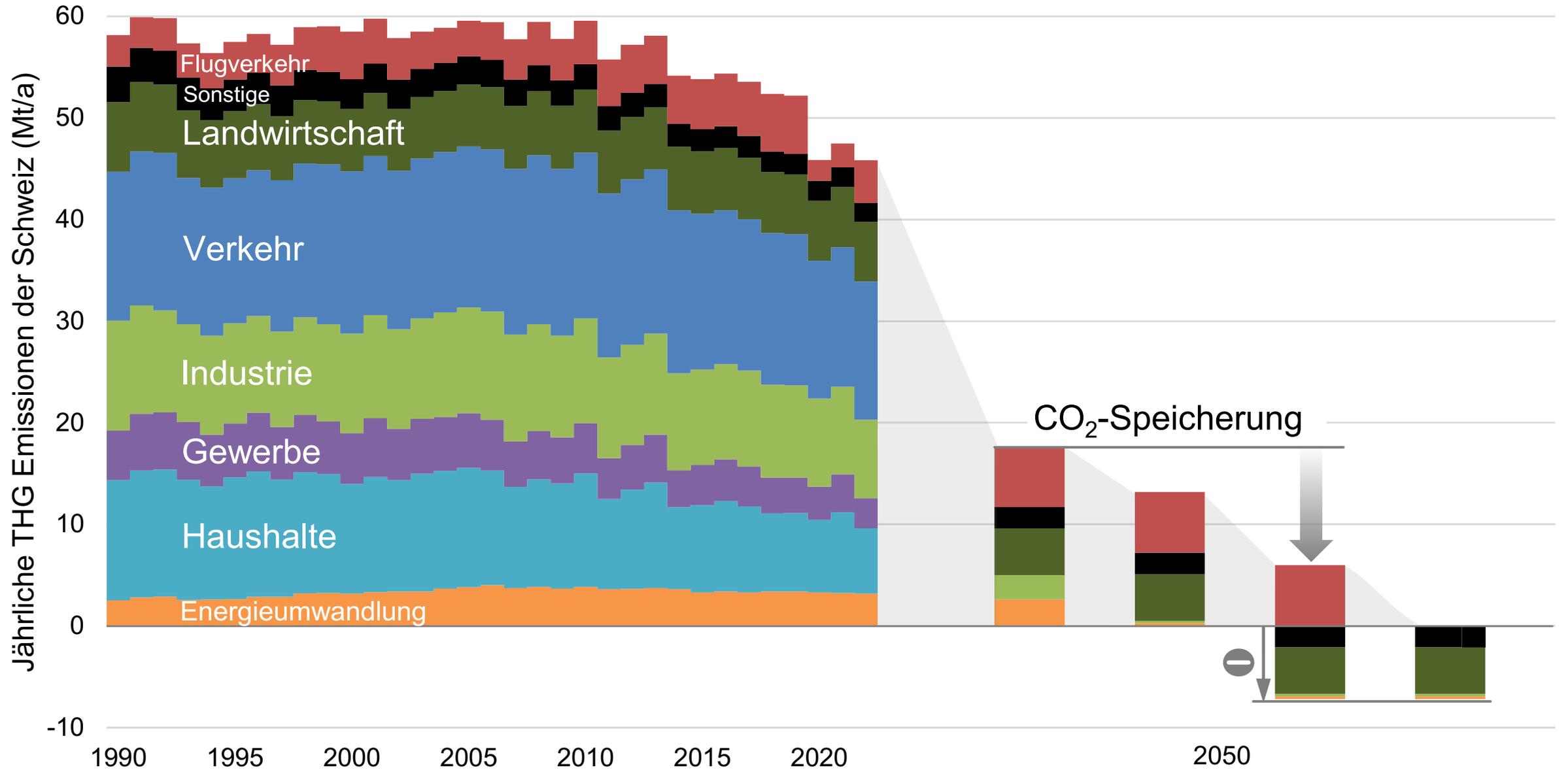
Zum Ausgleich nicht vermeidbarer Emissionen braucht es Negativemissionen – CO₂ muss der Atmosphäre entzogen werden



