

1 Gigatonne Kohlenstoff (Gt C) \triangleq
 10^9 Tonnen Kohlenstoff (t C)
 1 Tonne Kohlenstoff (t C) \triangleq 3,66
 Tonnen Kohlendioxid (t CO₂)

Wie können wir unseren Planeten reparieren?

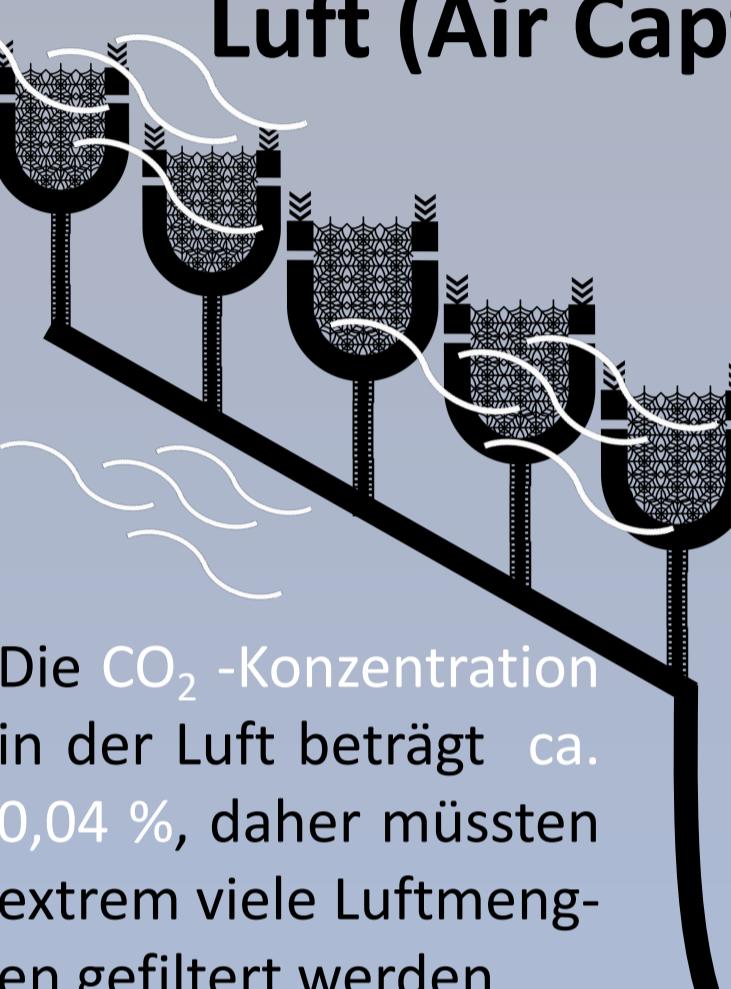
Geoengineering- Bindung von Kohlendioxid -

**Weltweite Kohlendioxid-Konzentration 2019:
 409,83 ppm Kohlendioxid.
 1 ppm \triangleq 1 Molekül Kohlendioxid pro 1 Million
 Moleküle trockener Luft.
 Kohlendioxid-Konzentration vorindustrieller Zeit:
 280 ppm Kohlendioxid.

**Terristische -
Methoden** → auf dem
Festland geschehende



Kohlenstofffilterung aus der Luft (Air Capture)



Mit diesen Systemen kann Kohlendioxid direkt aus der Umgebungsluft gefiltert werden. Hierfür wird die Luft über spezielle Sorptionsmittel geleitet, die das CO₂ aus der Luft filtern.

Die CO₂-Konzentration in der Luft beträgt ca. 0,04 %, daher müssen extrem viele Luftmengen gefiltert werden.

Die hier vorgestellte Geoengineering Maßnahme - *Bindung von Kohlendioxid* (eng. Carbon Dioxide Removal CDR) fasst verschiedene technische Verfahren zusammen, welche alle das Ziel verfolgen die Masse des Treibhausgases CO₂ in unserer Atmosphäre zu verringern.



Mit diesen künstlichen Bäumen, soll die Umgebungsluft gefiltert werden.

1 Tonne gefiltertes CO₂
 \triangleq
 1,1 - 1,8 GJ Elektrizität

Die Trennung des CO₂ von den Sorptionsmittel benötigt extrem hohe Energiemenge.

Die Böden enthalten derzeit etwa 1 500 Gt Kohlenstoff

Marinen CDR-Verfahren verfolgen das Ziel, die CO₂-Aufnahmerate des Ozeans zu erhöhen. Es wird zwischen **physikalischen-, biologische- und die chemischen – Verfahren** unterschieden.

Chemisches-

Der Gesteinsstaub von Kalk- und Silikatgestein wirkt als künstliche Beschleunigung für natürliche Verwitterungsprozesse.

