

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Inhaltsverzeichnis | 1 |
| 1 Einleitung | 2 |
| 1.1 Hintergrund und Problemstellung | 2 |
| 1.2 Ziel des Auftrags | 3 |
| 2 Zu erbringende Leistungen | 3 |
| 2.1 Arbeitspaket 1: PtX-Technologieradar | 3 |
| 2.2 Arbeitspaket 2: PtX Anlagenradar | 6 |
| 2.3 Arbeitspaket 3: PtX Marktradar | 7 |
| 2.4 Arbeitspaket 4: Abschluss | 9 |
| 2.5 Koordination, Workshops, Bericht | 10 |
| 3 Zeitplanung | 11 |
| 4 Mit dem Angebot einzureichende Unterlagen | 13 |
| 4.1 Inhalt, Methodik und organisatorische Umsetzung | 13 |
| 4.2 Personal | 14 |
| 4.2.1 Projektleitungserfahrung im Bereich Power-to-X (PtX), e-Fuels, Wasserstoff Technologien | 14 |
| 4.2.2 Fachliche Erfahrung eines der Teammitglieder in Technologiebewertung anhand von technologischen und ökonomischen Kriterien | 14 |
| 4.2.3 Fachliche Erfahrung eines der Teammitglieder im Bereich Marktanalysen in China | 15 |
| 4.2.4 Fachliche Erfahrung eines der Teammitglieder in mindestens 3 der relevanten PtX-Technologien | 15 |
| 5 Annex | 15 |

1 Einleitung

Öffentliche Auftraggeberin ist die Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH.

Die ZUG ist eine vollständig bundeseigene Gesellschaft. Das Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) vertritt alleinig den Bund als Gesellschafterin. Die Gesellschaft hat ihren rechtlichen Sitz in Bonn, den größten Standort in Berlin und einen weiteren Standort in Cottbus.

Die ZUG übernimmt im Rahmen des Gesellschaftszwecks nicht-ministerielle Aufgaben für die Bundesregierung. Das Kerngeschäft der ZUG sind Projektträgerschaften für Förderprogramme der Bundesressorts. Die Finanzierung der ZUG erfolgt ausschließlich über Aufträge.

Als Dienstleisterin übernimmt die ZUG auch weitere Aufträge zur Unterstützung und Beratung, um so eine Vielzahl politischer Schwerpunktthemen im Bereich Umwelt-, Natur- und Klimaschutz in Maßnahmen umzusetzen.

Auf Basis des „Investitionsgesetz Kohleregionen (InvKG)“ und des „Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen“ (StStG) hat die ZUG im März 2021 das „PtX Lab Lausitz – Praxislabor für Kraft- und Grundstoffe aus grünem Wasserstoff“ gegründet. Es wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE).

Ziel des PtX Lab Lausitz ist es, die Möglichkeiten einer umweltverträglichen und nachhaltigen Erzeugung und Nutzung von Power-to-X (PtX) zu erforschen. Es fördert durch unterschiedliche Formate den interdisziplinären, systemischen und sektorspezifischen wie auch sektorübergreifenden Diskurs zum Thema PtX. Das PtX Lab Lausitz ist dabei zugleich Wissensplattform, Impulsgeber und Ansprechpartner für Industrie, Politik und Wissenschaft. Auf dieser Basis werden zentrale Akteure in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft beraten und Prozesse auf nationaler, EU- und internationaler Ebene unterstützt.

Weitere Informationen finden Sie auf <https://ptxlablausitz.de>

1.1 Hintergrund und Problemstellung

Das Projekt PtX Technologie- und Marktradar Asien stellt auf den Erkenntnisgewinn hinsichtlich der gegenwärtigen Technologie- und Marktentwicklungen im Bereich der PtX-Technologien im asiatischen Raum ab. Hintergrund ist, dass sich in einem System globaler Märkte die Volkswirtschaften im Wettbewerb um Technologieführerschaft sowie Kapazitätsaufbau (zur Herstellung von PtX-Produkten) befinden. China als dominanter Player ist besonders aktiv bei der Forcierung des Markthochlaufs von PtX-Technologien und damit Teil der Analyse.

Die gewonnenen Ergebnisse sollen eine Grundlage einer Einschätzung zum Stand der Technik und des Marktes im Vergleich zu anderen Weltregionen bilden und es dem PtX Lab Lausitz ermöglichen, politische Handlungsempfehlungen primär für europäische Entscheidungstragende zu entwickeln. Zudem sollen die Ergebnisse dem PtX Lab Lausitz einen aktuellen Überblick über die in China ansässigen Hersteller von PtX-Technologien sowie über die Betreiber von PtX-Anlagen geben.

China ist derzeit führend in der Wasserstoffproduktion und verfügt über die größte Produktionskapazität von grünem Wasserstoff und verfolgt langfristig einen intensiven Kapazitätsaufbau von PtX-Technologien.

Eine Recherche zum Stand der Technologien entlang der Technology Readiness Level (TRL) 4 - 9, der Umsetzung sowie Marktentwicklungen von PtX Technologien in China wird

vor allem durch den eingeschränkten Zugang zu fremdsprachiger Fachliteratur und zu markt-relevanten Netzwerken erschwert. Eine Untersuchung aus ausschließlich englischsprachigen oder deutschsprachigen Literaturquellen bietet keinen ausreichend tiefen Einblick in das ak-tuelle Marktgeschehen. Die TRL werden wie folgt definiert:

Tabelle 1: Definitionen der Technology Readiness Level nach EIC Accelerator Förderung

| | TRL | Beschreibung (deutsch) | Beschreibung (englisch) |
|------------------|-----|---|--|
| DEPLOY- MENT | 9 | System funktioniert in operationeller Umgebung | System works in operational environ- ment |
| | 8 | System wurde vervollständigt und qua- lifiziert | System was completed and qualified |
| | 7 | System-Prototyp im realen Einsatz ge- testet | System prototype was tested in real-life use |
| DEVELOP- MENT | 6 | Technologie in relevanter Umgebung getestet | Technology demonstrated in relevant environment |
| | 5 | Technologie in der relevanten Umge- bung validiert | Technology validated in relevant envi- ronment |
| | 4 | Technologie im Labor überprüft | Technology validated in lab |

Vor diesem Hintergrund ist es Ziel des Auftrags, die Recherche aus einer lokalen Perspek-tive durchzuführen, die das tatsächliche Geschehen in China abbildet.

1.2 Ziel des Auftrags

Projektziel ist die Erstellung eines „PtX-Technologie- und Marktradars“ für den asiatischen Raum, konkret für China.

Diese Leistungsbeschreibung beschreibt die zu erbringende Leistungen. Der Auftrag umfasst dabei:

- Analyse des aktuellen Entwicklungsstands der ausgewählten Technologien inklusive der Analyse festgelegter Kriterien im Rahmen einer fremdsprachigen Literaturrecher-che in der Landessprache (TRL 4 – 9, siehe Definition in 1.1),
- Analyse des Stands der Umsetzung von PtX-Projekten (Pilot-, Demonstrations- und industrielle Anlagen) inklusive der Analyse festgelegter Kriterien,
- Analyse der gegenwärtigen Marktsituation (ausschließlich Technologien der TRL 9, siehe Definition in 1.1) und sich abzeichnende Markttrends.

