

Energiekonzept vs. Klimawandel

Für die Abschwächung der Folgen des Klimawandels sind im Wesentlichen **zwei grundlegende Schritte** erforderlich:

1. Stopp der CO₂ – Emissionen

- In allen industriellen Prozessen mit CO₂ – Produktion (Energie, Chemie, Stahl) muss **CO₂ – Abscheidung** eingeführt werden, z.B. im Kraftwerksprozess durch das oxyFuel-Verfahren
- Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien, **Wiederverwendung** des abgeschiedenen **CO₂ für Energiespeicherung** in Form von synthetischem Erdgas/Methan zur Sicherung der Grundlast (Abkehr von fossilen Brennstoffen)

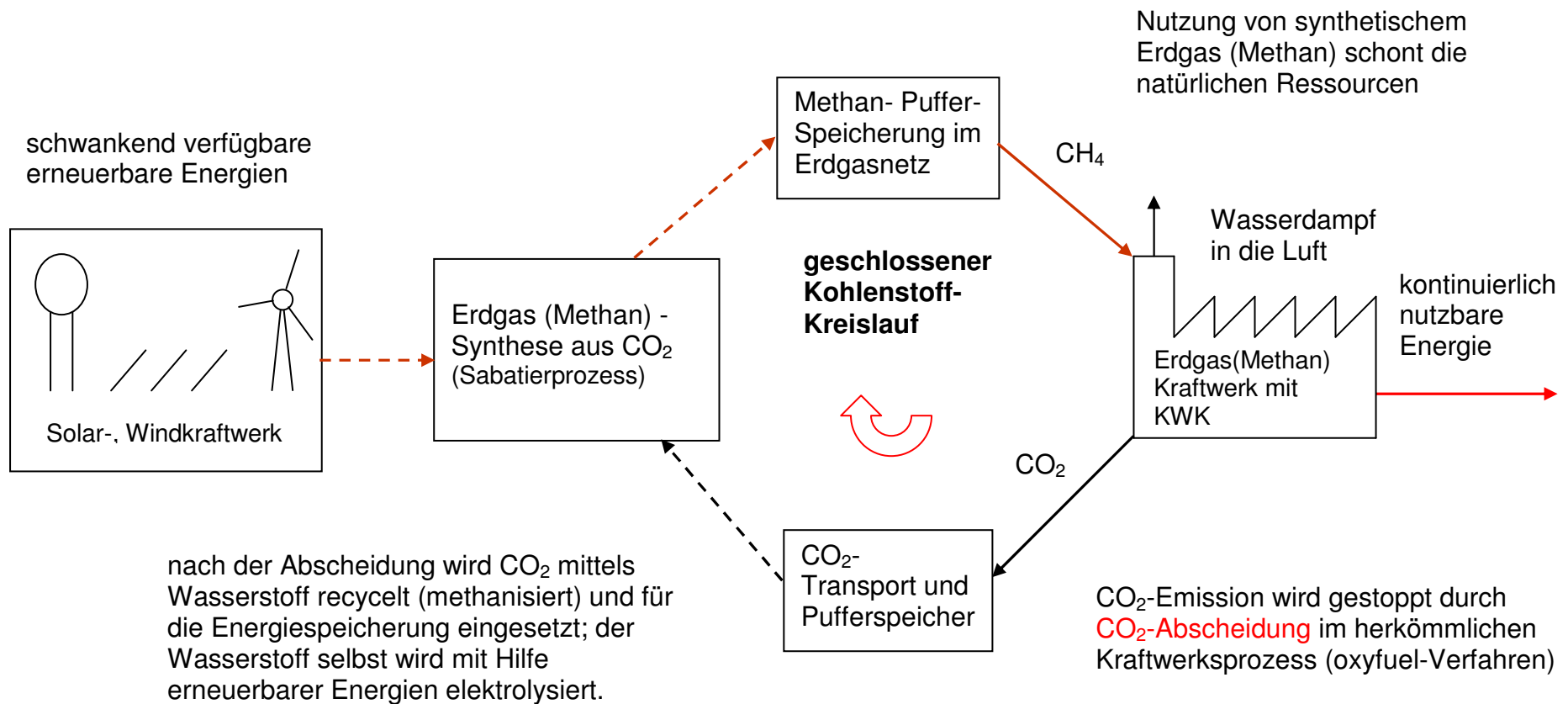
2. Entfernung des CO₂ aus der Luft durch industrielle Aufforstung und nachhaltige Bewirtschaftung großer Waldgebiete

