

URUGUAY

Grüner Wasserstoff und Derivate aus Wind- und Solarenergie: Erzeugung, Transport und Speicherung

Zielmarktanalyse 2024 mit Profilen der Marktakteure

www.german-energy-solutions.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Impressum

Herausgeber

Deutsch-Uruguayische Industrie- und Handelskammer (AHK Uruguay)
Pza. Independencia 831, Oficina 201
UY- 11100 Montevideo
E-Mail: comex@ahkurug.com.uy
Internet: <https://uruguay.ahk.de/>

Kontaktperson

Nora Hildebrand
nhildebrand@ahkurug.com.uy

Stand

Juli 2024

Gestaltung und Produktion

Deutsch-Uruguayische Industrie- und Handelskammer (AHK Uruguay)

Bildnachweis

Designed by freepick

Redaktion

Pascal Alf
Nora Hildebrand
Bruno Frey

Urheberrecht

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Herausgebers.

Haftungsausschluss

Sämtliche Inhalte wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Genutzt und zitiert werden öffentlich bereitgestellte Informationen von Banken und Institutionen. Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen. Für Schäden materieller oder immaterieller Art, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen unmittelbar oder mittelbar verursacht werden, haftet der Herausgeber nicht, sofern ihm nicht nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden zur Last gelegt werden kann.

Inhaltsverzeichnis

I.	Tabellenverzeichnis.....	ii
II.	Abbildungsverzeichnis.....	ii
III.	Abkürzungen.....	ii
IV.	Währungsumrechnung.....	iii
V.	Energieeinheiten.....	iii
	Zusammenfassung.....	1
1.	Kurze Einstimmung zum Land.....	2
1.1	Politische Situation.....	2
1.2	Wirtschaftliche Entwicklung.....	2
1.3	Wirtschaftsbeziehungen zu Deutschland.....	3
1.4	Investitionsklima.....	4
2.	Marktchancen.....	4
3.	Zielgruppe in der deutschen Energiebranche.....	6
4.	Potenzielle Partner und Wettbewerbsumfeld.....	7
4.1	Ministerien und Verwaltungsorganisationen.....	7
4.2	Referenzprojekte.....	9
5.	Technische Lösungsansätze.....	11
5.1	Produktion von grünem Strom.....	12
5.2	Wasserstoffproduktion mit Elektrolyse.....	13
5.3	Produktionswert des grünen Wasserstoffs und der Derivate.....	15
6.	Relevante rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen.....	16
6.1	Rechtliche Rahmenbedingungen.....	16
6.2	Wirtschaftliche Rahmenbedingungen.....	18
6.2.1	Wasserstoff-Roadmap („ <i>Hoja de Ruta</i> “).....	18
6.2.2	Transportmöglichkeiten in Uruguay.....	19
6.2.3	Preise und Kosten für grünen Wasserstoff.....	20
6.2.4	Qualifizierte Fachkräfte.....	21
7.	Markteintrittsstrategien und Risiken.....	22
7.1	Zusammenfassung der Förder- und Einstiegsmöglichkeiten.....	22
7.2	Herausforderungen, Chancen und Risiken:.....	24
8.	Schlussbetrachtung inkl. SWOT-Analyse.....	26
	Profile der Marktakteure.....	27
	Quellenverzeichnis.....	29

I. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abkürzungsverzeichnis	ii
Tabelle 2: Währungsumrechnung	iii
Tabelle 3: Energieeinheiten	iii
Tabelle 4: SWOT-Analyse	26

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verwendung von Wasserstoff in verschiedenen Sektoren als Energiequelle oder Ausgangsstoff	12
Abbildung 2: Nivellierte Energiekosten (ohne Transportkosten) in großem Maßstab (+500 MW), in USD/MWh	13
Abbildung 3: Potenzielle Kapazitäten (GW) nach erneuerbaren Energiequellen	13
Abbildung 4: Produktionskostenkurve für Wasserstoff nach Regionen in Uruguay, USD/kgH ₂	14
Abbildung 5: Gesamter vorhandener Inlandsmarkt für Wasserstoff und Derivate in Uruguay 2040	15