2 Zu erbringende Leistungen

2.1 Arbeitspaket 1: PtX-Technologieradar

Arbeitspaket 1 umfasst eine Recherche sämtlicher öffentlich zugänglichen Medien darunter Herstellerseiten inklusive Produktdatenblätter, wissenschaftliche Publikationen (peer-revie-wed), staatliche Veröffentlichungen, Marktstudien, branchenspezifische Datenbanken und Internetartikel in der Landessprache zum technologischen Stand der aufgelisteten PtX Tech-nologien entlang der TRL 4 - 9. Je Technologie sind mindestens fünf belastbare Quellen her-anzuziehen. Die AG stellt ggf. eine Literatursammlung aus einer bisherigen Recherche zur Verfügung.

Die Definition der Technologien/Systemgrenzen der Analyse wurde durchgeführt und ist daher mit Bereitstellung für den Auftragnehmer (AN) explizit nicht Bestandteil der Auftragsvergabe. Ebenso nicht Teil des zu vergebenden Auftrags ist die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen. Die Grenzen der Betrachtung beinhalten alle Technologien von der Rohstoffbereitstellung bis zur Synthese. Zusätzlich werden Schifffahrtstechnologien einbezogen. Sollten einige der aufgeführten Technologien nur als integrierte Teilprozesse einer übergeordneten Prozesskette aufzufinden sein, werden sie im Kontext der übergeordneten Prozesskette berücksichtigt.

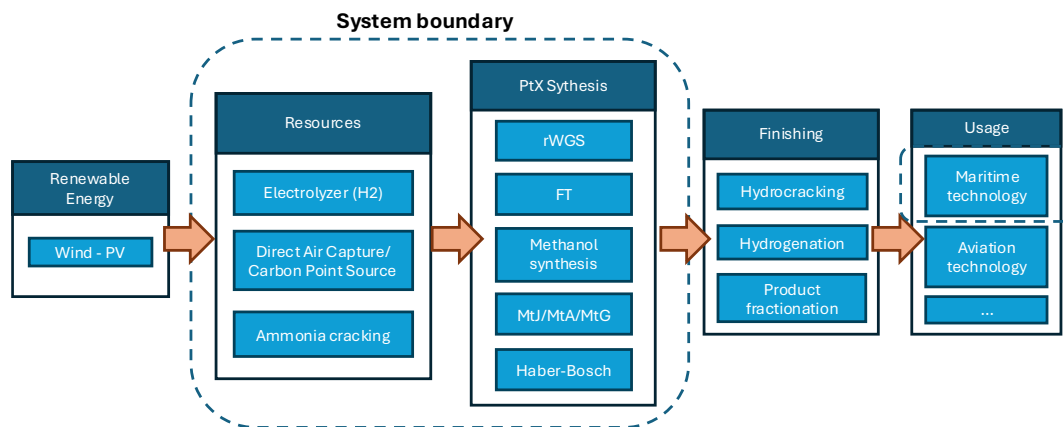


Abbildung 1: Grenzen der Betrachtung

In der Recherche sind die Technologien in dem nachfolgendem Technologiekatalog (siehe Tabelle 2) und den darin aufgelisteten Key Enabling Technologies (1. - 4.) sowie weitere, für die PtX-Produktion als relevant bewertete Technologien (5.) anhand von Kriterien (siehe Annex, Tabelle 4) zu untersuchen. Die Technologien sind nach Priorität geordnet; mit höchster Priorität werden die Key Enabling Technologies bewertet, darunter 1. Elektrolyse Technologien, 2. Synthese Technologien, 3. grüne Ammoniak Technologien und 4. Kohlenstoffabscheidungstechnologien. Diese sind bei der Recherche zu priorisieren. Die Schifffahrtstechnologien sind ebenfalls Teil der Recherche.

Für jede der Technologien aus Tabelle 2 sind mindestens folgende Kriterien darzustellen: mindestens fünf Hersteller der jeweiligen Technologie mit angebotenen Leistungsklassen, Beschreibung der Technologie und Besonderheiten/Vorteilen im Vergleich zum Stand der Technik/ zu Wettbewerbern, Gesamt-CAPEX, fixe OPEX (% pro Jahr der CAPEX), TRL, spezifischer Stromverbrauch und spezifischer Wärmeverbrauch (wo relevant) sowie die weiteren technologiespezifischen Kriterien entsprechend der Tabelle 4 im Annex. Die entsprechenden Kriterien der Key Enabling Technologies sind im Annex von 1 bis 10 aufgelistet. Die der Schifffahrtstechnologien von 11 bis 13. Änderungen der Kriterienliste sind nur im Einvernehmen beider Parteien zulässig.

Tabelle 2: Technologiekatalog

| Technologiebezeichnung | Subkategorie |
|------------------------------------|---|
| 1. Elektrolyse-Technologien | 1.1. Alkalische Elektrolyse (AEL) 1.2. Polymerelektrolyt-Membran (PEM) Elektrolyse 1.3. Festoxid-Elektrolysezelle (Engl: Solid Oxide Electrolysis Cells, SOEC) 1.4. Anionenaustausch-Membran Elektrolyse (Engl. Anion Exchange Membrane, AEM) |

| | |
|---|---|
| 2. Synthese-Technologien | 2.1. Synthesegas Produktion durch Reverse-Wasser-Gas-Shift-Reaktion (rWGS) 2.2. Fischer Tropsch (FT) Synthese 2.2.1. Hochtemperaturreaktor 2.2.2. Niedrigtemperaturreaktor 2.3. Methanol Synthese 2.3.1. Kohlenstoffmonoxid (CO) Methanol Synthese Verfahren 2.3.2. Direkte Kohlendioxid (CO ₂) Methanol Synthese Verfahren 2.4. Methanol-to-Jetfuel (MtJ) Verfahren (gesamte Kette) 2.4.1. Methanol-to-Olefins (MtO) Verfahren |
| 3. Ammoniak-Technologien | 3.1. Haber-Bosch Verfahren (optimiert für variablen Strombezug) 3.2. Ammoniak-Cracker |
| 4. Kohlenstoff-abscheidungs-Technologien | 4.1. Direct Air Capture (DAC) Technologie 4.2. Kohlenstoffabscheidung aus Punktquellen |
| 5. Schiffahrts-Technologien | 5.1. On Board Carbon Capture 5.2. Antriebssysteme und On-Board-Energiesysteme 5.2.1. 2-Stroke internal combustion engine (ICE) 5.2.2. 4-Stroke ICE 5.2.3. Combined Gas and Steam 5.2.4. SOEC 5.2.5. High Temperature-Fuel Cell 5.2.6. PEM-Fuel Cell |

Sollten in der Recherche keine oder nur wenige (weniger als 3 Hersteller) explizite inländische Hersteller je Technologie identifiziert werden, wird dies anhand belastbarer Quellen der Auftraggeberin (AG) in einer Projektsitzung mitgeteilt. Nach Prüfung und Freigabe durch die AG wird die Recherche auf internationale Kooperationen ausgeweitet. Der AN setzt die Recherche anhand des Technologiekatalogs und der Kriterienliste im Annex fort. Sollte die Recherche zu internationalen Projekten ebenfalls keine bis wenige Ergebnisse ergeben, wird dies der AG vom AN unter belastbaren Quellen in einer Projektsitzung mitgeteilt und schriftlich im Zwischenbericht I festgehalten. Setzt China primär auf Importe statt Eigenproduktion, wird dies der AG ebenfalls in einer Projektsitzung berichtet und Zwischenbericht I unter Verweis auf belastbaren Quellen festgehalten. Importe werden dann umfassender im folgenden Arbeitspaket (AP) 3 bearbeitet.