- Wälder sind letztlich nur dann **Kohlenstoff-Senken**, solange sie wachsen. Die Nettowaldfläche muss also zunehmen.
- Lagerung eingeschlagenen Holzes, z.B. als **terra preta** (dient in diesem Fall auch der **Humusbildung**) oder in Salzstöcken, Bergwerken

CO₂ Recycling - die Grundidee

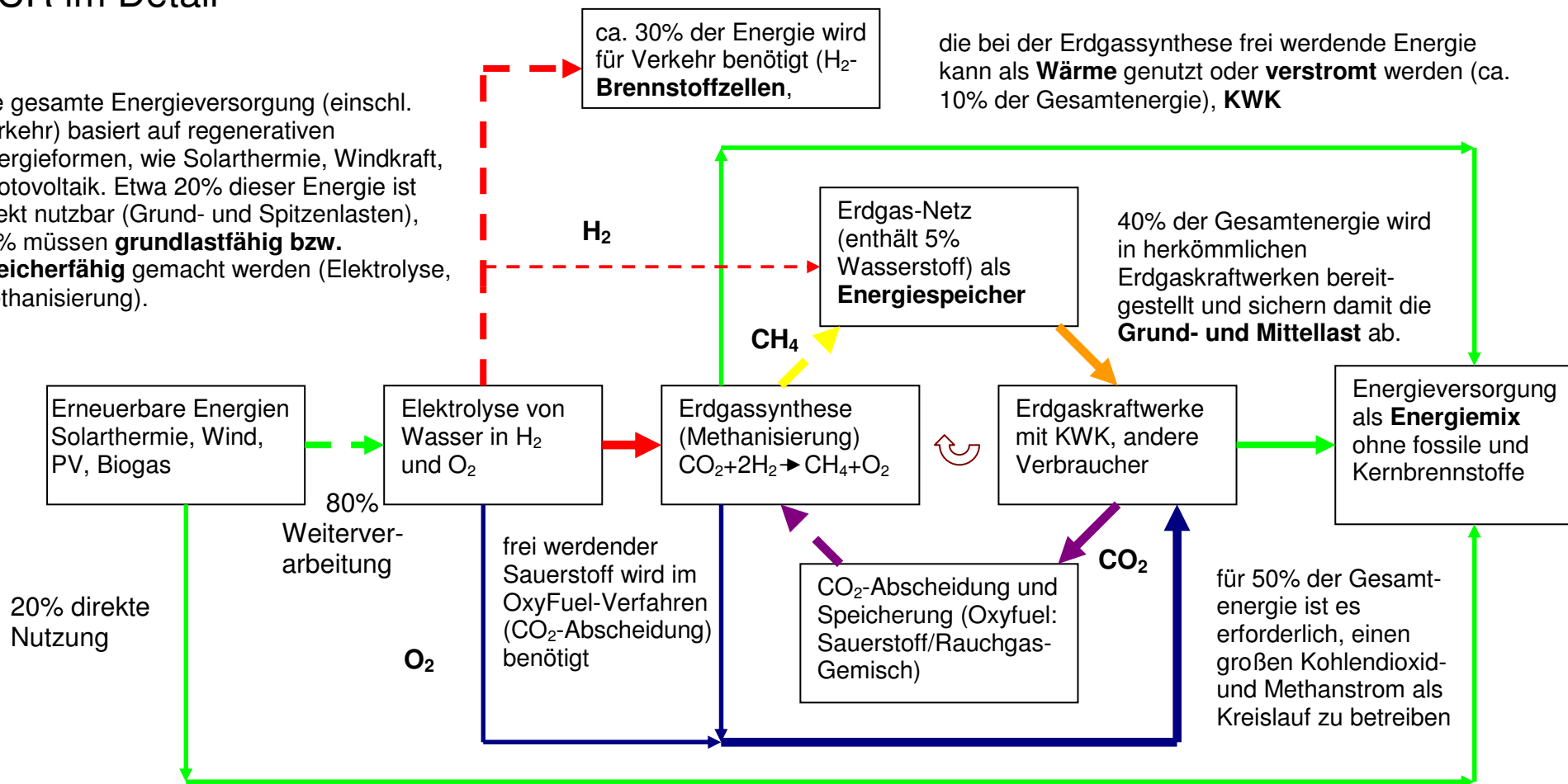
Das CO₂ Recycling löst zwei Probleme auf einmal:

CO₂ gelangt aus den industriellen Prozessen nicht mehr als klimaschädlicher Abfall in die Umwelt, sondern wird eingesetzt für die Energiespeicherung (**CCR – Carbon Dioxide Capture and Recycling**).



CCR im Detail

Die gesamte Energieversorgung (einschl. Verkehr) basiert auf regenerativen Energieformen, wie Solarthermie, Windkraft, Photovoltaik. Etwa 20% dieser Energie ist direkt nutzbar (Grund- und Spitzenlasten), 80% müssen **grundlastfähig bzw. speicherfähig** gemacht werden (Elektrolyse, Methanisierung).



elektrischer Strom

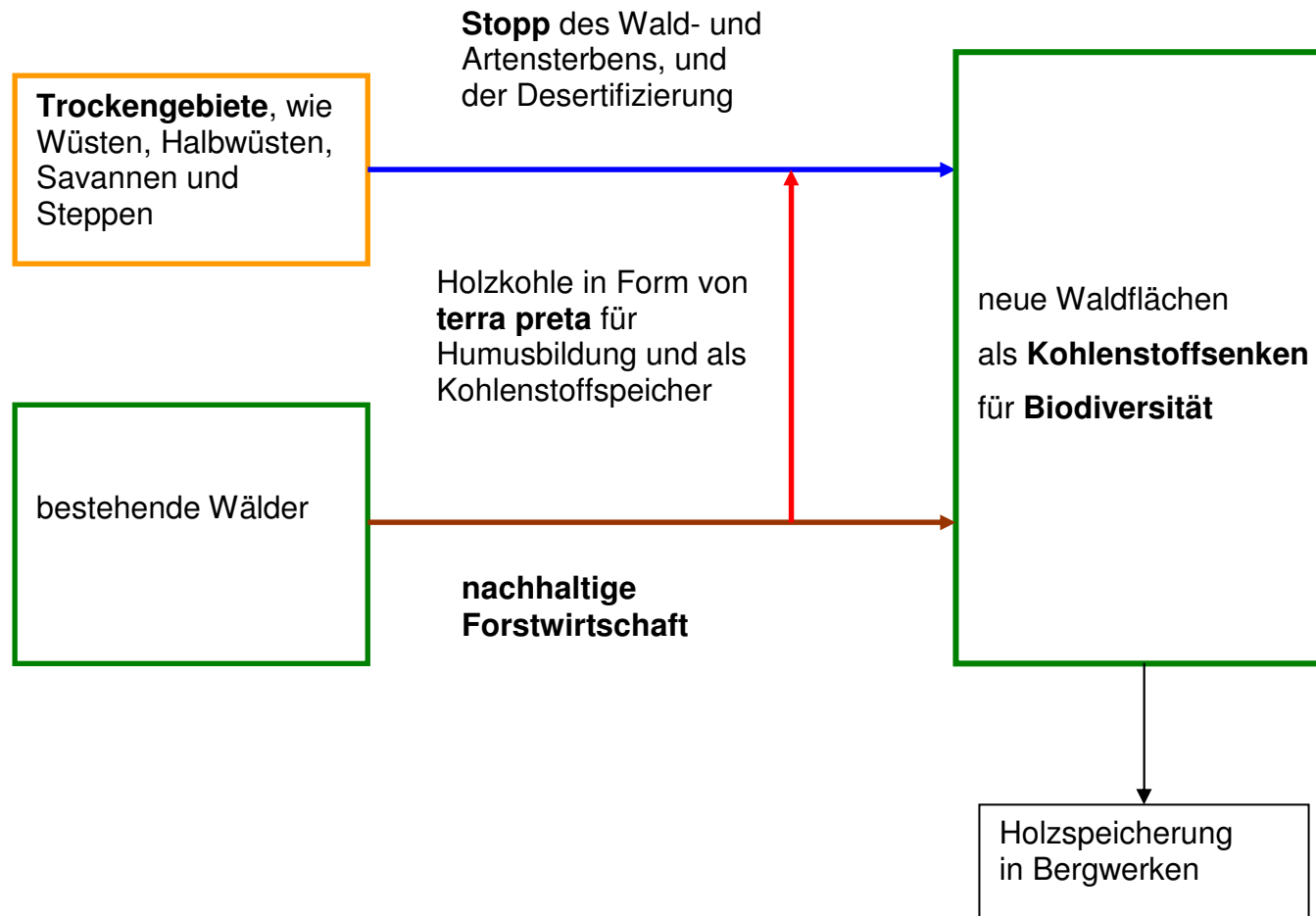
die EE-Anlagen können wie im **desertec**-Projekt in Afrika, aber auch in Spanien, Griechenland, Kasachstan und anderen sonnen- bzw. windreichen Regionen stehen – die Energie muss nicht als Strom, sondern kann ebenso als **Wasserstoff** oder **synthetisches Erdgas (Methan)** transportiert und verteilt werden.