Biologisches-

Die Eisendüngung beschleunigt die biologische Kohlenstoffpumpe, sodass der netto CO₂-Transport aus dem Oberflächenwasser in den tiefen Ozean erhöht wird.

Physikalisches Verfahren -

Beschleunigung der Umwälzbewegung durch Pumpensysteme.



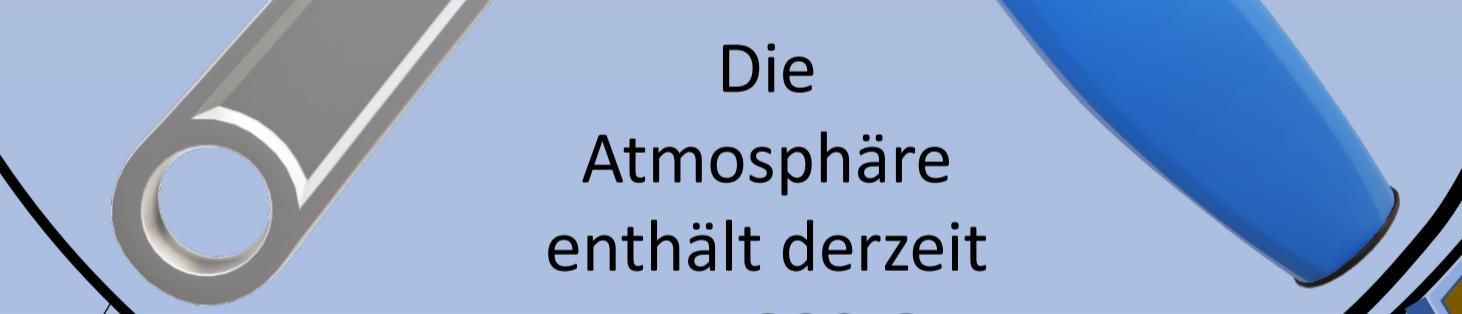
CO₂-Sequestrierungspotential = der Prozess der Einlagerung von Kohlenstoff in ein Kohlenstoffreservoir.

Speicherung und Abscheidung von CO₂ (CCS)



Durch dieses Verfahren sollen die CO₂-Emissionen von großen Kraftwerken gar nicht erst in die Atmosphäre gelangen.

Das CO₂ soll direkt aus den Abgasen der Kraftwerke abgeschieden und danach dauerhaft gespeichert werden. (eng. Carbon Capture and Storage CCS)



Die Böden enthalten derzeit etwa 1 500 Gt Kohlenstoff

Die Atmosphäre enthält derzeit etwa 800 Gt Kohlenstoff

Kohlenstoffbindung in terrestrischen Pflanzen

Die Aufforstung von Wäldern ist ein biologisches Verfahren zur Aufnahme und Speicherung von Kohlenstoff. Die natürlichen Erhöhungen der Kohlenstoffbindungen beruhen alle auf dem Prozess der Photosynthese.

Durch diese Verfahren könnte, bis zum Jahr 2100 eine Abnahme der atmosphärischen CO₂-Konzentration um 100 ppm CO₂ möglich sein.**

