



Kantonsratsbeschluss

betreffend Beitrag des Kantons Zug zur Unterstützung des Innovationsprojekts «Zuger Initiative zur Dekarbonisierung der Industrie»

Bericht und Antrag des Regierungsrats
vom 3. Mai 2022

Sehr geehrte Frau Präsidentin
Sehr geehrte Damen und Herren

Wir unterbreiten Ihnen eine Vorlage zum Kantonsratsbeschluss betreffend Beitrag des Kantons Zug zur Unterstützung des Innovationsprojekts «Zuger Initiative zur Dekarbonisierung der Industrie» und erstatten Ihnen dazu nachstehenden Bericht, den wir wie folgt gliedern:

1. In Kürze	2
2. Ausgangslage	2
3. Projektziel: Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Wasserstofftechnologien	4
3.1. Eigenschaften der Methan-Pyrolyse und der Wasser-Elektrolyse	4
3.2. Innovation der pyrolytischen Wasserstofferzeugung	5
3.3. CO ₂ -Reduktion	6
3.4. Elektrolytische Wasserstofferzeugung	7
4. Projektphasen	8
5. Projektpartner und Trägerschaft	8
5.1. Projektpartner	8
5.2. Trägerschaft	9
6. Motivation und Nutzen für den Kanton Zug	10
6.1. Kantonale Energie- und Klimapolitik	10
6.2. Kantonale Wirtschafts- und Standortpolitik	10
6.3. Stärkung des Innovationsstandorts Zug	11
7. Allgemeinverbindlicher Kantonsratsbeschluss	12
8. Finanzielles	12
8.1. Finanzielle Auswirkungen auf den Kanton	12
8.2. Finanzielle Auswirkungen auf die Gemeinden	14
8.3. Anpassungen von Leistungsaufträgen	14
9. Zeitplan	14
10. Antrag	15

1. In Kürze

Der Regierungsrat ergänzt das Programm Zug⁺ um ein Projekt und beantragt dem Kantonsrat in diesem Rahmen die Beteiligung an der «Zuger Initiative zur Dekarbonisierung der Industrie» der Empa und des Tech Clusters Zug in der Höhe von gesamthaft 1,72 Millionen Franken.

Mit diesem Projekt werden zwei sich ergänzende Ansätze zur Wasserstoffherzeugung für den Einsatz in der Industrie und im Bereich Mobilität realisiert. Einerseits wird eine neuartige Technologie (Pyrolyse) zur Wasserstoffherzeugung aus Methan unter gleichzeitiger Bindung des Kohlenstoffs in Form eines Pulvers auf dem Innovationsareal des Tech Clusters Zug entwickelt und getestet (angewandte Forschung). Während der lagerfähige Wasserstoff auch in Zeiten der Energieknappheit im Winter eingesetzt werden kann, werden die Einsatzmöglichkeiten des Kohlenstoffs im Bereich der Baumaterialien und der Landwirtschaft erforscht. Andererseits wird die dezentrale elektrolytische Wasserstoffherzeugung in ein gekoppeltes Quartierenergieversorgungssystem für den Betrieb von industriellen Fahrzeugen eingebettet, wodurch der Strassentransport von Wasserstoff vermieden werden kann.

2. Ausgangslage

Die Schweiz will bis 2050 die CO₂-Emissionen auf «Netto Null» absenken. Um dieses Ziel zu erreichen, muss erstens die fossile Energie vollständig durch erneuerbare Energie ersetzt werden, was zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen um 75 Prozent führt. Zweitens müssen die verbleibenden 25 Prozent «unvermeidbaren» CO₂-Emissionen mit negativen Emissionen kompensiert werden¹. Die unzureichende Verfügbarkeit von erneuerbarer Energie im Winterhalbjahr stellt für die Schweiz und deren Energiewende eine zusätzliche, bisher nicht gelöste Herausforderung dar. Sodann wird der für den Betrieb von industriellen Fahrzeugen (v.a. LKW) verwendete Wasserstoff bisher grösstenteils auf der Strasse transportiert, was zu CO₂-Emissionen führt.

Dieser Hintergrund bildet die Motivation für die pyrolytische Wasserstoffherzeugung mit dem Demonstrator in Zug zur Verwendung als industrielle Prozessenergie. Konkret werden im Projekt folgende drei Ziele adressiert:

- Das erste Ziel ist die Reduktion der Stromimporte im Winter. Die Transformation des Energiesystems führt zu einer starken Elektrifizierung der Mobilität und der Gebäudeheizungen. Dies geschieht parallel zum Ausstieg aus der ganzjährig produzierenden Kernenergie und dem Ausbau der Fotovoltaik, die allerdings hauptsächlich im Sommer Strom erzeugt. Dies führt zu einem in den kommenden Jahrzehnten im Winter stark unterversorgten Strommarkt² bzw. zu einem entsprechend zunehmenden Bedarf an Importstrom. Die Rahmenbedingungen für den Import von Elektrizität im Winter sind jedoch unklar, weil sich der europäische Stromsektor durch den Green Deal der EU stark verändern wird. Daher steigt das Risiko von landesweiten Stromausfällen deutlich an. Diese führen zu geschätzten Kosten von 1,8 Mrd. Franken pro Vorfall³.

¹ Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates 18.4211 Thorens Goumaz vom 12.12.2018

² Bundesamt für Energie (BFE), Energieperspektiven 2050+ (2020)

³ Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS; Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020 / Gefährdungsdossier Stromausfall (FOCP 2020)

- Das zweite Ziel ist die Dekarbonisierung der industriellen Prozesswärme, die den drittgrößten Energiesektor darstellt⁴. Dafür gibt es bisher kein überzeugendes Konzept, abgesehen von der Nutzung von Biogas, das aber bei Weitem nicht das notwendige Mengenpotenzial aufweist. Die Umwandlung von Überschussstrom mittels Elektrolyse in Wasserstoff könnte im Sommer Teil einer Lösung sein. Im Winter führt dieser Ansatz jedoch aufgrund des Mangels an erneuerbarem Strom zu einem höheren Stromimport und zu höheren CO₂-Emissionen. Der vorgeschlagene pyrolytische Ansatz ermöglicht demgegenüber niedrige bis negative CO₂-Emissionen sowohl im Sommer wie auch im Winter.
- Das dritte Ziel besteht darin, negative CO₂-Emissionen zu erzeugen. Negative Emissionen werden nach 2040 im grossen Umfang (bis zu 12 Mio. Tonnen pro Jahr) erforderlich sein, um die nicht vermeidbaren Emissionen auszugleichen. Es wird allgemein erwartet, dass Technologien mit negativen Emissionen eine grosse Bedeutung erlangen werden.