III. Abkürzungen

Abkürzung	Ausgeschrieben (Spanisch/Englisch)	Ausgeschrieben (Deutsch)
AEL		Alkalische Elektrolyse
ANCAP	Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland	Nationale Behörde für Kraftstoffe, Alkohol und Portland von Uruguay
ANII	Agencia Nacional de Investigación e Innovación	Uruguayische Agentur für Forschung und Innovation
ANP	Agencia Nacional de Puertos	Nationale Hafenverwaltung
AUH	Asociación Uruguaya de Hidrógeno	Uruguayische Wasserstoffgesellschaft
BIP		Bruttoinlandsprodukt
CCR	Continuous Catalytic Reforming	Katalytischen Reforming
CCS	Carbon Capture Sequestration	Sequestrierung von Kohlenstoffabscheidung
CCU	Carbon Capture Usage	Verwendung von Kohlenstoffabscheidung
CO ₂		Kohlenstoffdioxid
CONICYT	Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología	Nationaler Rat für Innovation, Wissenschaft und Technologie
DME		Dimethylether
FAO	Food and Agriculture Organization	Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation
GH ₂	Gaseous hydrogen	Gasförmiger Wasserstoff
GTAI	Germany Trade and Invest	Deutschland Trade and Invest

H2	Hydrogen	Wasserstoff
LATU	Laboratorio Tecnológico del Uruguay	Technologisches Laboratorium von Uruguay
LH2	Liquid Hydrogen	Flüssiger Wasserstoff
LKW		Lastkraftwagen
LOHC	Liquid Organic Hydrogen Carriers	Flüssige organische Wasserstoffträger
MIEM	Ministerio de Industria, Energía y Minería	Uruguayisches Ministerium für Industrie, Energie und Bergbau
Mio		Million
Mrd		Milliarde
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras públicas	Uruguayisches Ministerium für Verkehr und öffentliche Arbeiten
NH3		Stickstoff
PEM	Proton Exchange Membrane	Protonenaustauschmembran
SAF	Sustainable Aviation Fuel	Nachhaltiges Kerosin
SOE	Solid Oxide Electrolysis	Festoxid-Elektrolyse
UDELAR	Universidad de la República	Universität der Republik
URSEA	Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua	Uruguayische Regulierungsbehörde für Energie- und Wasserdienstleistungen
USD		US-amerikanischer Dollar
UTE	Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas	Nationale Verwaltung für Kraftwerke und elektrische Übertragungen von Uruguay
UYU		Uruguayische Pesos (Währung Uruguays)
V-Dem	Varieties of Democracy	Varianten der Demokratie

IV. Währungsumrechnung

Monat	EUR/UYU	USD/UYU
2023-11	42,597	39,119
2023-12	41,978	39,022
2024-01	42,395	39,164
2024-02	42,202	39,047
2024-03	40,639	37,552
2024-04	40,5378	37,561

Werte in Mengennotierungen auf Basis der Daten der Deutschen Bundesbank¹

V. Energieeinheiten

A	Ampere	Einheit von elektrischem Strom, wobei 1 A einen Coulomb pro Sekunde entspricht
cm ³	Quadratcentimeter	Einheit von Volumen
MW	Megawatt	Einheit von Energie in Form von Strom, wobei ein MW 1.000 Kilowatt entsprechen
MWh	Megawattstunde	Einheit für Energieerzeugung und -verbrauch, wobei 1 MWh 1 MW pro h entspricht
GW	Gigawatt	Einheit von Energie in Form von Strom, wobei ein GW 1 Mio. Kilowatt entsprechen

¹ Bundesbank (2024)

kg	Kilogramm	Einheit von Gewicht, wobei 1 kg 1000 Gramm (g) entspricht
kt	Kilotonne	Einheit von Gewicht, wobei 1 t 1000 kg entspricht

Zusammenfassung

Folgende Zielmarktanalyse wurde mit dem Ziel geschrieben, deutschen Investoren den uruguayischen Markt für grünen Wasserstoff und seine Derivate näherzubringen. Hierfür wurden wirtschaftliche, juristische und technologische Rahmenbedingungen analysiert sowie Marktteilnehmer identifiziert.

Politisch und wirtschaftlich zeigt das Land einige Charakteristika auf, die es auf positive Weise von anderen Ländern der Region unterscheidet und Uruguay dadurch Wettbewerbsvorteile verschaffen können. Internationale Institute bewerten das Demokratieniveau seit der Redemokratisierung im Jahr 1985 als eines der besten, oder sogar das Beste in Südamerika. Mit geringer Korruption, einem BIP pro Kopf von 20.705 USD im Jahr 2022 und einem ausgebauten Sozialstaat, ist das Land in vielerlei Hinsicht mit europäischen Staaten zu vergleichen. Die Kombination aus politischer und wirtschaftlicher Stabilität spiegelt sich in einer Tradition, Ziele über wechselnde Regierungen hinweg zu verfolgen, wider.