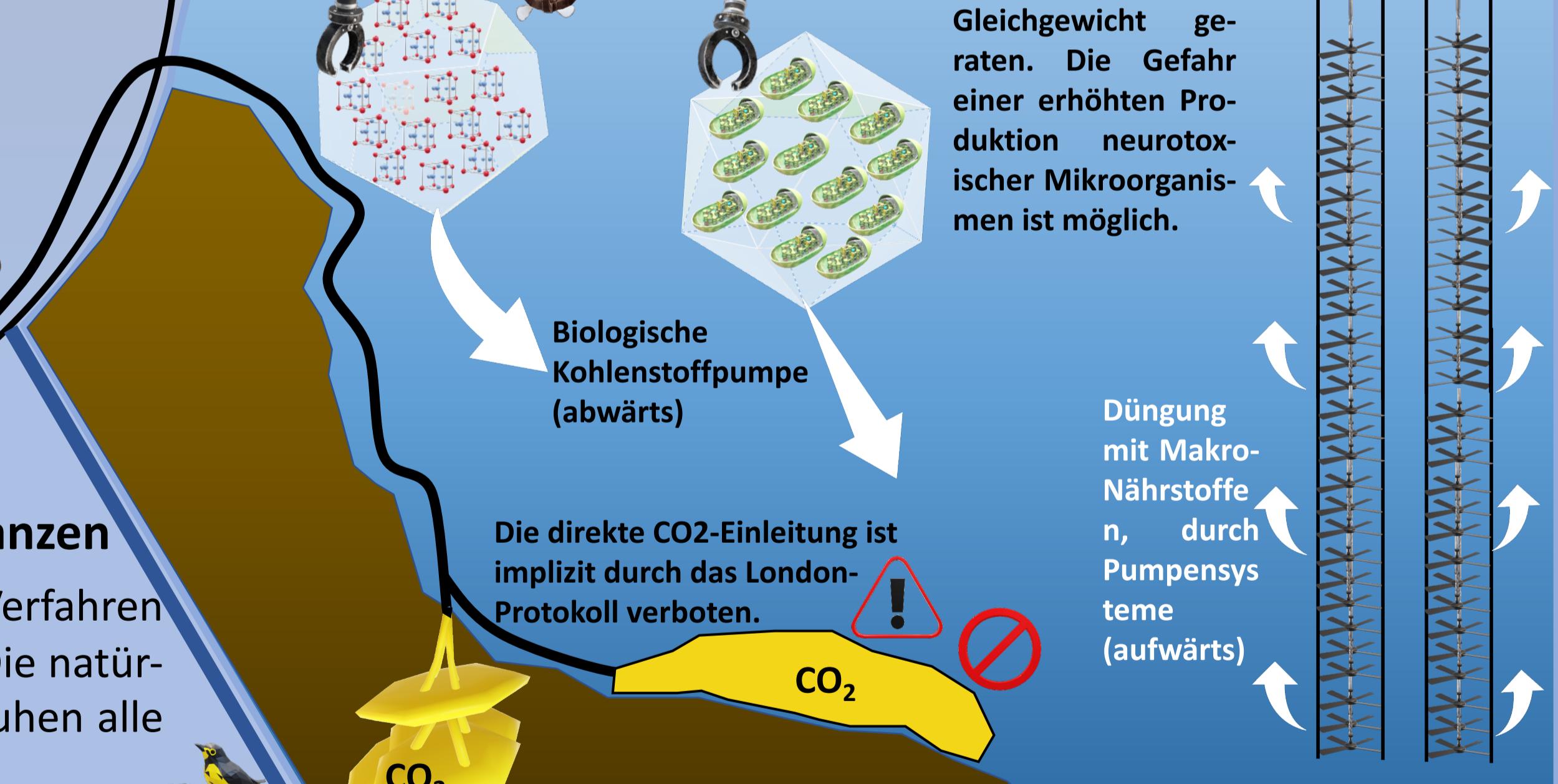
Standortgerechte Baumarten + nachhaltige Bewirtschaftung = Klimaschutz & Biodiversität



Das abgeschiedene CO₂ muss in tief gelegenen sowie Leck freien, geologischen Formationen verankert werden.



Risiken eines CO₂-Lecks:
 Versauerung des Trinkwassers und der Böden.

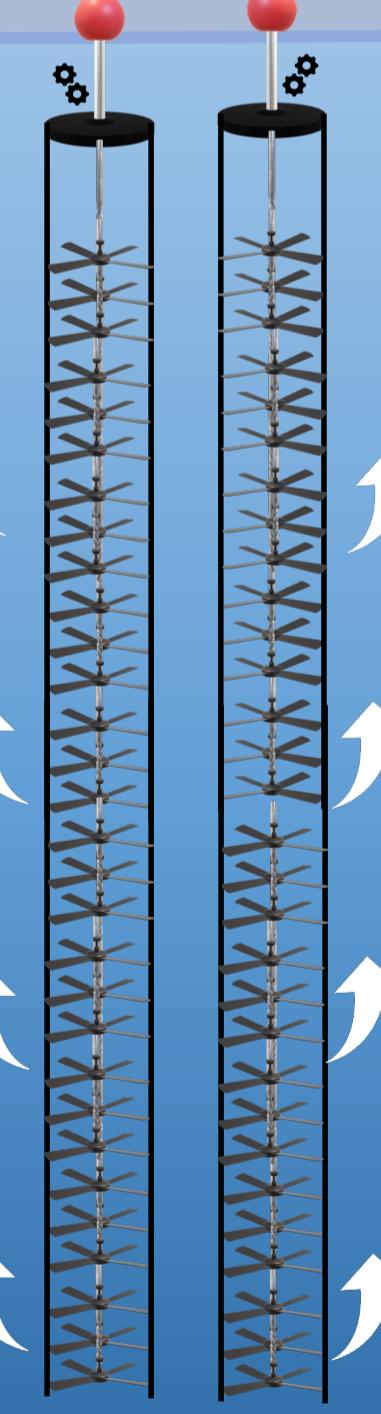


Biologische Kohlenstoffpumpe (abwärts)

Die direkte CO₂-Einleitung ist implizit durch das London-Protokoll verboten.



Düngung mit Makro-Nährstoffen, durch Pumpensysteme (aufwärts)



Der Einsatz von Pumpen die einen künstlichen Auftrieb, tiefer nährstoffreicher Meeresschichten, an die Wasseroberfläche erzeugen könnten die Bildung kleinstter Algen fördern. Dieses Phytoplankton bindet CO₂ in Biomasse und beschleunigt die biologische Kohlenstoffpumpe.