

## Ergänzende Informationen zum Blogbeitrag „Fakt ist... sprachliche (Un)sicherheiten der künstlichen Intelligenz

### Themenbereich „CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -nutzung“

Prompt: Wie giftig sind die bei CCS zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung verwendeten Chemikalien?

Beispielhafte Antworten der KI-Sprachmodelle aus den Kategorien „richtig“, „unzureichend“ und „falsch“

#### Richtige Antwort (von ChatGPT-4o):

Die bei der CO<sub>2</sub>-Abscheidung im Rahmen der CCS-Technologie (Carbon Capture and Storage) verwendeten Chemikalien sind potenziell giftig, wobei die spezifische Toxizität von den verwendeten Chemikalien und Verfahren abhängt.

Bei den gängigsten Verfahren zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung kommen verschiedene Lösungsmittel zum Einsatz, wie z. B. Amine (etwa Monoethanolamin), Methanol (im Rectisol-Verfahren), und N-Methyl-2-pyrrolidon (im Purisol-Verfahren). Diese Chemikalien können toxische Wirkungen haben und erfordern daher sorgfältige Handhabung und Entsorgung. Beispielsweise sind Amine bekannt dafür, dass sie gesundheitsschädlich sein können, wenn sie eingeatmet oder über die Haut aufgenommen werden, und sie können beim Erhitzen zu Nitrosaminen zerfallen, die als krebserregend gelten.

Zusätzlich besteht bei CCS die Gefahr, dass das abgeschiedene CO<sub>2</sub> im Untergrund Leckagen verursacht, die wiederum Schadstoffe freisetzen oder salzhaltige Grundwässer verdrängen könnten. Diese Risiken für Umwelt und Gesundheit erfordern strenge Überwachungs- und Sicherheitsmaßnahmen, um Schäden zu vermeiden.

Die Energieintensität dieser Verfahren und ihre potenziellen Nebenwirkungen, wie der Wirkungsgradverlust bei Kraftwerken, machen die Technik umstritten und führen zu Diskussionen über ihre langfristige Nachhaltigkeit und Sicherheit.

Es ist wichtig, dass diese Technologien weiterhin erforscht und überwacht werden, um sicherzustellen, dass sie sicher und effektiv eingesetzt werden können [

<https://www.chemietechnik.de/sicherheit-umwelt/was-verbirgt-sich-hinter-carbon-capture-and-storage-513.html>] [

<https://www.boell.de/de/2021/01/08/ccs-abscheidung-und-speicherung-von-co2>] [

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/carbon-capture-storage>] [

[https://de.wikipedia.org/wiki/CO2-Abscheidung\\_und\\_-Speicherung](https://de.wikipedia.org/wiki/CO2-Abscheidung_und_-Speicherung)] .

#### Unzureichende Antwort (von Gemini Pro):

Die Giftigkeit von Chemikalien bei CCS: Eine komplexe Frage

Die Frage nach der Giftigkeit von Chemikalien, die bei der Carbon Capture and Storage (CCS)-Technologie zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung eingesetzt werden, ist komplex und hängt von verschiedenen Faktoren ab:

**Spezifische Chemikalien:** Es gibt eine Vielzahl von Chemikalien, die in CCS-Anlagen verwendet werden können, jede mit ihren eigenen toxikologischen Eigenschaften.

**Konzentration:** Die Konzentration der Chemikalien in einer Lösung oder einem Gasgemisch beeinflusst maßgeblich ihre Toxizität.

**Exposition:** Die Dauer und Art der Exposition gegenüber den Chemikalien spielen eine entscheidende Rolle für die gesundheitlichen Auswirkungen.

**Reinigungsprozesse:** Moderne CCS-Anlagen verfügen in der Regel über ausgefeilte Reinigungsprozesse, um die Emission gefährlicher Stoffe zu minimieren.

Häufig verwendete Chemikalien und ihre Eigenschaften

Zu den am häufigsten verwendeten Chemikalien in CCS-Anlagen gehören:

**Amine:** Diese werden zur Absorption von CO<sub>2</sub> aus Abgasen eingesetzt. Einige Amine können Haut und Augen reizen und bei Einatmen gesundheitsschädlich sein.

**Enzyme:** Bestimmte Enzyme können die Effizienz der CO<sub>2</sub>-Abscheidung erhöhen. Ihre Toxizität ist in der Regel geringer als die von Amiden, aber es können allergische Reaktionen auftreten.