Im ersten Zwischenbericht sind sämtliche Technologien samt den wichtigsten Herstellern zu beschreiben. Dabei ist insbesondere die Relevanz der einzelnen Technologien in China und ihre technologische Reife unter Angabe der jeweiligen Quellen zu erläutern. In dem Zwischenbericht sind auf die inländische Herstellung und internationale Kooperationen/Projekte einzugehen.

Für die nachfolgend aufgeführten Teilleistungen werden Teilabnahmen vereinbart. Mit deren erfolgreicher Abnahme wird jeweils eine Abschlagszahlung auf die Gesamtvergütung gem. Auflistung fällig. Die Abschlagszahlungen erfolgen ohne rechtliche Bindung für die Schlussabrechnung; sämtliche Einwendungen, Minderungsrechte und Aufrechnungen bleiben vorbehalten:

- 1) Tabellarische Auflistung der Funde sämtlicher Technologien mit den jeweils dazugehörigen Kriterien, entsprechend den Definitionen im Annex unter Angabe der Quellen und einer Zusammenfassung der Quelle in Stichpunkten in englischer Sprache
- 2) Zwischenbericht I mit mindestens 10 Seiten in schriftlicher Form und englischer Sprache, in dem die Relevanz aller gelisteten PtX-Technologien sowie ihr Entwicklungsstand, respektive ihrer TRL unter Verweis auf die Quellen erläutert werden.

AP 1 Meilensteine und Outputs

Meilenstein AP 1: Die Literatur in Landessprache wurde bezüglich der relevanten Technologien (TRL 4 - 9) mit ihren Kriterien sowie dem aktuellen Entwicklungsstand der jeweiligen Technologie in China gesichtet und ausgewertet

Output 1.1: Erhebung aller Technologien anhand ihrer Kriterien gesammelt in einer Liste (in Excel)

Output 1.2: Zwischenbericht I in schriftlicher Form und englischer Sprache mit Literaturübersicht und Auswertung der für PtX relevanten Technologien für China (in Word, mindestens 10 Seiten, Tabellen, Bilder und Literaturverzeichnis nicht inklusive)

Output 1.3: Ergebnisvorstellung in Form eines 2-stündigen internen Projekt-Workshops I (online)

2.2 Arbeitspaket 2: PtX Anlagenradar

In diesem AP werden sämtliche bereits umgesetzten, in Bau und in Planung befindlichen PtX-Anlagen (Pilot-, Demonstrations-, oder industrielle Anlagen) lokalisiert und in einer Anlagenliste erfasst. Es sind alle Anlagen inländischer und ausländischer Anlagenbetreiber zu berücksichtigen. Dem AN wird von der AG ggf. eine Anlagenliste mit bereits identifizierten Anlagen zur Verfügung gestellt und sind vom AN mit weiteren Einträgen zu ergänzen. Der AN führt eine Recherche in der Landessprache durch, um die Anlagen zu identifizieren. Alle Quellen sind zu erfassen und ebenfalls anzugeben. Es sind folgende Anlagenarten zu lokalisieren: e-SAF, e-Diesel, e-Methanol, e-Ammoniak und green H₂ Anlagen. Ebenso sind anlagenspezifische Eigenschaften zu erfassen und in der Anlagenliste zu dokumentieren. Folgende Anlagen-Eigenschaften sind zu erheben, die Quellen aller Daten sind anzugeben:

1. Anlagenart (e-SAF, e-Diesel, e-Methanol, e-Ammoniak, green H₂)
2. Anlagenbetreiber mit Angabe inländisch oder ausländisch
3. Standort
4. Herstellungsprozess vom Feed Stock bis zum Endprodukt (in einem Detaillierungsgrad, der Komponenten wie rWGS, FT- Reaktoren, Kompressoren, große Zwischenspeicher, relevante Stoffströme zeigt)
5. Projektstatus A) Front-End-Engineering & Design (FEED) / Projektdefinition, B) Genehmigung & Finanzierung, C) Engineering, Beschaffung & Bau (EPC-Phase), D) Inbetriebnahme & Betrieb)
6. Geplante oder stattgefundene Financial Invest Decision (FID) und Produktionsstart
7. Art und Menge der Haupt- und Koppelprodukte
8. Strombedarf
9. Art der Stromquelle (dedizierte erneuerbare Energie, Netzstrom, EE & Netzstrom, Atomstrom)
10. Stoffliche Bedarfe (H₂-Bedarf, CO₂ Bedarf, N₂ Bedarf, Wasserbedarf)
11. CO₂-Quelle

12. Gesamtwirkungsgrad (Energie der End- und Koppelprodukte / Energie der Ausgangsprodukte)
13. Kohlenstoff-Effizienz (Kohlenstoff in End- und Koppelprodukten / eingebrachter Kohlenstoff)
14. LCOP (Preis/Produkt-Output)

Innerhalb des Zwischenberichts II sind die Rechercheergebnisse schriftlich auf mindestens 5 Seiten zu dokumentieren und zu erläutern. Es ist insbesondere auf die örtliche Konzentration der Anlagen sowie ihre Eigenschaften und Hersteller einzugehen.

Die Anlagenliste ist mit mindestens 10 Einträgen der PtX Anlagen zu befüllen. Sollte die Recherche nur wenige (weniger als 3 Anlagen) oder keine Einträge ergeben, begründet der AN der AG dies unter belastbaren Quellen in einem der 2 wöchentlichen Abstimmungsterminen und hält dies in schriftlicher Form innerhalb des Zwischenberichts II fest.

Für die nachfolgend aufgeführten Teilleistungen werden Teilabnahmen vereinbart. Mit deren erfolgreicher Abnahme wird jeweils eine Abschlagszahlung auf die Gesamtvergütung gem. Auflistung fällig. Die Abschlagszahlungen erfolgen ohne rechtliche Bindung für die Schlussabrechnung; sämtliche Einwendungen, Minderungsrechte und Aufrechnungen bleiben vorbehalten:

- 1) Bereitstellung der vollständig aufbereiteten Liste der für China lokalisierten PtX-Anlagen in einer Exceltabelle und in englischer Sprache
- 2) Bereitstellung des vollständigen Zwischenberichts II zu den Rechercheergebnissen der PtX Anlagen mit mindestens 5 Seiten in englischer Sprache und Ergebnisvorstellung in einem internem Projekt-Workshop

AP 2 Meilensteine und Outputs

Meilenstein AP 2: Alle relevanten Daten sind erhoben, bereinigt, strukturiert zugeordnet und in Dokumenten (Form entsprechend den Inhalten) zusammengeführt.