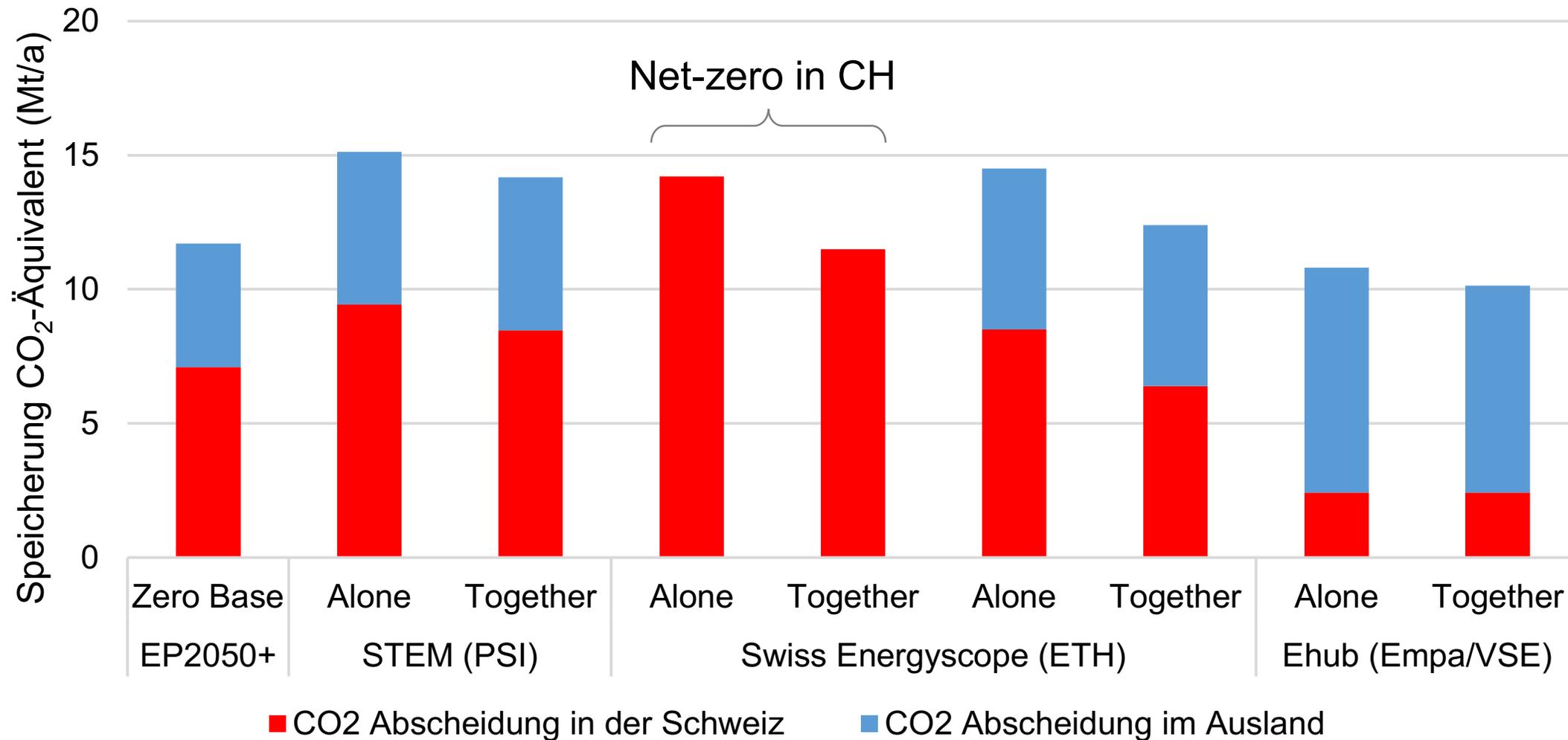
Um die Emissionen des Flugverkehrs zu vermeiden, braucht es SAF – die wahrscheinlich importiert werden müssen



CO₂-Speicherung ist ein unverzichtbares Element einer Netto-Null Strategie



Schweizer Modellierungsteams sind sich einig: 10-15 mio Tonnen CO₂ müssen jährlich gespeichert werden



