

Departement Bau, Verkehr und Umwelt (BVU) Kanton Aargau  
**CCS und CDR Perspektiven Aargau**  
**Faktenblatt Pflanzenkohle**

Zürich, 27. Juni 2025

Autoren INFRAS: Felix Weber, Moritz Reisser, David Giger, Jürg Füssler

Projektleitung BVU: Lisa Hämmerli, Lars Kistler

**Übersicht**

Potenzial [kt CO <sub>2</sub> / a]	Kosten [CHF / t CO <sub>2</sub> ]	Energiebedarf [MWh / t CO <sub>2</sub> ]	Permanenz	CDR oder Reduktion?
15 (gesamt durch Biomasse: 335*)	15-30	energiepositiv	<100 bis >1000 Jahre	CDR



Grafik: adaptiert von Minx et al. (2017).

Abschätzungen für das Jahr 2050. Alle Abschätzungen sind mit Unsicherheiten verbunden. Die wichtigsten Annahmen sind am Ende des Faktenblatts dokumentiert. Alle Werte, Annahmen und Einschätzung stammen von INFRAS, ausgehend von den neusten wissenschaftlichen Erkenntnissen.

\*Insgesamt kann durch die verfügbare Biomasse ein theoretisches CDR-Potenzial von rund 335kt CO<sub>2</sub>eq erschlossen werden (für die Summe von BECCS, Pflanzenkohle, sowie biogene Brennstoffe in Zementwerken und KVA.). Aufgrund von Nutzungskonflikten gehen wir von einer deutlich tieferen Anwendung von Pflanzenkohle aus (siehe unten).

**Beschreibung**

Pflanzenkohle (engl. Biochar) bezeichnet das Produkt aus der künstlichen Verkohlung von Biomasse (zumeist Holz). Am häufigsten wird dabei das trockene Material unter Ausschluss von Sauerstoff und bei hohen Temperaturen verkohlt (Pyrolyse), es finden sich jedoch auch Ansätze mit hohem Wasseranteil (Hydrochar). Im Prozess entstehen einerseits nutzbare Energie und andererseits die Pflanzenkohle, die chemisch sehr unreaktiv ist. Diese Kohle kann entweder im Boden ausgebracht werden, wo sie zur Bindung von Nährstoffen, Wasser oder auch Treibhausgasen wie Lachgas oder Methan beitragen kann. Sie kann jedoch auch (z.B. für die energetische Nutzung im Falle von Engpässen) gelagert werden, verschiedenen Materialien wie Zement oder Asphalt beigegeben oder als Futtermittelzusatz verwendet werden. Wenn die verwendete Biomasse aus nachhaltig gewonnen nachwachsenden Rohstoffen besteht, führt Pflanzenkohle in all diesen Fällen zumindest für einen gewissen Zeitraum zu einer netto CO<sub>2</sub>-Entnahme der Atmosphäre oder zu einer Verminderung anderer Treibhausgase wie Lachgas und Methan.

**Quantitatives Potenzial im Jahr 2050**

**Potenzial: 15 (bis theoretisch max. 335 für Biomassenutzung total) kt CO<sub>2</sub> / Jahr CDR**

Insgesamt beläuft sich das Potenzial von Biomasse im Kanton Aargau im Jahr 2050 auf maximal 335kt CO<sub>2</sub>eq. Betrachtet man nur das verfügbare Energieholz, so ergäbe sich bei rund 116kt Energieholz<sup>1</sup> ein maximales Potenzial von rund 200kt CO<sub>2</sub> durch Pflanzenkohle. Theoretisch könnte das gesamte Biomasse-Potenzial nur für

**Abschätzung unsicher:**

Siehe «Annahmen» am Ende des Faktenblatts. Rasches Handeln, bestmögliche Rahmenbedingungen und grosse Investitionen in Technologie und Infrastruktur sind nötig.