Output 2.1.: Aufbereitete Anlagenliste mit den entsprechenden Anlageneigenschaften (Anlagenliste in Excel)

Output 2.2: Zwischenbericht II in möglichst umfassender schriftlicher Form und englischer Sprache mit Identifizierung und Auswertung der PtX Anlagen für (in Word, mindestens 5 Seiten, Tabellen, Bilder und Literaturverzeichnis nicht inklusive)

Output 2.3.: Ergebnisvorstellung und Erläuterung der Datensätze in einem 2-stündigen internem Projekt-Workshop II (online)

2.3 Arbeitspaket 3: PtX Marktradar

Auf Grundlage der im Arbeitspaket 1 (Technologieradar) und 2 (Anlagenradar) ermittelten Ergebnisse ist eine Marktanalyse von PtX-Technologien für China vorzunehmen. Zu betrachten sind auf Basis der in Abschnitt 2.1 definierten Technologien lediglich diejenigen Technologien, für die das Erreichen der Marktreife (TRL 9) festgestellt wurde. Das Referenzjahr ist 2025 und sollten für 2025 nicht alle Daten vollständig verfügbar sein, sind die letzten verfügbaren Daten hinzuzuziehen. Die Marktanalyse erfolgt auf Basis anerkannter volkswirtschaftlicher Methoden. Für alle Kennzahlen sind Datenquellen, Berechnungsmethoden und Annahmen transparent darzustellen.

Die definierten Technologien mit TRL 9 sind hinsichtlich ihrer Position in den Wertschöpfungsstufen (Rohstoffgewinnung, Raffination/Verarbeitung, Vorprodukte/Komponenten, Endproduktfertigung, Distribution, Nutzung, Recycling/End-of-Life) zu analysieren. Dies soll Rückschlüsse darüber ermöglichen, welche Wertschöpfungsstufen besonders am chinesischen PtX-Markt bedient werden. Für die identifizierten Technologien mit TRL 9 ist die Marktstruktur (Status Quo) entlang der jeweiligen Wertschöpfungsstufen zu untersuchen. Zu identifizieren sind die Anzahl und Größe der am Markt präsenten Unternehmen. Es ist der Marktanteil (in Prozent, %), den die Unternehmen in den einzelnen Technologien haben sowie die Marktkonzentration (Herfindahl-Hirschmann-Index, HHI) aufzuzeigen und zu visualisieren.

Des Weiteren sind die inländische Nachfrage nach den Technologien, die Höhe der Kapazitäten und Überkapazitäten, der Anteil am Weltmarkt sowie mögliche Lagerbestände zu erfassen.

Es ist der Grad des Wettbewerbs (Aufzeigen möglicher Oligopole und Monopole) sowie die Fähigkeit der Unternehmen der Preisbildungsbeeinflussung zu bestimmen. In diesem Zusammenhang ist das Preisniveau (in der Landeswährung und in EUR) sowie die Preisvolatilität (Referenzjahr sowie 5 Jahre vor dem Referenzjahr zurückliegend) der Technologien zu bestimmen. Zudem ist zu erfassen, wie hoch der Unterschied zwischen den Preisen der in Asien produzierten Technologien, die im Inland angeboten werden gegenüber denen, die in Asien produziert und in der EU angeboten werden sind (nominal, Referenzjahr).

Zudem ist eine quantitative Analyse von Export- und Importdaten (einschließlich wichtigster Ziel- bzw. Bezugsländer einschließlich Stückzahlen sowie Exportvolumina in der Landeswährung und in EUR) für das Referenzjahr sowie 5 Jahre vor dem Referenzjahr zurückliegend durchzuführen.

Zu bestimmen sind die Höhe der Investitionen (Flows and Stocks) in die Technologien innerhalb Chinas sowie die ausländischen Direktinvestitionen (aus der EU und global, jeweils in der Landeswährung und in EUR, jeweils nach Technologie und nach Wertschöpfungsstufe).

Für die nachfolgend aufgeführten Teilleistungen werden Teilabnahmen vereinbart. Mit deren erfolgreicher Abnahme wird jeweils eine Abschlagszahlung auf die Gesamtvergütung gem. Auflistung fällig. Die Abschlagszahlungen erfolgen ohne rechtliche Bindung für die Schlussabrechnung; sämtliche Einwendungen, Minderungsrechte und Aufrechnungen bleiben vorbehalten:

- 1) Bereitstellung der Liste der marktreifen Technologien mit TRL 9 inklusive der Einordnung in die Wertschöpfungskette und Abstimmungsgespräch über die Technologieauswahl
- 2) Bereitstellung des Zwischenberichts III mit der vollständigen Marktanalyse und der Interpretation der Daten sowie die Ergebnisvorstellung in einem internen Projekt-Workshop

AP 3 Meilensteine und Outputs

Meilenstein AP 3, 3.1: Die Technologieauswahl (TRL 9) und Einordnung in die Wertschöpfungsstufen ist erfolgt und wurde mit dem PtX Lab Lausitz gespiegelt.

Output 3.1.1: Liste der Technologien mit TRL 9 und Wertschöpfungsstufen (Format: Excel-Tabelle)

Output 3.1.2: Gespräch (online) über Technologieauswahl

Meilenstein AP 3, 3.2: Eine Analyse und Interpretation der Daten (Marktanalyse) wurde durchgeführt und dem PtX Lab Lausitz vorgestellt.

Output 3.2.1: Marktanalyse als Zwischenbericht in schriftlicher Form und englischer Sprache mit min. 15 Seiten (Word-Datei) mit Text und ggf. Abbildungen

Output 3.2.2: Vorstellung und Erläuterung der Analyse und Interpretation der Ergebnisse in einem 2-stündigen internem Projekt-Workshop III (online)

2.4 Arbeitspaket 4: Abschluss

Nach Abschluss der AP 1-3 (PtX Technologieradar, PtX Anlagenradar, PtX Marktradar) sind alle Ergebnisse vorhanden und mit der AG diskutiert worden. Der AN übergibt der AG die bereinigten und zusammengeführten Ergebnisse in Form eines Abschlussberichts und stellen diese im Rahmen eines internen Projekt-Workshops vor.

Der Abschlussbericht ist der Endbericht für die Studie. Der Bericht ist in elektronischer Form und in druckbaren Layouts vorzulegen mit allen Tabellen und Abbildungen, klar und vollständig beschriftet in Englisch. Sie sind außerdem als PDF und als Word Datei der AG durch den AN in elektronischer Form zur Verfügung zu stellen. Alle Grafiken, Diagramme, Tabellen und sonstigen Elemente der Berichte, die nicht Fließtext sind, werden als separate Dateien inkl. der Originaldaten mit Beschriftung in elektronischer Form vom AN der AG zur Verfügung zu stellen.