CO₂-Abscheidung an grossen Punktquellen ist eine etablierte Technologie



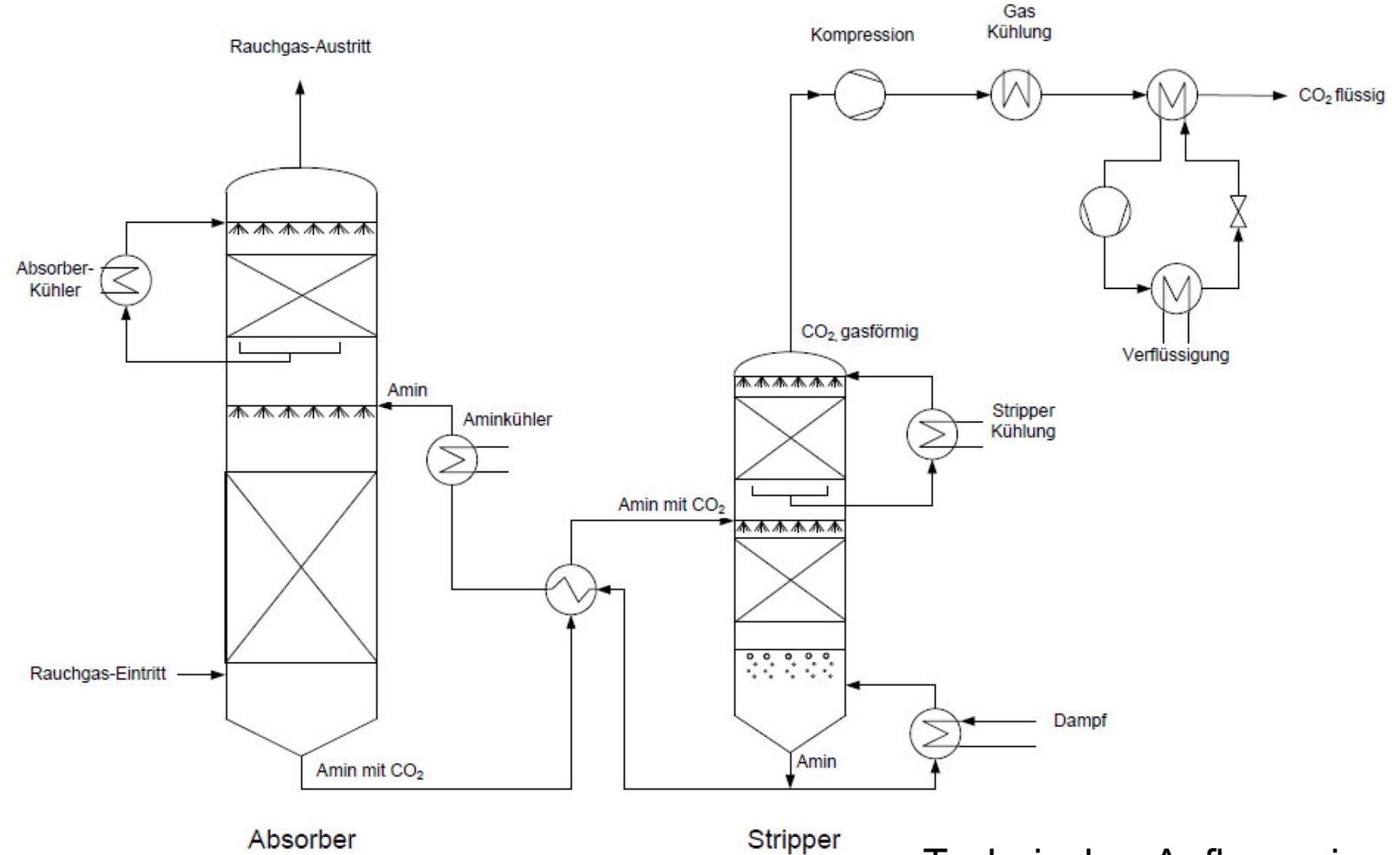
Zementwerk



Kehrichtverbrennung



Holzheizkraftwerk



Technischer Aufbau einer typischen Aminwäsche

Dann muss das CO₂ zu geeigneten Lagerstätten transportiert werden

Tankcontainer



ISO-Tankcontainer (Quelle: DemoUpCARMA)