Fazit: Das Erfordernis der Grundlastfähigkeit und Speicherbarkeit der Energie führt zur Notwendigkeit der Installation einer mehrfachen Kraftwerksleistung.

Erläuterungen:

- Energie ist **keine knappe Ressource** – im Gegenteil. Aber sie muss klima- und umweltneutral nutzbar gemacht und ebenso neutral nach der Nutzung entsorgt werden. Auch die Anpassung des Energieverbrauchs an die (volatile) Erzeugung ist **nicht erforderlich**.
- **Solarthermische Kraftwerke** können in bestimmten Regionen **grundlastfähig** errichtet werden. Erforderlich sind dafür gleichbleibende klimatische Bedingungen über das Jahr; die Tag- und Nachtschwankungen können dann durch Heißwasserspeicher ausgeglichen werden (siehe desertec-Projekt).
- In jedem Fall muss die **installierte Kraftwerksleistung** der auf Solarenergie bzw. Windkraft basierenden Anlagen höher dimensioniert werden als es für herkömmliche Kraftwerke erforderlich wäre, da die erneuerbaren Energien keine 24h zur Verfügung stehen. Im Durchschnitt sind es etwa 8h, d.h. es wird die 3-fache Kraftwerksleistung benötigt.
- Zusätzlich wird für die Umsetzung von CCR noch einmal etwa eine halbe Kraftwerksleistung an Erdgaskraftwerken benötigt, d.h. gegenüber der herkömmlichen Technologie wird die **3,5-fache Kraftwerksleistung** benötigt. Weiterhin werden Anlagen für die Elektrolyse von Wasser und die Methanisierung benötigt. Die Errichtungskosten sind entsprechend hoch. Allerdings können die **Betriebskosten sehr niedrig** gehalten werden, da insbesondere Erschließungs- und Förderkosten für fossile Brennstoffe entfallen.
- Der **Ausbau des Stromnetzes** als Alternative zur Speicherung von Energie ist eine Illusion, zu Steuerungszwecken allerdings dringend notwendig. Das **Erdgasnetz** muss dagegen als Speicher ausgebaut werden. Energiespeicher müssen selbstverständlich energieintensiv in der Erzeugung sein.
- Zugleich bedarf es eines **CO₂-Netzes** – dadurch kann einerseits das CO₂ in entscheidenden Größenordnungen **gespeichert** werden, zum anderen ist der CO₂-Transport zu den Standorten der Energieerzeugung **kostengünstiger** als der Stromtransport zu den CO₂-Erzeugern.
- Alle hier vorgestellten Technologien sind im Wesentlichen **großtechnisch ausgereift** (außer Brennstoffzellen), d.h. mit der Umsetzung könnte jederzeit ohne großen Forschungsaufwand begonnen werden.