Die dezentrale elektrolytische Wasserstoffherzeugung für den Betrieb von industriellen Fahrzeugen führt ebenfalls zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen, indem der Strassentransport von Wasserstoff vermieden werden kann. Heute wird elektrolytisch erzeugter Wasserstoff in zentralen Grossanlagen direkt bei Wasserkraftwerken mit Elektrizität hergestellt. Zwar werden damit Stromnetz-Nutzungskosten vermieden, aber der Wasserstoff muss in gasförmiger Form per LKW zu den Verbrauchern transportiert werden, was zu einem rund zehnmal höheren Transportbedarf führt als bei Diesel. Das ist weder wirtschaftlich noch ökologisch sinnvoll und belastet zusätzlich die Verkehrsinfrastruktur.

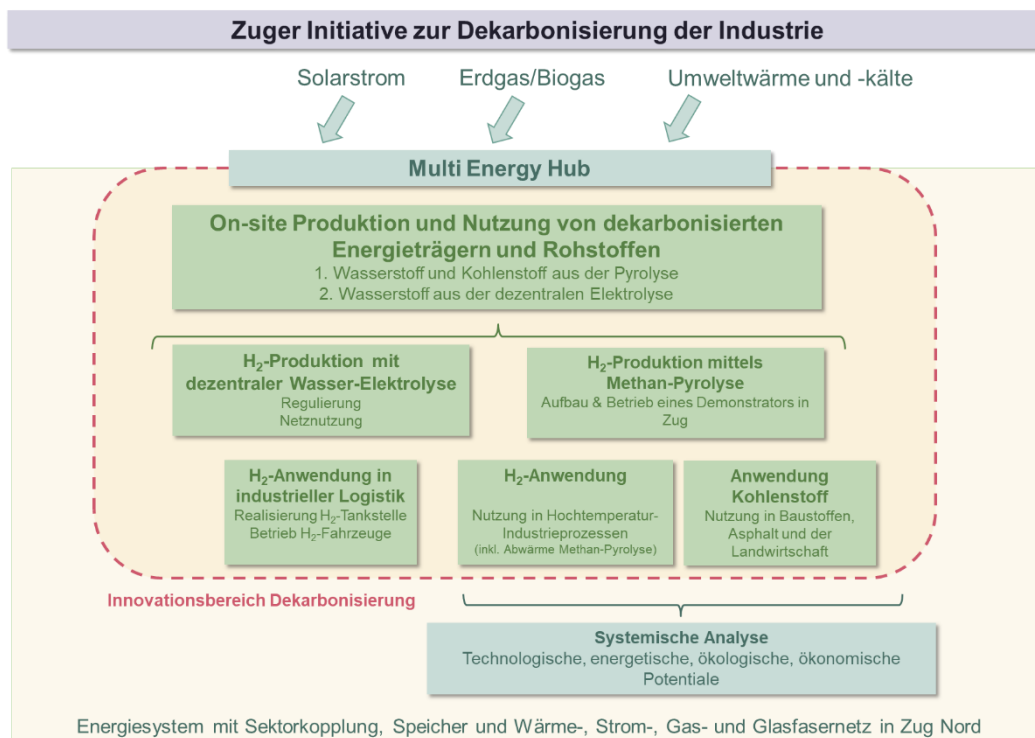


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Zuger Initiative zur Dekarbonisierung der industriellen Mobilität und industrieller Prozesse, inklusive Berücksichtigung indirekter Auswirkungen (Realisierung im Verbund mit dem Multi Energy Hub)

Der Kanton Zug bietet mit seiner hohen Dichte an verantwortungsbewussten Unternehmen sowie dem neuartigen Gesamtenergiesystem Multi Energy Hub im Industrieumfeld der Metall Zug,

⁴ BFE, Energieperspektiven 2050+ (2020).

der V-ZUG und dem innovativen Energieversorger WWZ die idealen Voraussetzungen als Modellregion für eine zukunftsfähige und nachhaltige Industrie. Die Initiative markiert den Start einer längerfristig geplanten Zusammenarbeit in Zug zwischen Wirtschaftsunternehmen und Forschungsinstituten in diesen Fragestellungen. Dabei werden Technologie- und Marktentwicklungen sowie regulatorische Rahmenbedingungen laufend analysiert und berücksichtigt.

Das vorliegende Projekt soll in das Programm Zug+ aufgenommen werden, mit dem der Kanton Zug so positioniert werden soll, dass er auch in Zukunft erfolgreich bleibt. Das Projekt ist in der angewandten Forschung in einem zukunftssträchtigen Energie- und Umweltbereich angesiedelt. Dank der neuen Technologie mit negativen CO₂-Emissionen wird das Projekt zu einem Leuchtturm mit Strahlkraft über den Kanton hinaus. Durch die enge Zusammenarbeit zwischen Partnern aus Politik, Wissenschaft, Energieversorgung und Industrie und ein pragmatisches Vorgehen sollen auch hoch gesteckte Ziele erreicht werden können. Mit diesem Engagement stärkt der Kanton Zug seine Erfolgsfaktoren als führender Wirtschaftsstandort. Die Voraussetzungen in Zug sind dank bereits laufender privater Energieprojekte, des Multi Energy Hubs des Tech Clusters Zug, einer starken Industrie, die in lokale Nachhaltigkeitsprojekte investiert, und der Kompetenz bezüglich natürlicher Ressourcen optimal.

3. Projektziel: Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Wasserstofftechnologien

3.1. Eigenschaften der Methan-Pyrolyse und der Wasser-Elektrolyse

Industrielle Hochtemperaturprozesse benötigen keine hohe Reinheit beim Brennstoff, sind aber auf eine kostengünstige und robuste Energiezufuhr angewiesen. Pyrolytisch erzeugter Wasserstoff erfüllt diese Kriterien, weil er wesentlich kostengünstiger hergestellt werden kann als elektrolytisch erzeugter Wasserstoff (vgl. Abbildung 3) und weil Hochtemperaturprozesse im Falle einer Störung der Pyrolyseanlage unterbruchsfrei auf Erdgas/Biogas umstellbar sind. Die pyrolytische Wasserstofferzeugung befindet sich in einem frühen Technologiereifegrad und ist deshalb noch auf die Förderung angewiesen.

Demgegenüber benötigen Brennstoffzellen, wie sie in Lastwagen mit elektrischem Antrieb zur Stromerzeugung aus Wasserstoff eingesetzt werden, hochreinen Wasserstoff, wie er ohne aufwändige Nachreinigung nur in Elektrolyseanlagen hergestellt werden kann. Die elektrolytische Wasserstofferzeugung kann heute für den LKW-Bereich dank LSVA-Befreiung bereits wirtschaftlich betrieben werden; allerdings ist eine Anpassung dieser Regelung im Rahmen der Revision des CO₂-Gesetzes in politischer Diskussion⁵.