Dies geschah auch bei der sogenannten ersten Energiewende. In dieser stellte Uruguay seine Stromproduktion auf deutlich über 90% aus erneuerbaren Energien um. Unter der logisch folgenden zweiten Energietransition versteht die Regierung des südamerikanischen Landes die Dekarbonisierung des Restes des Energiesektors (Transport und Industrie) und der Rohstoffe für die industrielle Nutzung. Hierbei betont die Regierung ausdrücklich die Rolle des grünen Wasserstoffs und seiner Derivate. Das übergeordnete Ziel der zweiten Transition ist die Beibehaltung des hohen Anteils an erneuerbaren Energien bei der völligen Dekarbonisierung des Landes bis 2050. Zudem formuliert das Land den klaren Anspruch Exporteur von Wasserstoff und seinen Derivaten zu werden.

Das Land verfügt über die dafür benötigten natürlichen Ressourcen (Wasser, Biomasse, sowie Wind und Sonne in ausreichender Menge). Kapital und Technologie müssten jedoch aus dem Ausland importiert werden. Um Anreize für dieses Kapital zu schaffen, verfügt das Land bereits über ein Gesetz zur Förderung und zum Schutz von Investitionen (*Ley 16.906*). Der uruguayische Finanzmarkt ist völlig frei für ausländische Investoren und das Land hat zusammen mit Chile über das besten Kreditrating der Region. Spezifische Steueranreize fördern bereits einzelne Teile der Wasserstoffproduktionskette, wie beispielsweise die Produktion von grünem Strom oder die Umstellung der Fahrzeugflotten auf alternative Antriebe. Freihandelszonen sollen zusätzlich den Markteinstieg erleichtern. In der strategischen Wasserstoff-Roadmap („*Hoja de Ruta*“) werden die Ambitionen und Ziele des Landes deutlich.

Dennoch steckt die grüne Wasserstoffproduktion in Uruguay, wie auch im Rest der Welt, noch in den Kinderschuhen. Es fehlt an der nötigen Infrastruktur für den Export im großen Stil. Zudem muss ein speziell auf die Produktionskette von grünem Wasserstoff angepasster Gesetzesrahmen geschaffen werden. Nur mit einem passenden juristischen und makroökonomischen Rahmen, sowie Produkten zu wettbewerbsfähigen Preisen, werden sich sichere Abnehmer finden, die für die Projektentwicklung unabdingbar sind. Erste Pilotprojekte mit interinstitutioneller Zusammenarbeit zwischen privaten und öffentlichen Akteuren laufen jedoch bereits, um Erfahrungen in diesem Bereich zu sammeln. Die zweite Energiewende bietet bei Überwindung dieser Hindernisse große Chancen für Uruguay und Deutschland.

1. Kurze Einstimmung zum Land

1.1 Politische Situation

Die rund 3,4 Mio. Einwohner leben auf einer Fläche, die ungefähr halb so groß ist wie die Deutschlands. Etwa die Hälfte der Menschen lebt in der Hauptstadt Montevideo. Die Bevölkerungsdichte im Süden ist höher, während die Provinzen im Landesinneren dünn besiedelt sind.² Bei Betrachtung der demokratischen Tradition bildet Uruguay eine Ausnahme im südamerikanischen Kontext. Der Beginn einer demokratischen Regierungsform in der *República Oriental del Uruguay* (Republik östlich des Uruguay-Flusses) wird im Allgemeinen auf 1918 verortet. Trotz zweier Unterbrechungen durch Staatsstriche und darauffolgender Autokratisierung, konnte das kleine Land stets wieder an seine demokratische Tradition anknüpfen.³ Seit dem Ende der zivil-militärischen Diktatur im Jahre 1985 leben die Uruguayerinnen und Uruguayer in einer mit europäischen Standards vergleichbaren Demokratie.