Sicherheitsmaßnahmen in CCS-Anlagen

Um die Risiken für Mensch und Umwelt zu minimieren, werden in CCS-Anlagen umfangreiche Sicherheitsmaßnahmen getroffen:

**Risikobewertungen:** Vor Inbetriebnahme einer Anlage werden detaillierte Risikobewertungen durchgeführt.

**Schutzkleidung:** Mitarbeiter in CCS-Anlagen tragen spezielle Schutzkleidung, um den Kontakt mit Chemikalien zu vermeiden.

**Überwachungssysteme:** Kontinuierliche Überwachungssysteme kontrollieren die Konzentration von Chemikalien in der Luft und in Flüssigkeiten.

**Notfallpläne:** Es existieren detaillierte Notfallpläne für den Fall eines Unfalls.

Forschung und Entwicklung

Die Forschung im Bereich der CCS-Technologie zielt darauf ab, umweltfreundlichere und sicherere Verfahren zu entwickeln. Dabei stehen folgende Aspekte im Fokus:

**Weniger toxische Chemikalien:** Es werden neue Chemikalien mit geringerer Toxizität entwickelt.

**Effizientere Reinigungsprozesse:** Durch verbesserte Reinigungsprozesse können die Emissionen gefährlicher Stoffe weiter reduziert werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Giftigkeit der bei CCS verwendeten Chemikalien sorgfältig bewertet und durch geeignete Maßnahmen minimiert werden muss. Die kontinuierliche Forschung und Entwicklung trägt dazu bei, die Sicherheit von CCS-Anlagen weiter zu verbessern.

Wichtiger Hinweis: Diese Informationen dienen lediglich der allgemeinen Aufklärung und ersetzen keine fachliche Beratung. Für detaillierte Informationen zu spezifischen Chemikalien und deren Toxizität sollten Sie sich an Experten wenden.

Möchten Sie weitere Informationen zu einem bestimmten Aspekt der CCS-Technologie oder zu den verwendeten Chemikalien?

### **Falsche Antwort** (von Claude 3.5 Sonnet):

Bei der CO<sub>2</sub>-Abscheidung im Carbon Capture and Storage (CCS) Verfahren werden verschiedene Chemikalien eingesetzt, deren Giftigkeit variieren kann. Hier ein kurzer Überblick:

1. Amine: Häufig verwendete Substanzen wie Monoethanolamin (MEA) oder Diethanolamin (DEA) sind mäßig giftig. Sie können Haut- und Augenreizungen verursachen und sind bei Einatmen gesundheitsschädlich.
2. Ammoniak: Wird in einigen CCS-Prozessen eingesetzt und ist in höheren Konzentrationen giftig. Es kann Atemwege und Augen reizen.
3. Kaliumcarbonat: Relativ ungiftig, kann aber in hohen Konzentrationen reizend wirken.
4. Natriumhydroxid (Natronlauge): Stark ätzend, kann schwere Verätzungen verursachen.
5. Aktivkohle: Weitgehend ungiftig, kann aber bei Einatmen des Staubs die Lunge reizen.

Die Giftigkeit dieser Chemikalien stellt hauptsächlich ein Risiko für Arbeiter in CCS-Anlagen dar. Bei sachgemäßer Handhabung und Einhaltung von Sicherheitsvorschriften ist das Risiko für die Öffentlichkeit gering.

Es ist wichtig zu betonen, dass die Forschung an weniger giftigen und umweltfreundlicheren Alternativen für die CO<sub>2</sub>-Abscheidung weitergeht.

Möchten Sie weitere Informationen zu einem bestimmten Aspekt dieses Themas?

## **Themenbereich „Erneuerbare Energien und Stromnetze“**

Prompt: Führt der Ausbau von Freiflächen PV zu einer Verknappung von landwirtschaftlicher Fläche?

Beispielhafte Antworten der KI-Sprachmodelle aus den Kategorien „richtig“ und „unzureichend“.