Energetische Wasserstoffanwendungen sind heute generell auf Subventionierung/Förderung angewiesen. Um diesen Zustand zu brechen, braucht es Innovationen sowohl auf regulatorischer wie auch auf technologischer Seite. Ein Ziel der Zuger Initiative ist deshalb die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Wasserstoffanwendungen. Konkret bedeutet dies, dass die pyrolytische Wasserstofferzeugung durch die Zuger Initiative auf dem Produkte-Entwicklungspfad massgeblich beschleunigt und das entsprechende Knowhow für die Anwendung bei den beteiligten Partnern aufgebaut wird. Für die elektrolytische Wasserstofferzeugung wird der dezentrale Betrieb erprobt, um Strassentransporte nach Möglichkeit abzulösen.

⁵ Revision des CO₂-Gesetzes: Eröffnung des Vernehmlassungsverfahrens (17.12.2021)

3.2. Innovation der pyrolytischen Wasserstofferzeugung

Die pyrolytische Wasserstofferzeugung stellt einen neuen technologischen Ansatz dar und soll im Rahmen dieser Zuger Initiative erstmalig in der Schweiz in einer industriellen Pilotanlage realisiert werden. Ausgangsmaterial ist Methan (CH_4), das als Hauptbestandteil von Erdgas oder Biogas bereits heute in der Industrie im grossen Stil energetisch genutzt wird. In der Pyrolyse wird Methan mittels Zufuhr von Energie (Elektrizität) in Wasserstoff und Kohlenstoff aufgespalten (vgl. Abbildung 2). Anders als bei der bisherigen industriellen Wasserstofferzeugung mittels Dampfreformierung fällt der Kohlenstoffanteil des Methans dabei nicht als gasförmiges CO_2 an, sondern als *fester Kohlenstoff* ($\text{C}_{(s)}$), was aus Klimasicht ein enormer Vorteil ist. Dieser Kohlenstoff steht zudem neu als werthaltiger Rohstoff für die Bau- und Landwirtschaft zur Verfügung. Allerdings – und das ist der Nachteil – geht die Energie, die im Kohlenstoff steckt, aufgrund der nicht-energetischen Nutzung verloren. Werden mit diesem Verfahren Hochtemperaturprozesse mit Wasserstoff versorgt, kann die auf hohem Temperaturniveau anfallende Abwärme der Methan-Pyrolyse aber zusätzlich genutzt werden.

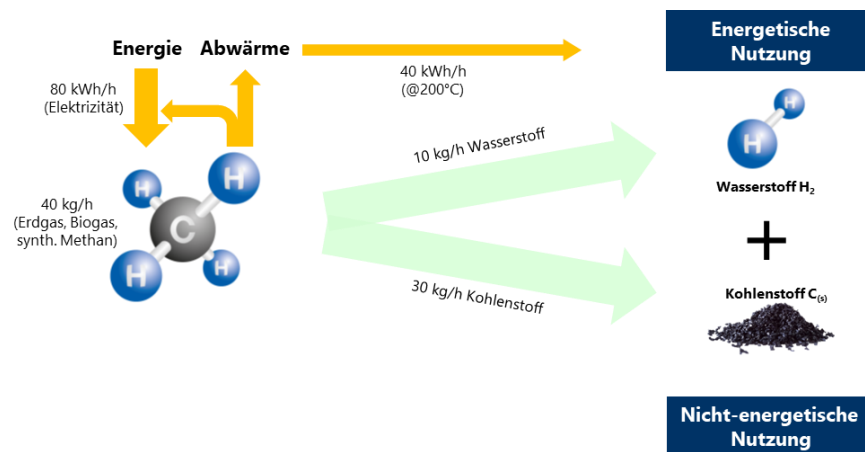


Abbildung 2: Schema der Methan-Pyrolyse mit Energiezufuhr für die Spaltung des Methan-Moleküls in gasförmigen (energetisch nutzbaren) Wasserstoff und festen (nicht-energetisch nutzbaren) Kohlenstoff

Der im geplanten Demonstrator pyrolytisch erzeugte Wasserstoff soll dem Emaillierungssofen der V-ZUG als Brenngas zugeführt werden, um die entsprechende Menge an Erdgas zu substituieren. Die erforderlichen technischen Anpassungen werden mit dem Hersteller der Anlage und den für den Betrieb verantwortlichen Personen sowie mit den Genehmigungsstellen abgestimmt. In diesem Projekt vorgesehen ist der Betrieb der Pyrolyseanlage während 10'000 Volllaststunden innerhalb von drei bis vier Jahren. Damit werden insgesamt 100 t Wasserstoff erzeugt, und es können rund 700 t CO_2 eingespart werden. Gleichzeitig entstehen 300 t fester Kohlenstoff ($\text{C}_{(s)}$), die in der Bau- und Landwirtschaft eingesetzt werden sollen. Untersuchungen zum Einsatz von Kohlenstoff als Zusatz zu Beton und Asphalt laufen bereits und werden auch zukünftig von der Forschungsanstalt Empa weiterverfolgt.

Die Methan-Pyrolyse wird in der Literatur als kostengünstigeres Verfahren zur Erzeugung von Wasserstoff als die Elektrolyse genannt. Eigene Kostenrechnungen der Empa anhand aktueller Zuger Strom- und Gaspreise bestätigen dies (vgl. Abbildung 3).

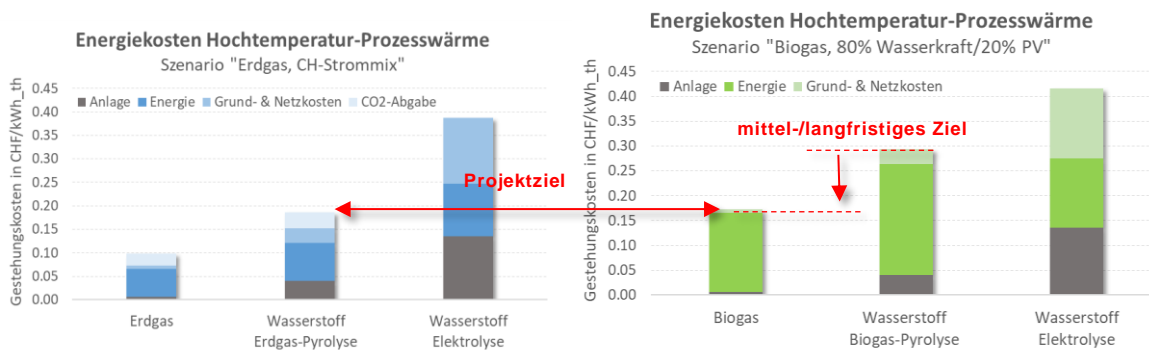


Abbildung 3: Energiekosten für die Bereitstellung von Hochtemperatur-Prozesswärme. Links in Blau für das Szenario "Erdgas, CH-Strommix" und rechts in Grün für das Szenario "Biogas, 80 % Wasserkraft/20 % Photovoltaik".