<sup>1</sup> O'Connor et al. (2024): CO<sub>2</sub>-Wirkung des Aargauer Waldes, EBP. Gemäss CO<sub>2</sub>-optimiertem Szenario.

Pflanzkohleproduktion verwendet werden. In der Realität ist dies jedoch unwahrscheinlich, weil die verfügbare Biomasse heute und auch in Zukunft in verschiedenen Anwendungen wie Bauholz, Energiegewinnung (inkl. Zementwerke und KVAs) und Biogasproduktion benötigt wird.

Das tatsächliche Marktpotenzial von Pflanzkohle hängt also primär vom Mix an Verwertungsmöglichkeiten ab, welcher durch den Markt und die Politik gesteuert wird. Unter den Annahmen, dass die Verwertung von Biomasse durch KVA und Holzfeuerungen konstant bleibt und die Nutzung durch die Zementwerke aufgrund der Roadmap von Cemsuisse<sup>2</sup> stark zunimmt, resultiert nur ein kleines tatsächliches Marktpotenzial für Pflanzkohle. Konkret hält eine unveröffentlichte, interne Studie des Kantons Aargau ein Pflanzkohlewerk mit einer Kapazität von bis zu 6kt Kohle / Jahr für sinnvoll (was je nach Anwendung rund 12-20kt CO<sub>2</sub> entsprechen würde). Aus diesen Gründen schätzen wir das realistische Marktpotenzial durch Pflanzkohle konservativ auf rund **15kt CO<sub>2</sub>** ein.

### Permanenz

#### <100 bis >1'000 Jahre

Die Permanenz hängt primär von der Nutzungsart der Pflanzkohle ab.

- Ausbringung in landwirtschaftlichen Böden: Je nach Material, Boden, Bewirtschaftung <100 bis >1'000 Jahre.
- In Baumaterialien o.ä.: Je nach Lebensdauer und Verwertung des Materials <100 bis >1'000 Jahre.
- Lagerung/Speicherung: Grundsätzlich >1'000 Jahre.

Anwendungen <100 Jahre sind aufgrund der geringen Permanenz nicht als CDR anzusehen.

### Energiebedarf

#### Zusätzliche Energie von rund 2 MW / t CO<sub>2</sub>.

Die Herstellung von Pflanzkohle ist (ohne Berücksichtigung von Substitutionseffekten) energiepositiv mit ca. 2 MWh nutzbare Wärme pro t CO<sub>2</sub> in Pflanzkohle.<sup>3</sup>

### Logistikanforderungen

Aus logistischer Sicht ist die Nutzung von Pflanzkohle im Vergleich zu CCS oder beschleunigter Verwitterung weniger komplex. Die Transportlogistik für den Einsatz in der Landwirtschaft ist beispielsweise vergleichbar mit bereits vorhandenen Warenströmen im Düngerebereich. Entsprechend dürfte dies keine weitere signifikante Transportinfrastruktur verlangen.

### Kosten im Jahr 2050

#### 10-30 CHF / t CO<sub>2</sub>

Produktionskosten in der Schweiz: 300-700 CHF / t Pflanzkohle, was ca. 120-200 CHF / t CO<sub>2</sub> entspricht.<sup>4</sup> Für das Jahr 2050 gehen Studien jedoch von deutlich tieferen Werten von rund 10-30 CHF aus.<sup>5</sup>

**Abschätzung unsicher:**  
Siehe «Annahmen» am  
Ende des Faktenblatts.

<sup>2</sup> Cemsuisse: Roadmap 2050, S. 6, [https://www.cemsuisse.ch/app/uploads/2021/04/Cemsuisse\\_Roadmap\\_210422.pdf](https://www.cemsuisse.ch/app/uploads/2021/04/Cemsuisse_Roadmap_210422.pdf)

<sup>3</sup> IWB (2024): <https://sevogel.ch/wp-content/uploads/2020/02/IWB-Pyrolyse-Infografik-1019-980x473.jpg>

<sup>4</sup> Prognos und INFRAS, (2021): Energieperspektiven 2050+, Exkurs Negativemissionstechnologien und CCS. Potenziale, Kosten und Einsatz.