**Richtige Antwort** (von Claude 3.5 Sonnet):

Diese Frage lässt sich differenziert betrachten:

Die Auswirkungen von Freiflächen-Photovoltaik auf landwirtschaftliche Flächen hängen von mehreren Faktoren ab:

Doppelnutzung möglich:

Agri-Photovoltaik erlaubt die gleichzeitige Nutzung für Landwirtschaft und Energiegewinnung

Unter und zwischen den Modulen können viele Kulturen angebaut werden

Besonders geeignet sind Gemüse, Beeren und bestimmte Ackerkulturen

Gezielte Flächenauswahl:

Vorrangig werden ertragsarme Flächen oder vorbelastete Standorte genutzt

Beispiele: Konversionsflächen, Randstreifen an Autobahnen/Bahnstrecken

Hochwertige Ackerflächen werden meist ausgespart

Flächenbedarf im Verhältnis:

Der Flächenbedarf für PV ist im Vergleich zur gesamten landwirtschaftlichen Fläche gering

In Deutschland werden etwa 0,1% der landwirtschaftlichen Fläche für Freiflächen-PV genutzt

Zum Vergleich: Für Energiepflanzen (Biogas) werden deutlich mehr Flächen benötigt

Reversibilität:

PV-Anlagen können nach ihrer Nutzungszeit rückgebaut werden

Die Flächen bleiben für künftige landwirtschaftliche Nutzung erhalten

Böden werden während der PV-Nutzung häufig geschont

Es kommt also weniger zu einer echten "Verknappung", sondern eher zu einer Transformation der Flächennutzung, die bei guter Planung sowohl landwirtschaftliche als auch energetische Bedürfnisse berücksichtigen kann.

**Richtige Antwort** (von Gemini Advanced):

Der Ausbau von Freiflächen-Photovoltaik (PV) kann potenziell zu einer Verknappung von landwirtschaftlicher Fläche führen, da er Flächen beansprucht, die sonst für die landwirtschaftliche

Produktion genutzt werden könnten. Allerdings ist die Situation komplex und hängt von verschiedenen Faktoren ab:

Faktoren, die die Flächenverfügbarkeit beeinflussen:

**Standortwahl:** Die Flächenwahl für PV-Anlagen ist entscheidend. Durch die Nutzung von bereits versiegelten Flächen, Konversionsflächen, benachteiligten Gebieten oder die Integration in landwirtschaftliche Betriebe (Agri-PV) können Konflikte mit der Nahrungsmittelproduktion minimiert werden.

**Ausbauziele:** Die angestrebten Ausbauziele für Solarenergie haben einen direkten Einfluss auf den Flächenbedarf. Ein schneller Ausbau kann den Druck auf landwirtschaftliche Flächen erhöhen.

**Technologische Entwicklung:** Fortschritte in der PV-Technologie ermöglichen effizientere Module, die weniger Fläche benötigen, um die gleiche Menge Strom zu erzeugen.

**Mehrfachnutzung:** Agri-PV ermöglicht die gleichzeitige Nutzung von Flächen für die Energiegewinnung und die Landwirtschaft, wodurch die Flächenkonkurrenz reduziert wird.

Aktuelle Situation in Deutschland:

Derzeit wird nur ein geringer Teil der landwirtschaftlichen Fläche für Freiflächen-PV genutzt (ca. 0,07% im Jahr 2021).

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) fördert die Nutzung von Dachflächen und Konversionsflächen, um die Inanspruchnahme von landwirtschaftlichen Flächen zu begrenzen.

Es gibt Initiativen zur Förderung von Agri-PV, um Synergien zwischen Landwirtschaft und Energiegewinnung zu schaffen.

Fazit:

Ob der Ausbau von Freiflächen-PV zu einer Verknappung von landwirtschaftlicher Fläche führt, hängt von einer intelligenten Flächennutzung und der Priorisierung von Synergien ab. Durch eine sorgfältige Standortwahl, die Förderung von Agri-PV und die Nutzung von bereits versiegelten Flächen kann der Flächenverbrauch minimiert werden.

Zusätzliche Informationen:

Hinweise zum Ausbau von Photovoltaik-Freiflächenanlagen - Baden-Württemberg: [https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5\\_Energie/Erneuerbare\\_Energien/Sonnenenergie/Hinweise-zum-Ausbau-von-Photovoltaik-Freiflaechenanlagen.pdf](https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Erneuerbare_Energien/Sonnenenergie/Hinweise-zum-Ausbau-von-Photovoltaik-Freiflaechenanlagen.pdf)

Flächen für die Photovoltaik Synergien für Landwirtschaft, Energiewirtschaft und Naturschutz - BMWK: [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Gesetz/20230816-gemeinsames-pressepapier-photovoltaik.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=12](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Gesetz/20230816-gemeinsames-pressepapier-photovoltaik.pdf?__blob=publicationFile&v=12)