Im Rahmen der Zuger Initiative soll aufgezeigt werden, wie die Energiekosten der Erdgas-Pyrolyse auf das Niveau der direkten Nutzung von Biogas gesenkt werden kann (siehe "Projektziel" in Abbildung 3) und wie diese mittel-/längerfristig trotz Transformation auf erneuerbares Methan auf diesem Kostenniveau gehalten werden können (siehe "mittel-/langfristiges Ziel" in Abbildung 3). Wird synthetisches Methan in Grossanlagen (z.B. in Wüstenregionen) produziert, sind niedrigere Endkundenpreise denkbar, als dies heute bei einheimischem Biogas der Fall ist. In Verbindung mit steigenden Erlösen für Kohlenstoff, Effizienzsteigerungen im Pyrolyseverfahren und Kostensenkungen bei den Anlagen (Lernkurve, Skaleneffekte) ist mittel-/längerfristig eine starke Annäherung der Pyrolyse von erneuerbarem Methan an die aktuellen Kosten der Erdgas-Pyrolyse vorstellbar.

3.3. CO₂-Reduktion

Motivation für den Einsatz von Wasserstoff ist die Reduktion der CO₂-Emissionen. Zwar entstehen bei der energetischen Nutzung von Wasserstoff keine direkten CO₂-Emissionen, dafür aber in der Energiebereitstellung für die Wasserstofferzeugung. In Abbildung 4 sind diese Emissionen für die beiden Szenarien "Erdgas, CH-Strommix" sowie "Biogas, 80 Prozent Wasserkraft/20 Prozent Photovoltaik" dargestellt.

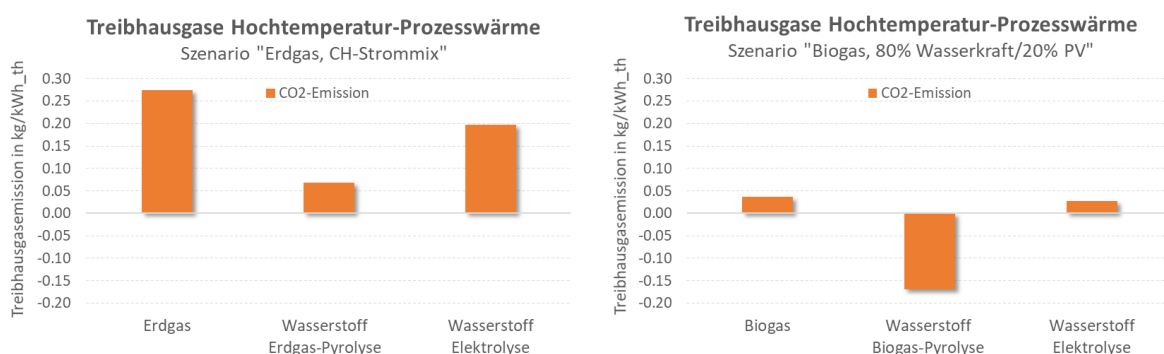


Abbildung 4: Darstellung der Treibhausgas-Emissionen für das Szenario "Erdgas, CH-Strommix" (links) und das Szenario "Biogas, 80 % Wasserkraft/20 % PV" (rechts)

Der Umstieg von Erdgas auf Biogas führt zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen um 80-85 Prozent; der Umstieg auf pyrolytisch aus Erdgas erzeugtem Wasserstoff führt zu einer

Reduktion um 70-75 Prozent (ohne aber die mengenmässige Limitierung von Biogas aufzuweisen). Die Elektrolyse basierend auf dem Schweizer Strommix erlaubt im Vergleich zur direkten Nutzung von Erdgas nur eine Reduktion der Treibhausgase um 25 Prozent.

Bei Verwendung von erneuerbarem Methan sind selbst beim Einsatz des CH-Strommix negative CO₂-Emissionen möglich. Das bedeutet, dass die Anwendung der Erdgas-Pyrolyse auch dann zu einer signifikanten CO₂-Reduktion führt, wenn der ganze Pfad weiterhin fossil bleibt. Kann der Anteil von erneuerbarem Methan gesteigert werden, sinken die Emissionen entsprechend. Abschätzungen zeigen, dass mit einem je hälftigen Anteil von fossilem Erdgas und erneuerbarem Biogas/synthetischem Methan bereits "Null-Emissionen" resultieren.

3.4. Elektrolytische Wasserstofferzeugung

Heute wird elektrolytisch erzeugter Wasserstoff in zentralen Grossanlagen direkt bei Wasserkraftwerken mit Elektrizität hergestellt. Stromnetz-Nutzungskosten werden damit vermieden. Allerdings muss der Wasserstoff in gasförmiger Form per Lastwagen zu den Verbrauchenden transportiert werden, was zu einem rund zehnmal höheren Transportbedarf führt als bei Diesel. Das ist weder wirtschaftlich noch ökologisch sinnvoll und belastet zusätzlich die Verkehrsinfrastruktur.

Abbildung 5 zeigt die heutigen H₂-Versorgungskosten einer Tankstelle mit elektrolytisch erzeugtem Wasserstoff; jeweils für einen zentralen und dezentralen Ansatz. Das Ziel des Elektrolyse-Projektes in Zug ist es, die Netznutzungsentgelte⁶ für dezentrale Anlagen unter die Kosten des Strassentransports zu senken, indem ungenutzte Stromnetzkapazitäten – das sind Zeiten, an denen das Netz nicht an der Belastungsgrenze betrieben wird – mittels einer intelligenten Steuerung optimal ausgenutzt werden. Die Kosten des Netzes sind getrieben von der maximal übertragbaren Leistung. Wird Strom zu Schwachlastzeiten transportiert, muss das Netz nicht ausgebaut werden und es fallen nur die variablen Grenzkosten an. Diese bestehen im Wesentlichen aus den Transportverlusten und machen nur einen geringen Teil der Netzkosten aus.