Der Abschlussbericht in englischer Sprache ist mindestens 2 Wochen vor dem internen Abschlussworkshop vom AN vorzulegen. Mindestens 1 Woche vor dem Termin des internen Abschlussworkshops muss der Abschlussbericht in seiner letztgültigen und von der AG abgenommenen Fassung im druckbaren Layout vorliegen.

Abschlussworkshop

Organisation: Nach Vorliegen der Berichte (siehe oben) wird von dem AN ein 4-stündiger Abschlussworkshop online via Videokonferenz zur Präsentation der Ergebnisse durchgeführt. Die Einzelheiten werden mit der AG abgestimmt. Der AN koordiniert und organisiert gemeinsam mit der AG alle notwendigen Maßnahmen für den Abschlussworkshop. Dazu gehört eine Abstimmung mit der AG zum Datum, Ort, den Teilnehmenden, zur Agenda und weiteren Details bezüglich des Ablaufs.

Der Workshop wird vom AN nachbereitet und ein Protokoll der AG spätestens 2 Wochen nach dem Workshop vorgelegt.

Für die nachfolgend aufgeführten Teilleistungen werden Teilabnahmen vereinbart. Mit deren erfolgreicher Abnahme wird jeweils eine Abschlagszahlung auf die Gesamtvergütung gem. Auflistung fällig. Die Abschlagszahlungen erfolgen ohne rechtliche Bindung für die Schlussabrechnung; sämtliche Einwendungen, Minderungsrechte und Aufrechnungen bleiben vorbehalten:

- 1) Finalisierung und Übergabe der Abschlussberichte an die AG
- 2) Durchführung von Abstimmungsgesprächen zum Abschluss und abschließender 4-stündiger interner Projekt-Workshop mit Ergebnisvorstellung durch den AN und Übergabe der Protokolle

Die **Schlusszahlung in Höhe von 10 % der vertraglich vereinbarten Gesamtvergütung** wird nach vollständiger Leistungserbringung und erfolgreicher Gesamtabnahme fällig. Dies

beinhaltet die vollständige und erfolgreiche Abnahme sämtlicher Teilleistungen und der Abnahme des Abschlussberichts sowie das Erfolgen des Abschlussworkshops.

Die Schlusszahlung erfolgt auf Grundlage der abschließenden Prüfung und unter Berücksichtigung etwaiger Einwendungen, Minderungen und Aufrechnungen.

AP 4 Meilensteine und Outputs

Meilenstein AP 4: Abschluss des Projekts mit Abschlussbericht

Output 4.1.: Abschlussbericht (schriftlich, in englischer Sprache, Umfang: etwa 30 bis 50 Seiten)

Output 4.2: Abschluss Abstimmungstermin und abschließender interner Projekt-Workshop IV mit der AG und dem AN und Ergebnispräsentation (hybrid, 4h)

2.5 Koordination, Workshops, Bericht

Die Leistungen sind in englischer Sprache zu erbringen.

Für alle Arbeitspakete (AP) sind von dem Auftragnehmer (AN) zwingend sämtliche erhobenen Daten aus eigener Recherche oder aus belastbaren öffentlich verfügbaren Quellen in strukturierter Form (Excel/CSV) einschließlich Quellenangaben und Methodik Information auszuwerten und der Auftraggeberin (AG, hier PtX Lab Lausitz als Teil der Zukunft – Umwelt Gesellschaft gGmbH) in elektronischer Form zur Verfügung zu stellen. Zusätzlich sind schriftliche Erläuterungen und sofern erforderlich, ergänzende mündliche Erläuterungen in dafür vorgesehenen Abstimmungsterminen der AG zur Verfügung zu stellen.

Die AG benennt eine Hauptansprechperson des PtX Lab Lausitz für den Auftragnehmer (AN), es werden mehrere Mitarbeiter*innen an Gesprächen und Feedbackrunden beteiligt sein. Seitens des AN ist die Projektleitung Ansprechpartner*in für das Lab und steht im regelmäßigen Austausch alle 2 Wochen zu Dienstzeiten mit der Hauptansprechperson des Labs zur Verfügung. Die Betreuung der AG hat durch die Projektleitung zu erfolgen. Zu Beginn wird neben der Projektleitung auch eine stellvertretende Person bestimmt, die im Falle von Krankheit, Urlaub oder anderen Gründen die Ansprechpartnerin der AN ist.

Alle Projektsitzungen werden in Absprache mit der AG final terminiert und vom AN organisiert. Zu allen genannten Projektsitzungen (wie Jours Fixes, interne Projekt-Workshops) ist der AG eine Woche vor dem Termin eine Agenda in elektronischer Form zu übermitteln. Der AN moderiert die Sitzungen und dokumentiert die Ergebnisse in Form eines Protokolls, das der AG innerhalb von 3 Werktagen nach dem Termin vorzulegen ist.

Zu Leistungsbeginn findet ein virtuelles Kickoff-Meeting statt, voraussichtlich in der ersten Woche nach Zuschlagserteilung. Von Seiten des AN nehmen neben der Projektleitung alle Teammitglieder des Projektes teil. Es sind der organisatorische Rahmen und die weiteren Schritte in der Zusammenarbeit festzulegen.

Der AN verpflichtet sich, ein regelmäßiges Update (Jour Fixe, JF) alle zwei Wochen zu geben. Der Jour Fixe erfolgt vorzugsweise mündlich (Videokonferenz), in begründeten Ausnahmen auch schriftlich. Unterlagen dazu sind als Entwurf mindestens 3 Werktage vor dem Jour Fix (JF) dem AG vorzulegen.

Nach jedem abgeschlossenen Arbeitspaket (AP 1-3) findet ein interner Projekt-Workshop via Videokonferenz (wenn möglich in Präsenz) statt. An den internen Projekt-Workshops nehmen sowohl die AG als auch die Teammitglieder des AN nach Absprache mit der AG teil. Diese internen Workshops sind von dem AN zu organisieren. Jeder interne Projekt-Workshop am Ende der Arbeitspakete 1-3 wird vom AN mit einem Zwischenbericht zu dem jeweiligen AP vorbereitet und nachbereitet. Die Ergebnisse aus den Zwischenberichten und internen Projekt-Workshops fließen in eine überarbeitete Version des Zwischenberichts. Diese Ergebnisse sind im AP 4 als Abschlussbericht im Rahmen eines abschließenden internen Projekt-Workshops zu präsentieren.

Die Inputs zu den internen Projekt-Workshops in Form von Dokumenten, Abbildungen etc. sind wie bei Besprechungen der AG eine Woche vor dem Termin in elektronischer Form zu übermitteln. Die internen Projekt-Workshops sind vom AN zu protokollieren. Innerhalb von drei Werktagen nach dem Termin ist das Protokoll der AG vorzulegen.

Der AN ist verpflichtet, Berichte oder Ergebnisse inhaltsgerecht aufzubereiten und der AG zur Verfügung zu stellen. PDF-Dateien sind gemäß des Behindertengleichstellungsgesetzes (BGG) bzw. BITV 2.0 bereitzustellen. Diese werden dabei im Auftrag der AG vor Abnahme durch Dritte geprüft. Etwaige notwendige Verbesserungen sind vom AN (max. 5 Rückläufe) zu leisten.