- Lkw, Zug, Binnenschiff, Schiff
- Mobile Behälter in Normgrösse
- Flüssigkeit mit mittlerem Druck (16 bar, -27°C)
- Vorhandene Technologien

Dezidierter Transport



Kesselwagen (Quelle: NorthWoodsHiawatha, Attribution, via Wikimedia Commons)

- Lkw, Zug, Binnenschiff, Schiff
- Feste Container
- Nieder- (8 bar, -46°C) oder Mitteldruckflüssigkeit (16 bar, -27°C)
- Bestehende / in Entwicklung befindliche Technologien

Pipeline



Pipeline (Quelle: US Government agent, Public domain, via Wikimedia Commons)

- Feste Konstruktion
- Gas (10-30 bar) oder Flüssigkeit (80-350 bar)
- Technologien vorhanden, erfordern aber umfangreiche Planung

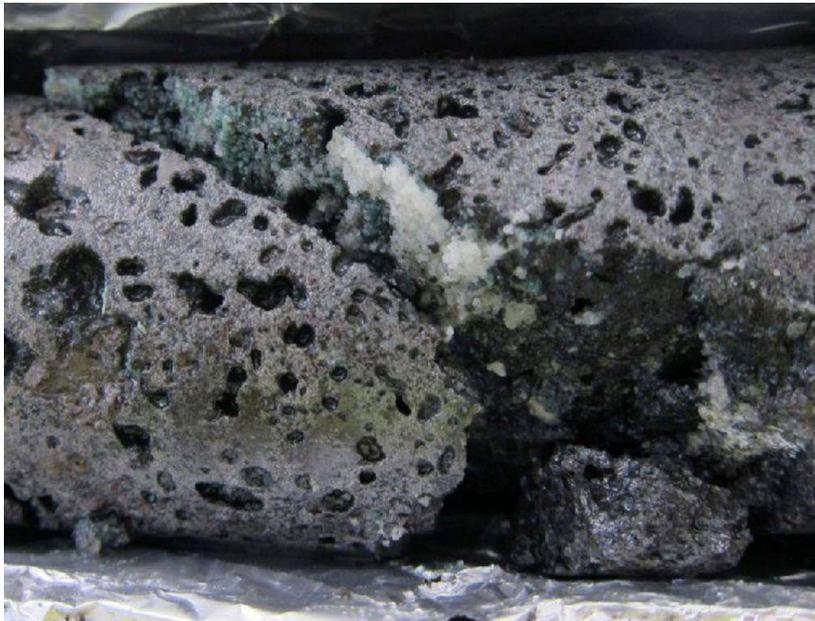
Kurzfristig

Mittelfristig

Langfristig

Die geologische Speicherung von CO₂ ist eine dauerhafte Lösung (>10000 Jahre); es gibt dabei drei Hauptoptionen

Mineralisierende Gesteine
(z.B. Basalte, Forsterit, Serpentin)

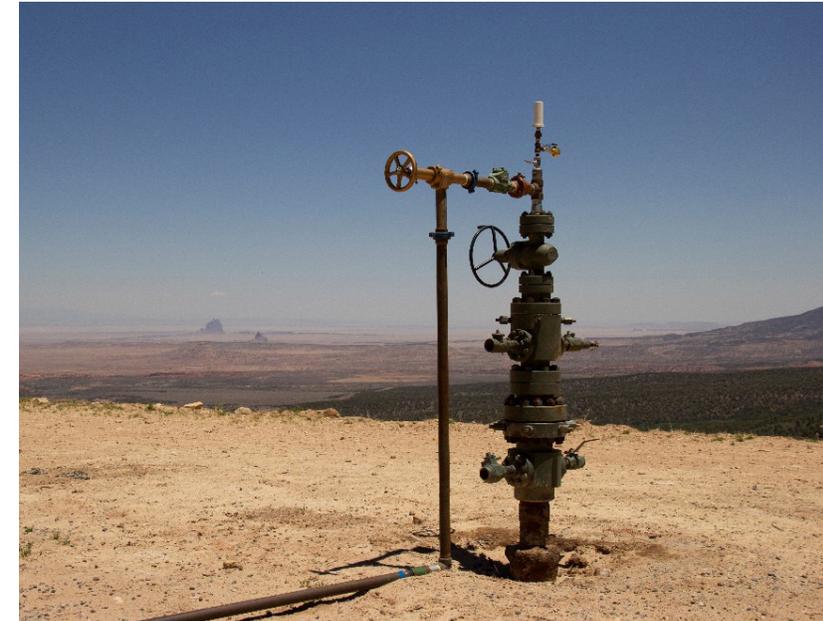


Salinen / Aquifer
(z.B. in >800 m tiefem Sandstein)