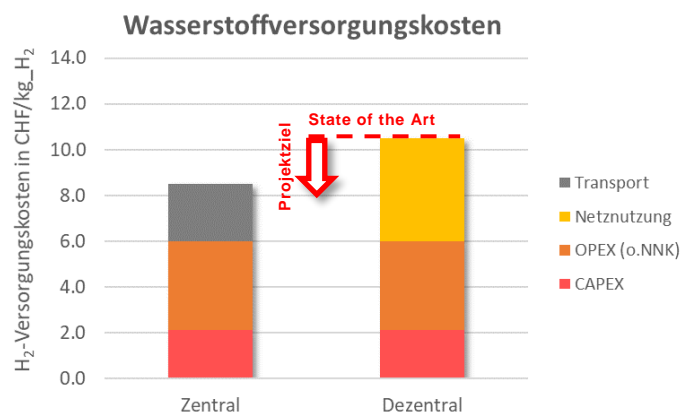


Abbildung 5: H₂-Versorgungskosten einer Tankstelle (ohne bauliche Massnahmen, ohne Marge, ohne Steuern), aufgetrennt nach Abschreibung und Kapitalkosten (CAPEX), Betriebskosten ohne Netznutzungskosten (OPEX) sowie Kosten für Netznutzung und Transport

Im Rahmen dieser Zuger Initiative ist die Planung und Realisierung einer H₂-Tankstelle vorgesehen, die für den Betrieb von 30–35 Lastwagen/Bussen ausgelegt wird. Für die elektrolytische Produktion des Wasserstoffs vor Ort ist eine Bewilligung der Netznutzungs-Kostenbefreiung

⁶ Der Stromnetzbetreiber darf für die Netznutzung ein Entgelt erheben. Da der Netzbetreiber nur die effektiven Kosten verrechnen darf, und die Kosten massgeblich kapazitätsgetrieben sind, sinken die Netzentgelte pro Energiemenge, je besser das Stromnetz ausgelastet ist. Die vorliegende Initiative trägt zu einer derartigen Netzoptimierung bei.

Voraussetzung, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen. Andernfalls müsste die Anlieferung des Wasserstoffs via Lastwagen in Erwägung gezogen werden.

Das Netznutzungs-Entgelt ist gesetzlich geregelt und gibt lokalen Energieversorgungsunternehmen kaum Spielraum, Anreize zu setzen für eine Auslastung ungenutzter Netzkapazitäten. Um Innovationen im Bereich strombasierter Energieträger zu ermöglichen, sollen im revidierten Stromversorgungsgesetz Hürden für die (Teil-)Befreiung von Netzentgelten abgebaut werden, ohne die derartige Projekte nicht wirtschaftlich durchführbar sind. In Zusammenarbeit mit der Beratungsfirma Energie Zukunft Schweiz AG bereitet der Tech Cluster Zug bei der Eidgenössischen Elektrizitätskommission (EiCom) einen Antrag auf Netzkostenbefreiung vor. Parallel dazu wird die Notwendigkeit der Anpassung der Netznutzungsregulierung auf politischer Ebene diskutiert.

4. Projektphasen

- Engineering Phase für die Vorerprobung des Demonstrator-Ansatzes im Labor der Empa und Entwicklung einer Separierung von Wasserstoff und Kohlenstoff (01.01.2022 bis 30.06.2023) sowie Planung der energetischen und baulichen Einbindung in den Multi Energy Hub bzw. in den Tech Cluster Zug sowie der Einbindung in den Industriebetrieb
- Klärung der Nutzung des Kohlenstoffs in Zusammenarbeit mit Empa und Holcim AG im Bereich Baumaterialien und mit AVAG AG im Bereich Landwirtschaft.
- Evaluation des Demonstrators, inklusive Erschliessung und Erarbeitung einer Baubewilligung (01.07.2022 bis 31.12.2022)
- Kauf und Installation/Inbetriebnahme des Demonstrators in Zug (01.07.2023 bis 30.06.2024)
- Betrieb des Demonstrators in Zug während insgesamt mindestens 10'000 Betriebsstunden (01.07.2024 - 30.06.2030)

5. Projektpartner und Trägerschaft

5.1. Projektpartner

Die Forschungsanstalt Empa, die an einem Wasserstoff-/Kohlenstoff-Trennverfahren arbeitet, ist gemeinsam mit dem Tech Cluster Zug für Anbahnung, Realisierung und Betrieb des Pyrolyse-Demonstrators zuständig. Die Integration von Kohlenstoff in Baustoffe wird ebenfalls von der Empa bearbeitet. Weitere Forschungspartner (z.T. zur Zeit in Abklärung) sind die ETH Zürich (ETHZ), welche die Eignung von pyrolytisch erzeugtem Wasserstoff für die Herstellung synthetischer Energieträger (sowie von synthetischen Chemikalien) untersucht, der Fachhochschule OST – Institut WERZ, die in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Gaswirtschaft ein Transformationskonzept für den Wechsel von hauptsächlich fossilem Erdgas hin zu vollständig erneuerbarem Methan entwickelt sowie mit dem Grüngutverwerter AVAG den Einsatz von Kohlenstoff in der Landwirtschaft analysiert.

Gesamtleitung

- Tech Cluster Zug der Metall Zug AG

Projektführung Technologie Pyrolyse

- Empa

Partner Wissenschaft / Forschung / Verwaltung

- ETHZ
- Fachhochschule Ost – Institut WERZ (Zug; angefragt)
- Bundesamt für Energie (angefragt)

Partner Privatwirtschaft

- Plustherm AG
- Metall Zug AG
- V-Zug AG
- WWZ AG
- AMAG AG
- AVAG AG
- VZ Group AG
- Partners Group AG
- Siemens AG
- SHL Medical AG
- ABB Turbo Systems AG
- Holcim AG

Einbindung der Finanzierungs- und Implementierungspartner:

- Advisory Board: Einbindung Finanzierungspartner zur Projektbegleitung
- Implementation Board: Einbindung Verbände (z.B. Zuger Bauernverband, Zuger Wirtschaftskammer) für den Transfer der Resultate in potentiell interessierte Wirtschaftskreise.

5.2. Trägerschaft

Zur Realisierung der Initiative und damit auch des Innovationsprojekts haben die Initianten am 28. März 2022 einen Verein unter dem Namen «Verein zur Dekarbonisierung der Industrie» nach Art. 60 ff. ZGB mit Sitz in Zug und auf unbeschränkte Dauer gegründet. Er bezweckt die Dekarbonisierung der Schweizer Industrie durch die Zusammenarbeit zwischen Wirtschaftsunternehmen, Forschungsinstitutionen sowie öffentlichrechtlichen Körperschaften und Anstalten im Hinblick auf die Forschung, Weiterentwicklung, Finanzierung, Herstellung und Bereitstellung energieeffizienter Substitutionen von fossilen Treibstoffen für Fahrzeuge und die Dekarbonisierung von Erdgas als Brennstoff (Pyrolyse) für Hochtemperaturprozesse. Als Mitglieder können natürliche und juristische Personen sowie öffentlich-rechtliche Körperschaften und Anstalten aufgenommen werden, die einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung des Vereinszwecks leisten können. Das Stimmrecht eines Mitglieds bemisst sich anhand des Unterstützungsbeitrages (1000 Franken = 1 Stimme) oder anhand eines anderweitigen geldwerten Beitrags an den Verein.