Im Regelfall finden alle Abstimmungstermine Online via Videokonferenz statt.

Grundsätzlich sollten Termine im Rahmen der Interviews über Videokonferenzen durchgeführt werden. Im Falle des Entstehens von Reisen ist zu beachten, dass verkehrsbedingte CO₂-Emissionen durch vorgenommene Reisen im Rahmen dieses Vertrags zu reduzieren bzw. zu vermeiden sind. Flugreisen sind nur zulässig, wenn eine Anreise per Bahn mehr als 8 Stunden beträgt und durch die AG freigegeben wird. Reisen mit dem Zug ist der Vorrang zu gewähren. Bei nicht zu vermeidenden Flugreisen ist der CO₂-Ausgleich zu zahlen, soweit dies möglich ist.

Der Leistungsumfang der Projektkoordination ist in die Arbeitspakete mit einzukalkulieren.

Kosten für Datenquellen und Lizenzen:

Der AN trägt sämtliche zur Leistungserbringung erforderlichen Kosten, insbesondere für Literaturrecherchen, Datenbankzugänge und sonstige Informationsquellen. Dies umfasst auch den Zugang zu Fachliteratur sowie zu landesspezifischen Informationsquellen in China. Der AN hat bei der Auswahl von Datenquellen den Grundsatz der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit zu beachten.

3 Zeitplanung

Der Leistungserbringungszeitraum beginnt mit Zuschlagserteilung, voraussichtlich ab dem 01.06.2026.

Der 2-stündige Kick-off Termin erfolgt innerhalb der ersten Wochennach Zuschlag. An dem Kick-off Termin nimmt die Projektleitung und alle Teammitglieder des Projektes des AN und der AG teil.

Tabelle 3: vorgesehene Termine und Abläufe

| |
|--|
| Projektmonat 1 (nach 4 Wochen) |
| Thema: PtX Technologieradar (AP1) <ul style="list-style-type: none"> - Kickoff-Meeting - Alle 2 Wochen Statusmeeting - Interner Projekt-Workshop und Ergebnisvorstellung - Technologieliste in Excel - Zwischenbericht(e) |
| Projektmonat 2 (nach 8 Wochen) |
| Thema: PtX Anlagenradar (AP2) <ul style="list-style-type: none"> - Alle 2 Wochen Statusmeeting - Interner Projekt-Workshop und Ergebnisvorstellung - Anlagenliste in Excel - Zwischenbericht(e) |
| Projektmonat 3 (nach 12 Wochen) |
| Thema: PtX Marktradar (AP3) <ul style="list-style-type: none"> - Alle 2 Wochen Statusmeeting - Interner Projekt-Workshop und Ergebnisvorstellung - Zwischenbericht(e) |
| Projektmonat 4 (nach 18 Wochen) |
| Thema: Abschluss (AP4) <ul style="list-style-type: none"> - Alle 2 Wochen Statusmeeting - Interner Projekt-Workshop und Ergebnisvorstellung - Abschlussbericht |

4 Mit dem Angebot einzureichende Unterlagen

Die Bewertung des Angebotes erfolgt auf Grundlage des Dokumentes Bewertungsmatrix.

Zur Darstellung der Kalkulation ist das Dokument Leistungsverzeichnis Los 1 China vollständig auszufüllen. Ggf. gewünschte Anmerkungen sind als Anlagen einzureichen. Unklarheiten in den Vergabeunterlagen und kalkulationsrelevante Fragen können im Rahmen der Bieterfragefrist gestellt werden.

Hinweis: die Dateinamen dürfen nicht mehr als 15 Zeichen umfassen.

Um neben dem Preis auch die Qualität des Angebots bewerten zu können, sind folgende weitere Erklärungen und Unterlagen einzureichen:

4.1 Inhalt, Methodik und organisatorische Umsetzung

Das technische Angebot soll detailliert darlegen, wie die fachliche Leistungserbringung und formale Qualitätssicherung vorzulegender Arbeitsergebnisse im Zuschlagsfall ausgeführt werden.

Erwartet wird eine Darstellung des Verständnisses der Aufgabe mit Blick auf die Umsetzung der Arbeitspakete als Ganzes sowie eine Erläuterung der geplanten methodischen Vorgehensweise zur Durchführung in den Arbeitspaketen. Dabei soll aufgezeigt werden, welches Personal für die Ausführung seines Auftrags verbindlich vorgesehen wird (sog. Projektteam) und welche Rolle im Team (Projektleitung/ Stellvertretende Projektleitung/ sonstiges Teammitglied) übernommen wird. Es soll auch ausgeführt werden, wie bei personellem Ausfall (z.B. aufgrund von Krankheit oder ähnlichen Situation) die Einhaltung des Zeitplans sichergestellt wird.

Der Umfang des technischen Angebots soll 12 Seiten (ohne Anhänge) nicht überschreiten (durchschnittliche Zeichenzahl pro Seite inkl. Leerzeichen: max. 2.250 Zeichen). Die einzureichenden Dokumente beinhalten die Darstellung des Verständnisses der Aufgabe, einen Arbeitsplan, einen Personaleinsatzplan sowie Kurzprofile. Arbeits- und Personaleinsatzplan sowie Kurzprofile (Auszüge aus CV/Lebenslauf) gelten als Anhänge und sind nicht als Teil der 12 Seiten zu zählen.

Bei längeren Angeboten werden die zusätzlichen Seiten bei der Bewertung nicht berücksichtigt.

Erwartet wird ein hinreichend detaillierter Arbeits- und Personaleinsatzplan, wie die vollständige termingerechte Bearbeitung des gesamten Aufgabenumfangs bei gleichbleibend hoher wissenschaftlicher Qualität sichergestellt wird. Es ist für das Projektteam darzustellen, wer wann welche Aufgaben übernimmt. Dabei sind die bereits benannten Termine einzupflegen und auch plausible Vertretungsregelungen zu berücksichtigen, der Umfang sollte 2 Din A4 Seiten nicht überschreiten.

4.2 Personal

Die Erfahrung des eingesetzten Personals hat bei diesem Auftragsgegenstand einen erheblichen Einfluss auf das Niveau der Auftragsausführung und wird daher auf Zuschlagsebene gewertet.

Beachten Sie hier die Mindestanforderungen zum Personal im Dokument Fragebogen zur Eignungsprüfung in der Angebotsphase.

Der Bieter stellt die im Folgenden geforderten Erfahrungen des mit der Ausführung des Auftrags betrauten Personals dar und weist in Form von Kurzprofilen nach, dass die Personen, welche die Leistungen erbringen werden, bereits in der Vergangenheit vergleichbare Leistungen erbracht haben.

Anforderungen an das Kurzprofil als Nachweis der Erfahrung:

Zu jedem vorgesehenen fachlichen Teammitglied (inkl. Projektleiter) soll ein Kurzprofil in übersichtlicher, gerne tabellarischer Form, eingereicht werden, aus dem sich eindeutig ergibt, in welchen der geforderten Themen bereits Erfahrungen (Erfahrung in Jahren) bestehen (der Umfang sollte 2 DIN A4 Seiten pro Teammitglied nicht überschreiten).