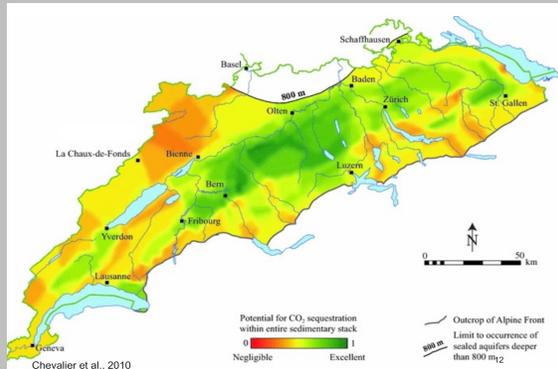
Ausgediente Öl- und Gasfelder

Sources: Carbfix; Emadi 2012; Investigate West



Diese Möglichkeiten finden sich unter der Nordsee

Speicherung in CH



Chevalier et al. (2010)

- Erste Potential-schätzungen positiv
- Später deutlich nach unten korrigiert
- Weiter Abklärungen sind erforderlich

Speicherung in Beton



<https://www.neustark.com/>

- ETH-Spinoff **neustark**
- Erprobt und verfügbar
- Potential begrenzt durch Menge an Abbruchbeton

Technologie kann Negativemissionen erzeugen

Pflanzkohle (PyCCS)



Bild: Fachverband Pflanzkohle

- Erprobt und verfügbar
- Bodenverbesserung
- Potential begrenzt durch Holz und Böden
- Verringerte Emissionen Landwirtschaft (CH₄, N₂O)

Holzbau (TCCS)



Bild Pierre Boss, Renens.

- Erprobt und verfügbar
- Potential begrenzt durch Holz und Gebäude CH
- Verringerter Einsatz von Zement

Maximales Speichervolumen und Permanenz sind der geologischen Speicherung unterlegen, aber diese Lösungen stehen **jetzt** zur Verfügung

- Um das Netto-Null Ziel zu erreichen, brauchen wir CO₂-Abscheidung, Transport und Speicherung, gemäss übereinstimmenden Modellrechnungen um die 10-15 Mio Tonnen pro Jahr
- Die Abscheidung sollte an Punktquellen erfolgen, zB Zementwerken, Kehrlichtverbrennungsanlagen, Holzheizkraftwerken, Biogasanlagen, Klärwerken, usw.
- Wir benötigen eine nationale und den Anschluss an eine internationale CO₂-Pipeline-Infrastruktur, um Zugang zu geologischen Lagerstätten in der Nordsee zu haben
- Solange eine solche nicht zur Verfügung steht, könne alternative Optionen zum Einsatz kommen, wie die Speicherung in Abbruchbeton, als Pflanzenkohle oder im Holzbau
- Letztere können Negativemissionen erzeugen und haben zusätzliche positive Auswirkungen wie eine Verringerung der landwirtschaftlichen Emissionen oder einen geringeren Verbrauch von Zement
- Die Möglichkeit einer geologischen Speicherung in der Schweiz ist zurzeit ungewiss, sollte aber weiter untersucht werden

Netto-Null geht nicht ohne CCS, daher benötigen wir dringend den Aufbau einer nationalen und den Anschluss an eine internationale CO₂-Transport- und Speicher-Infrastruktur

Dr. Gianfranco Guidati
Stv. Direktor Energy Science Center
Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats der aeesuisse
Gianfranco.guidati@esc.ethz.ch

ETH Zürich
Sonneggstrasse 28
8093 Zürich

www.esc.ethz.ch