Der Kanton Zug verzichtet bewusst auf eine Vollmitgliedschaft im Trägerverein und firmiert als «Förderpartner». Gemäss Statuten ist Förderpartnern die Teilnahme an den Vereinsversammlungen (ohne Stimmrecht) und sonstigen Veranstaltungen des Vereins gestattet. Sie werden vorgängig über Veranstaltungen des Vereins informiert. In dieser Rolle ist es dem Kanton möglich, Zugang zu den Innovationen zu haben und gleichzeitig Teil der damit verbundenen Netzwerke zu sein, beispielsweise zur Empa und zur ETHZ. Gleichzeitig hat der Kanton aber keine weiteren Verbindlichkeiten, welche sich allenfalls bei der Weiterführung des Projektes ergeben könnten (der Verein ist auf unbefristete Dauer angelegt). Andererseits bleibt der Verein in seinen zukünftigen Aktivitäten agiler und kann zeitnah, ohne Beschlüsse der öffentlichen Hand, und marktgerecht agieren.

6. Motivation und Nutzen für den Kanton Zug

6.1. Kantonale Energie- und Klimapolitik

Die Energiepolitik des Kantons Zug orientiert sich an den energie- und klimapolitischen Zielen des Bundes. Energie soll sparsam eingesetzt werden und zunehmend aus erneuerbaren Quellen, vorzugsweise aus der Region, stammen. Gemäss dem Energieleitbild Kanton Zug 2018 setzt der Zuger Regierungsrat dazu insbesondere auch auf die Innovationskraft der Wirtschaft und der Wissenschaft (Ziele I1 bis I3). Er versteht den überdurchschnittlich hohen Anteil an Betrieben aus innovativen Branchen als Chance⁷. Der Kanton Zug soll gute Rahmenbedingungen für Innovationen im Energiebereich bieten und geeignete Projekte nach Möglichkeit unterstützen.

Das Energieleitbild verweist auch auf die Bedeutung der Stromversorgungssicherheit. Diese gilt es, durch den Ausbau der einheimischen Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen zu stärken, insbesondere auch für den Winter. Gerade bei der Stromproduktion sind die Möglichkeiten des Kantons Zug jedoch beschränkt. Das Potenzial für die lokale Stromproduktion aus Wasserkraft, Wind oder Biomasse ist bescheiden und bereits weitgehend ausgeschöpft. Namhaftes Potenzial weist einzig die Sonnenenergie auf. Hier wurde die Produktion in den letzten zehn Jahren von 1 GWh pro Jahr auf 35 GWh pro Jahr ausgebaut. Massnahmen zur weiteren Steigerung der Produktion sind in Prüfung. Zur Gewährleistung der Stromversorgungssicherheit im Winter ist die Sonnenenergie allerdings nur bedingt geeignet.

Die Zuger Initiative zur Dekarbonisierung der Industrie prüft unter anderem den Einsatz von Wasserstoff im Hinblick auf die Spitzenlastabdeckung und für Hochtemperaturprozesse. Damit bietet sich dem Kanton Zug die Chance, trotz beschränkter Möglichkeiten der lokalen Stromproduktion einen Beitrag zur langfristigen Versorgungssicherheit zu leisten. Ebenso fördert er damit die im Hinblick auf das Netto-Null Ziel 2050 dringend nötige Entwicklung von Negative-missionstechnologien. Ganz im Sinne des Energieleitbilds leistet der Kanton Zug damit seinen Beitrag an die nationalen Energie- und Klimaziele in Kooperation mit innovativen lokalen Unternehmen und der Wissenschaft.

6.2. Kantonale Wirtschafts- und Standortpolitik

Der Kanton Zug verzichtet in seiner Wirtschafts- und Standortpolitik auf einzelbetriebliche Massnahmen und auf eine Industriepolitik mit Bevorzugung einzelner Sektoren. Er fokussiert seit Jahrzehnten erfolgreich auf die Stärkung der allgemeinen Standortfaktoren. Folglich kennt der Kanton Zug im Unterschied zu anderen Kantonen kein Wirtschaftsförderungsgesetz im engeren Sinn. Zu den allgemeinen Standortfaktoren zählen je länger desto mehr auch die Innovationsfreundlichkeit und -kraft. Entsprechend adressiert der Kanton Zug die Innovationsförderung explizit im § 1 des Wirtschaftspflegegesetzes (BGS 915.1):

§ 1 Zweck

1 Der Kanton Zug positioniert sich national und international als attraktiver und wettbewerbsfähiger Wirtschaftsstandort.

2 Kanton und Gemeinden erhalten bzw. schaffen gute Rahmenbedingungen für im Kanton Zug ansässige Unternehmen, deren Mitarbeitende, Kundinnen und Kunden sowie für Unternehmen, die beabsichtigen, sich im Kanton Zug anzusiedeln.

3 Der Kanton setzt sich insbesondere für die Innovations- und Technologieförderung sowie die Förderung von Neunternehmen ein.

⁷ 41 Prozent der Beschäftigten im Kanton Zug arbeiten in sog. «innovativen Branchen» (BFS – Statistik der Unternehmensstruktur; ETH Zürich – Konjunkturforschungsstelle). Damit liegt der Kanton Zug gemäss der Erhebung des Cercle Indicateurs an der Spitze der 19 teilnehmenden Kantone.

Diese Art der Standortpolitik hat der Kanton Zug mehrfach und erfolgreich in der Vergangenheit umgesetzt. Beispiele unter vielen sind das Institut für Finanzdienstleistungen Zug (IFZ), Institut für Wissen, Energie und Rohstoffe Zug (WERZ), das Informatikdepartment der HSLU, die Swiss Blockchain Federation und der Switzerland Innovation Park Central.

Mit der Energiewende, welche die Politik als zukunftsweisende Vision der Wirtschaft und der Gesellschaft auferlegt hat, wird in kurzer Zeit viel Innovationskraft und Flexibilität (Strukturwandel) auch von der Wirtschaft verlangt. Es ist im Sinne der Mitverantwortung deshalb richtig, angemessen und erfolversprechend, wenn auch die öffentliche Hand vermehrt in innovative Projekte investiert, welche ein hohes Potenzial erahnen lassen, aber noch nicht die nötige Marktreife für ein reines Privatinvestment aufweisen. Auf dem Weg vom Labor zur Marktreife bietet der Kanton Zug die idealen Voraussetzungen für den geplanten Demonstrator zur klimaneutralen und stromarmen Herstellung von Wasserstoff, eingebettet in ein lokales Ökosystem. Der Kanton Zug kann dank seiner gesunden Finanzen Vorreiter sein und so seinen Ruf als innovativer, agiler und umweltbewusster Kanton weiter stärken. Auch wenn der Kanton Zug im Nachhaltigkeitsindikator «Cercle Indicateurs⁸» seit Beginn seiner Mitwirkung vor einigen Jahren immer den Spitzenrang unter den Kantonen belegt, so reicht dies nicht aus, um die klimarelevanten Herausforderungen zu meistern. Der Leitsatz der regierungsrätlichen Strategie 2010-2018 – «Mit Zug einen Schritt voraus» – ist noch immer gültig und in Anbetracht der energie- und klimapolitischen Herausforderung ein Gebot der Stunde.