Aufforstung großer Waldgebiete als Kohlenstoffsinken



Erläuterungen

Im Jahr 2011 waren etwa 40% oder 100-120 ppm CO₂ zuviel in der Luft, bei einem Gesamtgewicht der Atmosphäre von etwa 4,5 - 4,9*10¹⁸ kg sind dies ca. **450 - 500 Milliarden Tonnen CO₂** zuviel.

Einigkeit herrscht mittlerweile darüber, dass dieses "Zuviel" **anthropogen** ist, d.h. durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe in den letzten 100 Jahren verursacht wurde (die Hälfte davon in den letzten 20 Jahren als der Klimawandel längst diskutiert wurde). Man beachte hierzu, dass wir das globale Ölfördermaximum erreicht haben und dass sich die Schätzungen der Erdölréserven auf ca. 175 Milliarden Tonnen belaufen. Dies bedeutet wiederum, dass etwa **175 Milliarden Tonnen Erdöl** verbraucht wurden, überwiegend durch Verbrennung zu geschätzten 300 Milliarden Tonnen CO₂. Hinzu kommt der Verbrauch von Kohle und Erdgas, der weitere Hunderte von Milliarden Tonnen an CO₂ verursachten – man erkennt ohne Weiteres die fragliche **Größenordnung**.

Gleichzeitig wurde die **Absorptionsfähigkeit der Biosphäre** für CO₂ durch die großflächige Abholzung von Waldgebieten stark reduziert. So sind in den Jahren von 1990 bis 2010 von den damals noch vorhandenen ca. 40 Millionen km² Waldfläche ca. 3% abgeholzt worden, also über eine Million km². Auf der anderen Seite gibt es weltweit ca. 45 - 50 Millionen km² Trockengebiete, durch **Degradierung und Desertifizierung** kommen jährlich ca. 60.000 km² neu hinzu.

Die Biomasse eines km² Waldes beträgt ca. 15 Tausend Tonnen, dies entspricht einem CO₂-Äquivalent von 10 Tausend Tonnen. Um also das überzählige CO₂ aus der Luft zu holen, wäre es erforderlich, ca. 45 - 50 Millionen km² Land aufzuforsten, dies entspricht ziemlich exakt der Größenordnung der Trockengebiete und Wüsten. Durch die Förderung großflächiger Nutzwaldaufforstungen insbesondere in heutigen Wüsten- bzw. Halbwüstengebieten, eine nachhaltige, ökologische Forstwirtschaft in diesen und allen anderen noch vorhandenen Wäldern, durch **Einschlag und Lagerung des so gewonnenen Holzes**, vor allem in Form von Holzkohle als **terra preta** zur Düngung (**Humusbildung**), aber auch in ehemaligen Salzstöcken, Bergwerken kann die notwendig neu zu bewaldende Fläche auf ca. 20 - 25 Millionen km² reduziert werden. Die gesamte Weltwaldfläche würde dadurch wieder auf eine Größe anwachsen, wie sie vor den menschlichen Aktivitäten war. Hauptproblem ist die **Bewässerung**.

Auf diese Weise sind zugleich ein Stopp des anthropogenen Artensterbens und die Möglichkeit zur Erhöhung der **Biodiversität** (Artenvielfalt) erreichbar.

Kosten

Der ökologische Umbau der weltweiten Energiewirtschaft und die industrielle Aufforstung der aufgezeigten Größenordnung an Waldflächen erfordert **enorme finanzielle, d.h. organisatorische und wirtschaftliche Ressourcen**. Wer sich dies genauer ansieht, stellt nicht ganz überraschend fest, dass es auch hier eine Übereinstimmung der Größenordnung gibt, nämlich mit den weltweiten **Verteidigungsetats** von jährlich etwa **1,5 Billionen Dollar**.

Die Prioritäten müssen anders gesetzt werden.