<sup>5</sup> Honegger und Füssler et al. (2020): Negative Emissionen und Treibhausgas-Zertifikatehandel - Potenziale, Kosten und mögliche Handlungsoptionen. Grundlagen zur Erarbeitung der langfristigen Klimastrategie des Kantons Zürich und der Netto-Null-Szenarien für die Stadt Zürich.

### Weitere Vor- und Nachteile, Herausforderungen

- + Vielseitige und flexible Einsatzgebiete in Landwirtschaft, Bau, für Filter oder als Energiespeicher.
- + Im Gegensatz zu anderen CCS/CDR-Technologien wird Pflanzenkohle in der Schweiz bereits hergestellt und angewandt und entsprechende Infrastruktur ist gegeben.
- + Tiefste prognostizierte Kosten aller betrachteten Technologien pro t CO<sub>2</sub>eq.
- + Kann in der Landwirtschaft Emissionen von Lachgas und Methan reduzieren.
- +/- Zwar wäre ein Import von Biomasse bzw. Holz (oder sogar Pflanzenkohle) aus dem Ausland denkbar, um das quantitative Potenzial zu erhöhen, dabei müsste jedoch sichergestellt werden, dass das Material aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern kommt, was in der Realität sehr schwierig ist. Dazu kommen notwendige Abkommen zur Anrechenbarkeit der Negativemissionen, sowie die weiterhin bestehenden Nutzungskonflikte auf internationaler Ebene.
- +/- Die Permanenz von Pflanzenkohle ist stark abhängig von der Anwendung und dadurch stand heute sehr unsicher. Bei der Lagerung ist eine Permanenz von grösser 1'000 Jahren grundsätzlich gegeben. Bei anderen Anwendungen ist die Permanenz und/oder das CDR-Potenzial in jedem Fall geringer.
- Die Ausbringung auf Ackerflächen, beinhaltet gewisse Risiken (z.B. durch Schadstoffe).

### Einbettung ins Netto-Null-Ziel des Kantons Aargau:

Die Relevanz der einzelnen CCS- und CDR-Anwendungen für den Kanton Aargau im Kontext des Netto-Null Ziels beurteilen wir anhand der folgenden Faktoren: quantitatives Potenzial, Einfluss / der Steuerbarkeit der öffentlichen Hand, Machbarkeit, Territorialprinzip und Unsicherheiten.

Stand heute gehen wir davon aus, dass Pflanzenkohle, CCS ARA, Beschleunigte Gesteinsverwitterung und DACCS eher eine ergänzende oder unterstützende Rolle für das Erreichen von Netto-Null 2050 aufweisen. CCS Zement zusammen mit BECCS und CCS KVA weisen deutlich höhere Potenziale auf, um die Restemissionen im Kanton Aargau zu reduzieren oder auszugleichen. Eine geringe Relevanz dürften hingegen Technologien im Zusammenhang mit Wald- oder Bodenbewirtschaftung, Holzbau oder Ozeanen haben (siehe ergänzender Bericht, Kapitel 3.2.4).

### Wichtigste Annahmen

Beschreibung	Risiko, dass die Annahme bis 2050 nicht erfüllt wird. (= Unsicherheit)	Auswirkungen, falls Annahme nicht erfüllt wird.
Lieferkette bzw. Forstwirtschaft ist vollständig CO <sub>2</sub> -neutral.	hoch	Gesamtpotenzial ↓
Das Potenzial durch verfügbare Biomasse beträgt total ca. 335kt CO <sub>2</sub> eq (+65kt gegenüber 2021).	hoch	Gesamtpotenzial unklar
Energieholz-Verbräuche von bestehenden Anwendungen haben für die Nutzung im Jahr 2050 Vorrang.	hoch	Gesamtpotenzial ↑