6.3. Stärkung des Innovationsstandorts Zug

Durch das Wasserstoff-Leuchtturmprojekt entsteht eine enge Zusammenarbeit mit der projektleitenden Empa. Diese Zusammenarbeit wird ergänzt durch die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ), das Institut WERZ an der Ostschweizer Fachhochschule (OST) und das Bundesamt für Energie. Dies bringt den Kanton Zug näher zu diesen Wissensinstitutionen und soll die Grundlage für eine strategische und langfristige Zusammenarbeit bieten.

Durch den Methanersatzungs-Demonstrator im Rahmen des Wasserstoff-Leuchtturmprojekts erhält der Kanton Zug direkten Zugang zu einer Zukunftstechnologie für die Erzeugung von CO₂-armem Wasserstoff aus Erdgas bzw. CO₂-negativem Wasserstoff aus Biogas oder synthetischem Methan. Es gibt bisher keine derartige Anlage in der Schweiz und wohl nur ganz wenige in Europa. Der Kanton Zug erhält damit die Möglichkeit, im Bereich CO₂-negativer Technologien in der Schweiz eine Vorreiterrolle zu übernehmen. Die Empa geht davon aus, dass das Projekt grosse öffentliche Aufmerksamkeit erfahren wird, da die vom Projekt bearbeiteten Themen von grosser gesellschaftlicher Relevanz sind.

Der Tech Cluster Zug ist im Begriff, ein industrielles Innovationsareal aufzubauen, auf welchem die Ansiedlung von Zukunftstechnologien im Bereich Cleantech – vom Start-up bis hin zu industriellen Unternehmen – das Ziel ist. Dieses Innovationsareal wird Strahlkraft besitzen, da hier neue nachhaltige Technologien demonstriert und in ein System integriert werden. Das Demonstrator-Projekt passt optimal zum pionierhaften Konzept des Multi Energy Hubs des Innovationsareals und bringt einen zusätzlichen Leuchtturmcharakter im Bereich von Prozessenergien mit negativen CO₂-Emissionen. Die Erfahrung zeigt, dass solche Innovationszentren die Ansiedlung von technologieaffinen Firmen im nahen Umkreis stärken.

Der Kanton Zug ist bereits heute Standort von Industrieunternehmen mit ambitionierten CO₂-Zielen. Allerdings sind die Möglichkeiten für einen CO₂-neutralen Betrieb noch nicht in allen Bereichen gegeben. Daher ist es nötig, diese Möglichkeiten durch eine Zusammenarbeit mit

⁸ Der Cercle Indicateurs ist eine Plattform für die Entwicklung und Anwendung von Nachhaltigkeitsindikatoren für Kantone und Städte. [Cercle Indicateurs | Bundesamt für Statistik \(admin.ch\)](https://www.cercleindicateurs.ch/)

privaten und öffentlichen Akteuren auszuloten und auch den in Zug ansässigen Unternehmen neue Handlungsfelder für die Reduktion von CO₂-Emissionen zu ermöglichen. Damit erhöht der Kanton Zug die Attraktivität für Unternehmen mit ehrgeizigen Nachhaltigkeitszielen. Das Projekt liefert viel praktisches Wissen, welches weit über Daten und Erkenntnisse in Veröffentlichungen und Publikationen hinausgeht. Zugang zu diesem Know-how stellt für involvierte Umsetzungspartner (Unternehmen, Anlagenbauer, Behörden) einen entscheidenden Marktvorteil dar. Dies trifft sowohl für die Technologie zur Wasserstoffherzeugung an sich wie auch für die Rahmenbedingungen zu, unter welchen derartige Anlagen einsetzbar sind (z.B. klimaneutrale Prozessenergie, Kohlenstoffnutzung, Methodik zur Berechnung der CO₂-Reduktion, Genehmigung solcher Anlagen, Betriebsumfeld, Akzeptanz in der Energieversorgung resp. -nutzung, usw.).

Die Risiken für den Kanton Zug beschränken sich auf die finanzielle Beteiligung. Sollte das Projektziel nicht oder nur teilweise erreicht werden, so verbleiben für den Kanton Zug und die übrigen Zuger Partner der Wissensaufbau in einer für die Zukunft zentralen Fragestellung betreffend CO₂-Belastung durch Energieträger, die Netzwerke zu den beteiligten Projektpartnern, namentlich zur Empa, und das Wissen um den Wasserstoff als Energieträger für industrielle Zwecke, insbesondere für Hochtemperaturprozesse.

7. Allgemeinverbindlicher Kantonsratsbeschluss

Für die beantragte Unterstützung der «Zuger Initiative zur Dekarbonisierung der Industrie» besteht heute keine genügende Rechtsgrundlage. Nicht einschlägig ist insbesondere § 4 Abs. 1 Wirtschaftspflegegesetz, wonach der Kantonsrat mit einfachem Beschluss über den Beitritt von regionalen, nationalen und internationalen Trägerschaften, Plattformen und Institutionen im Wirtschaftsbereich entscheidet, der jährliche Kosten von mehr als 100 000 Franken zur Folge hat. Vorliegend handelt es sich nicht um ein Engagement, das der Vernetzung dient. Es steht vielmehr die Unterstützung eines innovativen Projekts im Raum, welches der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Wasserstofftechnologien dient. Die Beteiligung am Projekt «Zuger Initiative zur Dekarbonisierung der Industrie» fällt damit nicht in den Anwendungsbereich von § 4 Abs. 1 Wirtschaftspflegegesetz. Bei dieser Ausgangslage ist eine genügende Rechtsgrundlage in Form eines allgemeinverbindlichen Kantonsratsbeschlusses nach Art. 34 Abs. 1 der Kantonsverfassung (BGS 111.1) zu schaffen.

8. Finanzielles

8.1. Finanzielle Auswirkungen auf den Kanton

Das Gesamtbudget der Zuger Initiative zur Dekarbonisierung der Industrie beträgt 30,9 Mio. Franken. Damit sollen alle Aufwendungen für die Entwicklung mit der begleitenden Forschung, die Erstellung mit Anlagen und Bau und der Betrieb für sieben Jahre gedeckt werden können. Während die geplanten Investitionen in Entwicklung/Forschung und in Anlagen/Bau gut abgeschätzt werden können, sind die Betriebskosten von vielen Annahmen bezüglich der externen Rahmenbedingungen abhängig.