Sie beschäftigen sich mit Freiflächen-Photovoltaik? – Was Sie zu diesem Thema wissen sollten:  
Landwirtschaftskammer Niedersachsen: [https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/39359\\_Sie\\_beschaeftigen\\_sich\\_mit\\_Freiflaechen-Photovoltaik\\_-\\_Was\\_Sie\\_zu\\_diesem\\_Thema\\_wissen\\_sollten](https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/39359_Sie_beschaeftigen_sich_mit_Freiflaechen-Photovoltaik_-_Was_Sie_zu_diesem_Thema_wissen_sollten)

Photovoltaik-Freiflächenanlagen - Umweltbundesamt: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/photovoltaik/photovoltaik-freiflaechenanlagen>

Es ist wichtig, die verschiedenen Perspektiven und Argumente im Zusammenhang mit dem Ausbau von Freiflächen-PV zu berücksichtigen, um eine nachhaltige und ausgewogene Lösung zu finden, die sowohl den Energiebedarf deckt als auch die landwirtschaftliche Produktion sichert.

#### **Unzureichende Antwort** (von ChatGPT-4o):

Der Ausbau von Freiflächen-Photovoltaikanlagen (PV) kann zu einer Verknappung landwirtschaftlicher Flächen führen, da diese Flächen für die Energieerzeugung genutzt werden und somit der traditionellen landwirtschaftlichen Produktion entzogen sind. Dies kann den Druck auf landwirtschaftliche Flächen erhöhen und potenziell die Verfügbarkeit für die Nahrungsmittelproduktion beeinträchtigen.

【[https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Potenzialflaechen\\_fuer\\_Agri-Photovoltaik.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Potenzialflaechen_fuer_Agri-Photovoltaik.pdf)】

Um diesem Flächennutzungskonflikt entgegenzuwirken, wird verstärkt das Modell der Agri-Photovoltaik (Agri-PV) diskutiert. Bei Agri-PV werden landwirtschaftliche Flächen sowohl für den Anbau von Nutzpflanzen als auch für die Stromerzeugung durch PV-Anlagen genutzt. Dies ermöglicht eine doppelte Nutzung der Fläche und kann dazu beitragen, die Verknappung landwirtschaftlicher Flächen zu mindern.

【<https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/agri-photovoltaik-chance-fuer-landwirtschaft-und-energiewende.html>】

Zudem hat die Bundesregierung Maßnahmen ergriffen, um bestehende Flächenpotenziale besser zu nutzen. So sollen künftig verstärkt auch landwirtschaftliche Flächen sowie landwirtschaftlich genutzte Moorböden für den Ausbau der Photovoltaik genutzt werden. Photovoltaik-Anlagen auf diesen Flächen sollen künftig im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) gefördert werden.

【<https://www.bmel.de/SharedDocs/Meldungen/DE/Presse/2022/220210-photovoltaik.html>】

Dennoch bleibt die Herausforderung bestehen, den Ausbau der Photovoltaik mit den Belangen der Landwirtschaft und des Naturschutzes in Einklang zu bringen, um eine nachhaltige und effiziente Flächennutzung sicherzustellen.

### **Unzureichende Antwort** (von Phind-70B):

Der Ausbau von Freiflächen-Photovoltaikanlagen (PV) kann potenziell zu einer Verknappung von landwirtschaftlicher Fläche führen, ist aber nicht zwangsläufig. Es gibt verschiedene Faktoren und Strategien, die dies beeinflussen können.

#### Wichtige Punkte zu beachten

Die Stadt Müncheberg hat einen Kriterienkatalog für PV-Freiflächenanlagen erstellt, der versucht, negative Auswirkungen auf die Landwirtschaft zu minimieren [4].

Der Kriterienkatalog schließt bestimmte hochwertige landwirtschaftliche Flächen für PV-Anlagen aus, um eine Verknappung zu verhindern [4].

Es werden Präferenzen für Flächen mit geringerer landwirtschaftlicher Wertigkeit formuliert [4].

Agri-PV-Anlagen, die eine kombinierte Nutzung von Flächen für Landwirtschaft und PV ermöglichen, werden unterstützt [4].

Es gibt Risiken wie den langfristigen Verlust von Ackerflächen und steigende Preise für Ackerland [4].