Bei der Bewertung des Personals werden folgende Kriterien berücksichtigt:

4.2.1 Projektleitungserfahrung im Bereich Power-to-X (PtX), e-Fuels, Wasserstoff Technologien

Positiv bewertet wird langjährige fachliche Erfahrung sowie Projektleitungserfahrung im Bereich Power-to-X und/oder synthetische Kraftstoffe und Wasserstoff Technologien. Gewertet werden die Erfahrungen nach Jahren des Teams (aller Mitglieder des Teams). Der Nachweis soll im Kurzprofil erfolgen.

4.2.2 Fachliche Erfahrung eines der Teammitglieder in Technologiebewertung anhand von technologischen und ökonomischen Kriterien

Erwartet wird langjährige fachliche Erfahrung bezüglich der Bewertung von Technologien anhand von technologischen und ökonomischen Kriterien zur Unterstützung der Energiewende, zur Transformation von fossilen Rohstoffen zu nachwachsenden Rohstoffen und/oder zur Transformation von « Hard-to-Abate »-Sektoren. Der Nachweis soll in einer Referenzliste erfolgen.

4.2.3 Fachliche Erfahrung eines der Teammitglieder im Bereich Marktanalysen in China

Erwartet wird langjährige fachliche Erfahrung in der Marktanalyse in China für einschließlich der Datenerhebung und -aufbereitung von Marktdaten auf Basis anerkannter volkswirtschaftlicher Methoden. Der Nachweis soll in einer Referenzliste erfolgen. Gewertet wird die Anzahl der Publikationen.

4.2.4 Fachliche Erfahrung eines der Teammitglieder in mindestens 3 der relevanten PtX-Technologien

Positiv bewertet wird langjährige fachliche Erfahrung in mindestens 3 der Key enabling technologies für PtX darunter Elektrolyseure, Fischer Tropsch Verfahren, Methanolsynthese, rWGS, MtJ/MtA/MtG Verfahren, Ammoniak Technologien, oder Kohlenstoffabscheidungstechnologien. Gewertet werden die Erfahrungen nach Jahren des Teams (aller Mitglieder des Teams). Der Nachweis soll im Kurzprofil erfolgen.

5 Annex

Tabelle 4: Kriterienliste der PtX Technologien

| Technologie | Kriterien |
|-------------------------|--|
| 1. Elektrolyseur | <ul style="list-style-type: none"> Hersteller angebotene Stack-Leistungsklassen (MW) <p>Für die höchste angebotene Stack-Leistungsklasse pro Hersteller</p> <ul style="list-style-type: none"> Beschreibung der Technologie und der Besonderheiten/Vorteile im Vergleich zum Stand der Technik/ Wettbewerber Gesamt-CAPEX (€/kW installierter Leistung, inkl. Peripherie wie Rohre, Pumpen, Kompressoren, etc.) Fixe OPEX (% pro Jahr der CAPEX) TRL spezifischer Stromverbrauch (in kWh_{el}/kg_{H2}) Nur bei SOEC: spezifischer Wärmeverbrauch (in kWh_{th}/kg_{H2}) Lebensdauer (in h) |

| | |
|--|--|
| 2. Fischer-Tropsch-Reaktor | <ul style="list-style-type: none"> • Hersteller • angebotene Anlagengrößen (Kapazität in t_{Syncrude}/a) <p>Für die höchste angebotene Anlagengröße pro Hersteller</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Technologie (Anlagen- und Reaktorkonzept, Katalysator, Temperaturbereich, Druckbereich) und der Besonderheiten/Vorteile im Vergleich zum Stand der Technik / Wettbewerber • Gesamt CAPEX ($\text{€}/t_{\text{Syncrude}}/a$) • Fixe OPEX (% pro Jahr der CAPEX) • TRL • Syngas-Durchsatz (z.B. t/d) • Syncrude-Produktionsrate (z.B. t/d) <ul style="list-style-type: none"> ○ davon C1-C4 (gasförmig) ○ davon C5-C18 (flüssig) ○ davon C18+ (fest) ○ <i>optional: Produktverteilung</i> • Stromverbrauch ($\text{MWh}_{\text{el}}/t_{\text{Syncrude}}$) |
| 3. Methanolsynthese (Direktsynthese aus H_2 und CO_2) | <ul style="list-style-type: none"> • Hersteller • angebotene Anlagengrößen (Kapazität in t_{Methanol}/a) <p>Für die höchste angebotene Anlagengröße pro Hersteller</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Technologie (Anlagen- und Reaktorkonzept, Katalysator, Temperaturbereich, Druckbereich) und der Besonderheiten/Vorteile im Vergleich zum Stand der Technik / Wettbewerber • Gesamt CAPEX ($\text{€}/t_{\text{Methanol}}/a$) • Fixe OPEX (% pro Jahr der CAPEX) • TRL • (Spezifischer) Stromverbrauch • Kohlenstoffeffizienz bei einmaligen Reaktordurchlauf ($C_{\text{Methanol}}/C_{\text{Input}}$) • Wasserstoffeffizienz bei einmaligen Reaktordurchlauf ($\text{H}_2 \text{ Methanol} / \text{H}_2 \text{ Input}$) |
| 4. rWGS | <ul style="list-style-type: none"> • Hersteller • angebotene Anlagengröße, (Kapazität in t_{Syngas}/a) <p>Für höchste angebotene Anlagengröße pro Hersteller:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Technologie (Katalysator, Temperaturbereich, Druckbereich) und der Besonderheiten/Vorteile im Vergleich zum Stand der Technik / Wettbewerber • Gesamt CAPEX ($\text{€}/t_{\text{Syngas}}/a$) • Fixe OPEX (% pro Jahr der CAPEX) • TRL • Kohlenstoffeffizienz bei einmaligem Reaktordurchlauf ($\text{CO}_{\text{Syngas}}/\text{CO}_2 \text{ Input}$) • CO-Selektivität (CO Reinheit des Syngas in %) • (Spezifischer) Energieverbrauch ($\text{MWh}_{\text{el}}/t_{\text{Syngas}}$ und $\text{MWh}_{\text{th}}/t_{\text{Syngas}}$) |