Basis für das Budget und die Finanzierung bilden folgende betriebliche Kenngrößen:

- Absatz von 224 Tonnen Wasserstoff pro Jahr zu einem Preis von ca. 11 Franken/kg (daraus ergibt sich über die Betriebsdauer von 7 Jahren ein Gesamterlös von 17,248 bzw. aufgerundet von 17,5 Mio. Franken).
- durchschnittliche Auslastung der Anlage im regulären Betrieb von 5'000 Stunden/Jahr
- Befreiung der Netzkosten um Umfang von 80 Prozent der regulären Netzkosten

Mit diesen Annahmen gliedert sich der zwischen 2024 und 2030 aufsummierte Gesamtaufwand wie folgt:

Gesamtaufwand	
	MCHF
- Entwicklung / Forschung	6.8
- Anlagen / Bau	10.1
- Betrieb bis 2030	14.0
- Total Kosten	30.9

Abbildung 6: Zusammenstellung der Investitionen und der Kosten für Amortisation und Betrieb 2024 - 2030

Die Laufzeit bis 2030 wurde gewählt, da in dieser Periode die Forschungsfragen fundiert erarbeitet, iteriert und in einem kontinuierlichen Betrieb validiert werden können. Das oben genannte Budget soll zu einem grossen Teil über den Erlös von Wasserstoff (17,5 Mio. Franken) und den Erlös des Restwerts (5,4 Mio. Franken per Ende 2030) finanziert werden. Aufgrund des Forschungscharakters des Projekts und des hohen Anteils an Entwicklungsarbeiten müssen Kosten im Umfang von 8 Mio. Franken mit Fördergeldern finanziert werden.

Diese Förderbeiträge werden zu zwei Dritteln getragen von den beteiligten Unternehmen und sollen zu einem Drittel von der öffentlichen Hand (Kanton Zug, Empa) getragen werden.

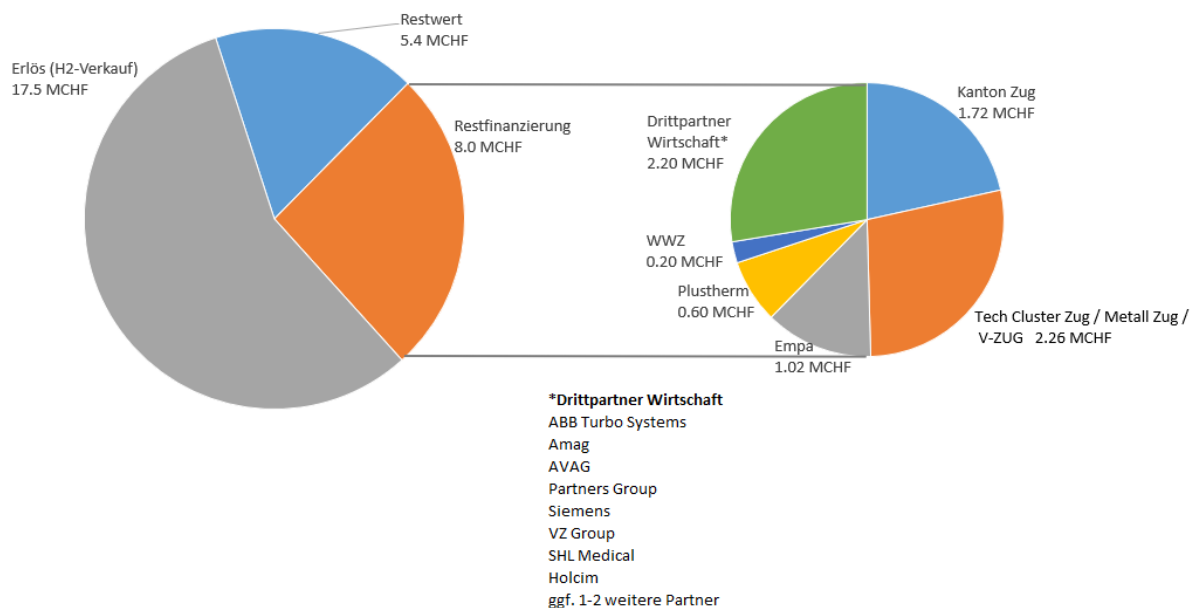


Abbildung 7: Darstellung der Finanzierung der Zuger Initiative

Beantragt wird ein Beitrag des Kantons Zug von max. 1,72 Mio. Franken. Dies entspricht einem Anteil von 5,5 Prozent an den Gesamtkosten bzw. von gut 20 Prozent am Gesamtbeitrag der Förderpartner.

Die Auszahlung erfolgt auf Basis der definitiven Kosten der Zuger Initiative zur Dekarbonisierung der Industrie gestaffelt in zwei Tranchen: zwei Drittel per Baubeginn des Demonstrators und ein Drittel im Folgejahr. Sollte das Projekt frühzeitig abgebrochen werden, reduziert sich der Beitrag des Kantons Zug proportional zu den eingesparten Kosten.

A	Investitionsrechnung	2021	2022	2023	2024
1.	Gemäss Budget oder Finanzplan: bereits geplante Ausgaben				
	bereits geplante Einnahmen				
2.	Gemäss vorliegendem Antrag: effektive Ausgaben				
	effektive Einnahmen				
B	Erfolgsrechnung (nur Abschreibungen auf Investitionen)				
3.	Gemäss Budget oder Finanzplan: bereits geplante Abschreibungen				
4.	Gemäss vorliegendem Antrag: effektive Abschreibungen				
C	Erfolgsrechnung (ohne Abschreibungen auf Investitionen)				
5.	Gemäss Budget oder Finanzplan: bereits geplanter Aufwand				
	bereits geplanter Ertrag				
6.	Gemäss vorliegendem Antrag: effektiver Aufwand			1'147'000	573'000
	effektiver Ertrag				

8.2 Finanzielle Auswirkungen auf die Gemeinden

Diese Vorlage hat keine finanziellen Auswirkungen auf die Gemeinden.

8.3 Anpassungen von Leistungsaufträgen

Diese Vorlag hat keine Anpassungen von Leistungsaufträgen zur Folge.

9. Zeitplan

2. Juni 2022	Kommissionsbestellung
Juni/Juli 2022	Kommissionssitzung(en)
August 2022	Kommissionsbericht
29. September 2022	Beratung Staatswirtschaftskommission
Oktober 2022	Bericht Staatswirtschaftskommission
27. Oktober 2022	Kantonsrat, 1. Lesung
24. November 2022	Kantonsrat, 2. Lesung
2. Dezember 2022	Publikation Amtsblatt
31. Januar 2023	Ablauf Referendumsfrist
2023	Allfällige Volksabstimmung
2023	Inkrafttreten nach unbenütztem Ablauf der Referendumsfrist oder nach der Annahme durch das Volk

10. Antrag

Gestützt auf die vorstehenden Ausführungen beantragen wir Ihnen, auf die Vorlage Nr. 3417.2 - 16949 einzutreten und ihr zuzustimmen.

Mit vorzüglicher Hochachtung
Regierungsrat des Kantons Zug

Der Landammann: Martin Pfister

Der Landschreiber: Tobias Moser

Zug, 3. Mai 2022