#### Strategien zur Minimierung negativer Auswirkungen

##### Auswahl geeigneter Flächen:

Ausschluss hochwertiger landwirtschaftlicher Flächen [4]

Präferenz für Flächen mit geringerer Wertigkeit [4]

##### Kombinierte Nutzung:

Förderung von Agri-PV-Anlagen [4]

Möglichkeit zur Haltung von Tieren oder landwirtschaftlicher Nutzung bei ausreichenden Abständen zwischen den Modulreihen [4]

##### Begrenzung des Ausbaus:

Größenbegrenzung von Solarparks auf 50 ha [4]

Jährliche Begrenzung des Zubaus [4]

Naturschutz und Biodiversität:

Förderung der Artenvielfalt auf den Anlagengeländen [4]

Extensive Pflege der Flächen [4]

Fazit

Während der Ausbau von Freiflächen-PV-Anlagen theoretisch zu einer Verknappung landwirtschaftlicher Fläche führen kann, gibt es zahlreiche Strategien und Regelungen, die dies verhindern oder minimieren sollen. Die tatsächliche Auswirkung hängt stark von der Umsetzung dieser Maßnahmen und der lokalen Situation ab.

Referenzen:

- [1] <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/02/20220210-bestehende-flaechenpotenziale-besser-nutzen-mehr-photovoltaik-anlagen-auf-landwirtschaftlichen-flaechen-bei-gleichbleibend-hohem-naturschutz.html>
- [2] <https://gomadingen.de/kriterien-fuer-freiflaechen-pv-anlagen/>
- [3] [https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/39359\\_Sie\\_beschaeftigen\\_sich\\_mit\\_Freiflaechen-Photovoltaik\\_-\\_Was\\_Sie\\_zu\\_diesem\\_Thema\\_wissen\\_sollten](https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/39359_Sie_beschaeftigen_sich_mit_Freiflaechen-Photovoltaik_-_Was_Sie_zu_diesem_Thema_wissen_sollten)
- [4] [https://www.stadt-muencheberg.de/fileadmin/upload/\\_StadtMuencheberg/BauenundWohnen/Bauleitplanung/Kriterienkatalog/Kriterienkatalog%2020.10.2023.pdf](https://www.stadt-muencheberg.de/fileadmin/upload/_StadtMuencheberg/BauenundWohnen/Bauleitplanung/Kriterienkatalog/Kriterienkatalog%2020.10.2023.pdf)
- [5] <https://bwv-net.de/agrarpolitik/schutz-landwirtschaftlicher-flaechen-hat-oberste-prioritaet/>
- [6] [https://rim.ekom21.de/rp-darmstadt/sdnetrim/UGhVM0hpd2NXNFdFcExjZclEsLkMhm39kgKlcl5wMffH\\_8n\\_Y6obYuYPj5B0pyRS/Drs.\\_Nr.\\_X-80\\_-\\_Leitfaden\\_fuer\\_ZAV\\_im\\_Bereich\\_Landwirtschaft\\_und\\_Freiflaechen-Photovoltaikanlagen\\_-\\_aktualisiert.pdf](https://rim.ekom21.de/rp-darmstadt/sdnetrim/UGhVM0hpd2NXNFdFcExjZclEsLkMhm39kgKlcl5wMffH_8n_Y6obYuYPj5B0pyRS/Drs._Nr._X-80_-_Leitfaden_fuer_ZAV_im_Bereich_Landwirtschaft_und_Freiflaechen-Photovoltaikanlagen_-_aktualisiert.pdf)
- [7] [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Gesetz/20230816-gemeinsames-pressepapier-photovoltaik.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=12](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Gesetz/20230816-gemeinsames-pressepapier-photovoltaik.pdf?__blob=publicationFile&v=12)
- [8] <https://www.markt-rettenbach.de/de/aktuelles/Kriterienkatalog-Photovoltaik-Freiflaechenanlagen-Markt-Rettenbach.pdf>
- [9] [https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Potenzialflaechen\\_fuer\\_Agri-Photovoltaik.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Potenzialflaechen_fuer_Agri-Photovoltaik.pdf)
- [10] <https://wattmanufactur.de/extensive-agri-pv.html>

**Weitere Informationen zur Bewertung der Faktentreue bei verschiedenen KI-Sprachmodellen befinden sich in folgendem Blogbeitrag: [Fakt ist... sprachliche \(Un\)sicherheiten der künstlichen Intelligenz](#)**