| | |
|---------------------------------------|---|
| 5. Methanol-to-Olefins Reaktor | <ul style="list-style-type: none"> • Hersteller • angebotene Anlagengröße (Kapazität t_{Olefins}/a) <p>Für höchste angebotene Anlagengröße pro Hersteller:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Technologie (Katalysator, Temperaturbereich, Druckbereich) und der Besonderheiten/Vorteile im Vergleich zum Stand der Technik / Wettbewerber • Gesamt CAPEX ($\text{€}/t_{\text{Olefins}}/a$) • Fixe OPEX (% pro Jahr der CAPEX) • TRL • Olefinsproduktionsrate (t/Zeit) • Kohlenstoffeffizienz bei einmaligem Reaktordurchlauf ($C_{\text{Olefins}}/C_{\text{Methanol}}$) • Wasserstoffeffizienz bei einmaligem Reaktordurchlauf ($H_{2\text{Olefins}}/H_{2\text{Methanol}}$) |
| 6. Olefins to Jet-fuel | <ul style="list-style-type: none"> • Hersteller • angebotene Anlagengröße (Kapazität t_{Jetfuel}/a) <p>Für höchste angebotene Anlagengröße pro Hersteller:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Technologie (Katalysator, Temperaturbereich, Druckbereich) und der Besonderheiten/Vorteile im Vergleich zum Stand der Technik / Wettbewerber • Gesamt CAPEX ($\text{€}/t_{\text{Jetfuel}}/a$) • Fixe OPEX (% pro Jahr der CAPEX) • TRL • Kohlenstoffeffizienz bei einmaligem Reaktordurchlauf ($C_{\text{Jetfuel}}/C_{\text{Olefins}}$) • Wasserstoffeffizienz bei einmaligem Reaktordurchlauf ($H_{2\text{Jetfuel}}/H_{2\text{Olefins}}$) • (Spezifischer) Stromverbrauch ($MWh_{\text{el}}/t_{\text{Jetfuel}}$) |
| 7. Haber-Bosch Reaktor | <ul style="list-style-type: none"> • Hersteller • angebotene Anlagengröße in Ammoniak-Output pro Jahr (t_{NH_3}/a) <p>Für höchste angebotene Anlagengröße pro Hersteller:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Technologie (Katalysator, Temperaturbereich, Druckbereich) und der Besonderheiten/Vorteile im Vergleich zum Stand der Technik / Wettbewerber • Gesamt CAPEX ohne Elektrolyse ($\text{€}/t_{\text{NH}_3}/a$) • Fixe OPEX ohne Elektrolyse (% pro Jahr der CAPEX) • TRL • Ammoniakausbeute (% für Umlaufverhältnis H_2/N_2) • Wirkungsgrad Ammoniaksynthese (% für Umlaufverhältnis H_2/N_2) • Abwärmepotenzial (kWh/t) |

| | |
|--|--|
| 8. Ammoniak Cracker | <ul style="list-style-type: none"> • Hersteller • angebotene Anlagengröße in Ammoniak-Output (t_{Ammoniak}/a) <p>Für höchste angebotene Anlagengröße pro Hersteller:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Technologie und der Besonderheiten/Vorteile im Vergleich zum Stand der Technik / Wettbewerber • Gesamt CAPEX ($\text{€}/t_{\text{Ammoniak}}/a$) • Fixe OPEX (% pro Jahr der CAPEX) • TRL • (Spezifischer) Energieverbrauch ($\text{J}/t \text{ NH}_3$) • Ausbeute ($\text{H}_2_{\text{Output}}/\text{NH}_3_{\text{Input}}$) • Teillastfähigkeit (% der Nennleistung) |
| 9. Direct Air Capture | <ul style="list-style-type: none"> • Hersteller • angebotene Anlagengröße in t_{CO_2}/a <p>Für höchste angebotene Anlagengröße pro Hersteller:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Technologie und der Besonderheiten/Vorteile im Vergleich zum Stand der Technik / Wettbewerber • Gesamt CAPEX ($\text{€}/t_{\text{CO}_2}/a$) • Fixe OPEX (% pro Jahr der CAPEX) • TRL • CO₂-Reinheit (%) • Arbeitsbelastung ($\text{mmol}_{\text{CO}_2}/q_{\text{Sorbens}}$) • (Spezifischer) Energieverbrauch ($\text{MWh}_{\text{el}}/t_{\text{CO}_2}/a$ und $\text{MWh}_{\text{th}}/t_{\text{CO}_2}/a$) |
| 10. Kohlenstoffabscheidung aus Punktquellen | <ul style="list-style-type: none"> • Hersteller • angebotene Anlagengröße in t_{CO_2}/a <p>Für höchste angebotene Anlagengröße pro Hersteller:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Technologie und der Besonderheiten/Vorteile im Vergleich zum Stand der Technik / Wettbewerber • Gesamt CAPEX ($\text{€}/t_{\text{CO}_2}/a$) • Fixe OPEX (% pro Jahr der CAPEX) • TRL • Abscheiderate (%) • CO₂-Reinheit (%) • (Spezifischer) Energieverbrauch ($\text{MWh}_{\text{el}}/t_{\text{CO}_2}/a$ und $\text{MWh}_{\text{th}}/t_{\text{CO}_2}/a$) |
| 11. Schifffahrtstechnologien: On Board Carbon Capture | <ul style="list-style-type: none"> • Hersteller • angebotene Anlagegrößen in t_{CO_2}/h <p>Für höchste angebotene Anlagengröße pro Hersteller:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Technologie und der Besonderheiten/Vorteile im Vergleich zum Stand der Technik / Wettbewerber |

| | |
|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Gesamt CAPEX (€/t_{CO2}/a) • Fixe OPEX (% pro Jahr der CAPEX) • TRL • (Spezifischer) Energieverbrauch (MWh_{el}/t_{CO2}/a und MWh_{th}/t_{CO2}/a) • Abscheiderate (%) • CO2-Reinheit (%) |
| 12. Schifffahrts-technologien: Antriebsysteme | <ul style="list-style-type: none"> • Hersteller • angebotene Leistungsklassen je Motorentyp (MW) • Bei Motoren: Unterteilung nach Langsam-, Mittelschnell-, oder Schnellläufern <p>Für die jeweils größte Ausführung eines Motorentyps je Leistungsklasse oder Brennstoffzellensystems / größtes Brennstoffzellen-Einzelmodul:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Technologie und der Besonderheiten/Vorteile im Vergleich zum Stand der Technik / Wettbewerber, unter anderem Mono- oder Dual-Fuel-Fähigkeiten • Gesamt CAPEX (€/MW) • Fixe OPEX (% pro Jahr der CAPEX) • TRL • Spezifischer Kraftstoffverbrauch (g/kWh) über alle Lastbereiche mit definierten Kraftstoffeigenschaften (MJ/kg oder kJ/kg). Für Brennstoffzellensysteme ist das Gesamtsystem bis zur Einspeisung in das Bordnetz zu berücksichtigen. Bei Motoren die Leistungsabgabe am Motorflansch • Für Antriebssysteme mit Ammoniak: Ammoniak- bzw. Lachgasschlupf über den Lastbereich (min. 25%-100%) in g Schlupf/kg Kraftstoff • Für Brennstoffzellensysteme: Degradationsrate der Brennstoffzellenstacks bezogen auf MWh und Wirkungsgradverlust bezogen auf die Degradationsrate |
| 13. Schifffahrts-technologien: On-Board-Energiesysteme, Energiespeichersysteme, Kraftstoffversorgungssysteme für Ammoniak, Wasserstoff, Methanol und LNG | <ul style="list-style-type: none"> • Hersteller • Gesamt CAPEX (€/MW hinter geschalteter Energiewandler) • Fixe OPEX (% pro Jahr der CAPEX) • TRL • Beschreibung der Technologie und der Besonderheiten/Vorteile im Vergleich zum Stand der Technik / Wettbewerber • Spezifischer Energiebedarf (kWh_{el}/kg_{Kraftstoff} und kWh_{th}/kg_{Kraftstoff}) |