Zur politikwissenschaftlichen Einordnung sollen im folgende einige der wichtigsten Kennzahlen des international angesehenen “Varieties of Democracy” (V-Dem) genutzt werden. Auf dem liberalen Demokratieindex, der die Möglichkeit zur freien und fairen Wahl mit Rechtsstaatlichkeit und den Schutz von Bürgerrechten kombiniert, erzielt Uruguay im Jahr 2023 0,77 von einem möglichen Punkt. In Südamerika ist dies der zweitbeste Wert nach Chile. Des Weiteren ist die Korruption außergewöhnlich niedrig, was sich in der Bezifferung von 0,07/1 für 2023 widerspiegelt.⁴ Dank dieser und weiterer Zahlen und Erfahrungswerte kann Ende Oktober 2024 von einem ruhigen Präsidentschaftswechsel ausgegangen werden.⁵ Im präsidentiellen System Uruguays wird der Kandidat einer der großen Parteien eine Koalition bilden, so wie es in den meisten Ländern Südamerikas üblich ist.⁶

1.2 Wirtschaftliche Entwicklung

Ein Blick auf den mit Abstand wichtigsten ökonomischen Indikator, dem Bruttoinlandsprodukt pro Kopf, zeigt auch hier Uruguays herausragende Position im Vergleich zu seinen Nachbarländern und der Region. Daten der Weltbank zufolge, liegt das BIP pro Kopf 2023 in Uruguay in aktuellen Preisen bei 22.565 USD, während dieser Wert für Lateinamerika und die Karibik bei 10.682 USD liegt. Ein solides makroökonomisches Management und günstige externe Bedingungen unterstützten eine wirtschaftliche Expansion, die mit Ausnahme der durch COVID-19 ausgelösten Rezession im Jahr 2020 zwei Jahrzehnte lang anhält. Nach der Pandemie verzeichnete das Land ein solides Wirtschaftswachstum mit Raten von 4,9 % für 2022, ein moderates Wachstum von 0,4% im Jahr 2023 und ein prognostiziertes von 3,7 % für 2024.^{7 8}

Da es sich beim BIP pro Kopf um einen einfachen Durchschnittswert handelt, ergänzen Volkswirte üblicherweise weitere Zahlen zur Analyse der Einkommensverteilung. Die am häufigsten verwendete Kennzahl ist der Gini-Koeffizient, der misst, inwieweit die Einkommensverteilung unter den Einwohnern eines Landes von einer perfekten Gleichverteilung abweicht.

² Observatorio Territorio Uruguay (2024)

³ Chasquetti und Buquet (2004)

⁴ V-Dem (2024)

⁵ El País (2024 a)

⁶ Albala (2021)

⁷ World Bank (2024 a)

⁸ International Monetary Fund (2024)

Das bedeutet, dass ein kleiner Koeffizient einer gleichmäßigeren Verteilung entspricht. In Bezug auf diesen Wert ist Uruguay wieder eine Ausnahme in Südamerika. Sein Gini-Wert von 0,394 im Jahr 2023 zeigt, dass in Uruguay im Vergleich zu seinen Nachbar ein großer Teil der Bevölkerung am Wohlstand beteiligt wird.⁹ Auch die öffentliche Bruttoverschuldung im Verhältnis zum BIP betrug im Jahr 2023 57,2 %, was unter dem deutschen Wert liegt.¹⁰

Anhand der Höhe der Verschuldung, der Bewertung der Haushaltsführung und der allgemeinen Wirtschaftslage ermitteln die großen Ratingagenturen die Kreditwürdigkeit eines Landes. Im Jahr 2024 weist Uruguay die folgenden Bewertungen auf: Standard & Poor's: BBB+, Moody's: Baa1, Fitch: BBB. Dies entspricht den besten Bewertungen, die Uruguay in seiner Geschichte je verzeichnete und ist Ausdruck einer positiven und nachhaltigen wirtschaftlichen Entwicklung, welche die Attraktivität des Landes für Investoren steigert. Unter den südamerikanischen Ländern hat nur Chile ein höheres Rating. Im Jahr 2023 beliefen sich die ausländischen Direktinvestitionen auf 5,5 % des uruguayischen BIP.¹¹

1.3 Wirtschaftsbeziehungen zu Deutschland

Bereits seit mehr als 160 Jahren pflegen deutsche Staaten wie Preußen und Uruguay gemeinsame Geschäftsbeziehungen. Seit der Gründung der Deutsch-Uruguayischen Industrie- und Handelskammer vor über 100 Jahren in Montevideo besitzt die deutsche Wirtschaft eine offizielle Vertretung in Uruguay.¹² Zudem existiert mit Uruguay XXI eine staatliche Gesellschaft zur Förderung von ausländischen Direktinvestitionen (uruguayisches Pendant zu GTAI).¹³

Uruguay ist Gründungsmitglied des Mercosur, dessen Parlamentssitz in Montevideo liegt. Im Jahr 2019 wurde das EU-Mercosur-Freihandelsabkommen vereinbart, um die wirtschaftliche Zusammenarbeit zwischen der EU und den Mercosur-Ländern zu vertiefen und eine der größten Freihandelszone der Welt zu schaffen. Das Abkommen befindet sich noch in juristischer Prüfung.¹⁴ Es gibt jedoch auch bilaterale Partnerschaften zwischen Deutschland und Uruguay. Im Jahr 2022 unterzeichneten die beiden Länder ein Abkommen zur Zusammenarbeit in Wissenschaft, Forschung und Innovation mit dem Ziel, Möglichkeiten "für die Schaffung von Wissen, den Austausch von Erfahrungen und die Entwicklung von Projekten" zu schaffen. Somit bildet das Abkommen eine Grundlage für die im nächsten Kapitel behandelten Projekte.¹⁵

Im Jahr 2022 exportierte Uruguay 298 Mio. USD nach Deutschland. Die wichtigsten Produkte, die Uruguay nach Deutschland exportierte, waren chemisches Holzschutzmittel (203 Mio. USD), Rindfleisch (28,4 Mio. USD) und Wolle oder verarbeitetes Tierhaar (25,9 Mio. USD). Deutschland wiederum exportiert eine Vielzahl an Produkten nach Uruguay, vor allem pharmazeutische und chemische Erzeugnisse, verschiedene Typen von Maschinen und Technik sowie Autos.¹⁶ Im Jahr 2021 betrug der Bestand deutsche Direktinvestitionen in Uruguay 950 Mio. EUR.¹⁷

⁹ INE (2023)

¹⁰ Ministerio de Economía y Finanzas (2024)

¹¹ Deutsch-Uruguayische Industrie- und Außenhandelskammer (2024 a)

¹² Deutsch-Uruguayische Industrie- und Außenhandelskammer (2024 b)

¹³ Uruguay XXI (2024 a)

¹⁴ GTAI 2024 (a)

¹⁵ Ministerio de Industria, energía y Minería (2022 b)

¹⁶ OEC (2023)

¹⁷ GTAI 2024 (b)

1.4 Investitionsklima

Die wahrscheinlich wichtigsten Faktoren für die Stabilität des Investitionsklimas in Uruguay sind mit der Beschreibung der wirtschaftlichen und politischen Stabilität des Landes bereits in den vorangegangenen Unterkapiteln genannt. Hinzu kommt, dass ausländische und uruguayische Investoren per Gesetz gleichbehandelt werden müssen. Zudem werden ausländische Direktinvestitionen konkret durch die Regierung gefördert. Den Rahmen hierbei bildet das Gesetz über Investitionsförderung und -schutz (*Ley. 16.906*). Es unterscheidet zwischen allgemeinen und spezifischen Steueranreizen für Investitionen. In Bezug auf mit Wasserstoff verbundenen Projekten gibt es eine explizite Förderung durch das Ministerium für Industrie, Energie und Bergbau (MIEM), die in Kapitel 6 genauer erklärt werden wird.

Ein weiteres Instrument, mit dem die uruguayische Regierung Unternehmen zu Investitionen anregt, sind die Freihandelszonen. In diesen Gebieten finden Unternehmen Grundstücke, in denen sie ihre Anlagen errichten, und Bauteile sowie Maschinen ohne Formalitäten und Steuern einführen können. Darüber hinaus gibt es bereits errichtete Gebäude und Büros, die an die individuellen Bedürfnisse angepasst werden können. Schließlich unterstreicht die Regierung die hohe Qualität der Infrastruktur in Bezug auf Containerdepots, Transport, Energie und Kommunikationsdienste. All diese Vorteile sind mit einer Steuerbefreiung (sowohl von nationalen Steuern als auch Einfuhrzöllen) verbunden, mit Ausnahme der Sozialversicherungsbeiträge für uruguayische Beschäftigte. Voraussetzung für die Niederlassung in einer Freihandelszone ist jedoch, dass die produzierten Waren und/oder Dienstleistungen nicht für den uruguayischen Markt, sondern für den Export bestimmt sind.¹⁸

2. Marktchancen

Uruguay verfügt schon jetzt über einen hohen Anteil von erneuerbaren Energien in seinem Strommix. Im Zeitraum zwischen 2016 und 2022 waren es 94 % der Stromproduktion. Die uruguayische Regierung spricht in diesem Zusammenhang von der erfolgreichen ersten Energiewende. Unter der logisch folgenden zweiten Energietransition versteht sie die Dekarbonisierung des Rests des Energiesektors (Transport und Industrie) und der Rohstoffe für die industrielle Nutzung. Hierbei betont die Regierung ausdrücklich die effizientere Nutzung der Energie sowie die Rolle des grünen Wasserstoffs und seiner Derivate. Das übergeordnete Ziel der zweiten Transition ist die Beibehaltung des hohen Anteils an erneuerbaren Energien bei der vollständiger Dekarbonisierung des Landes bis 2050.

Das Land verfügt zur Teilnahme an der zweiten Energiewende über alle nötigen Ressourcen, insbesondere für die wichtigsten Quellen der Stromproduktion (Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik). Diese Tatsache ist ein Wettbewerbsvorteil für den Export von grünem Wasserstoff auf den Weltmarkt. Wasserkraft ist in Uruguay die wichtigste Stromquelle mit einem Anteil von 44 % an der gesamten Stromerzeugung zwischen 2016 und 2023. Für zukünftige Projekte sieht die uruguayische Regierung jedoch das größte Potenzial in der Kombination von Wind- und Sonnenenergie. Der Ausbau dieser Stromquellen ist wegen der zusätzlich benötigten Kapazitäten für die Produktion von grünem Wasserstoff unausweichlich.

¹⁸ Uruguay XXI (2022)

Für die Produktion von grünem Wasserstoff wird Wasser für die Elektrolyseure und für den industriellen Prozess benötigt. Hierfür sind verschiedene Wasserquellen nutzbar, nachdem das jeweilige Wasser entsprechend gereinigt wurde. Die verbrauchte Wassermenge variiert je nach Quelle und Aufbereitungsverfahren, während die Kühlung hauptsächlich in einem geschlossenen Kreislauf mit minimaler Frischwasserzufuhr erfolgt. Der Wasserbedarf wird vom Ministerium für Industrie, Energie und Bergbau (MIEM) konservativ auf 18 bis 30 Liter pro Kilogramm Wasserstoff geschätzt. Damit ist er vergleichbar mit dem Bedarf anderer industrieller Prozesse und liegt deutlich unter dem Verbrauch bei Tätigkeiten wie der Bewässerung. Unter optimalen Bedingungen kann der Wasserbedarf auf 9 Liter pro Kilogramm Wasserstoff gesenkt werden. Uruguay verfügt über ausreichend Wasser auf seinem Territorium für die Produktion von grünem Wasserstoff. Erstens garantiert die geografische Lage den Zugang zum Atlantischen Ozean. Moderne Verfahren ermöglichen die Elektrolyse mit Meerwasser. Zweitens ist ausreichend Süßwasser im Lande verfügbar: Neben den großen Flüssen auf dem Territorium gibt es ein bedeutendes Niederschlagssystem mit einer durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge zwischen 1.000 und 1.300 Millimetern.^{19 20}

Für die Produktion von grünen Wasserstoffderivaten ist zudem biogenes CO₂ relevant. Dieses ist in Uruguay aus Industrieanlagen verfügbar, die Biomasse wie z. B. Reishülsen, Zuckerrohrbagasse oder forstwirtschaftliche Rückstände zur Energieerzeugung nutzen. Die geschätzten biogenen CO₂-Emissionen für das Jahr 2024 könnten etwa 11 Mio. Tonnen erreichen. Die uruguayische Forstwirtschaft, die für ihre nachhaltige Entwicklung zertifiziert ist, bietet eine solide Grundlage für die Biomasseproduktion. Darüber hinaus verfügt Uruguay über eine angemessene Infrastruktur für die Entwicklung von Projekten zur Erzeugung von grünem Wasserstoff und dessen Derivaten, einschließlich des Seeverkehrs im Hafen von Montevideo, der im Bau befindlichen Zentralbahn, der Wasserwege und Straßen für den Export und der Anbindung an die Zonen für erneuerbare Energien. Künftige Infrastrukturanforderungen wie Stromübertragungsnetze und Gaspipelines sowie mögliche Hafenverbesserungen werden bewertet und mit den Interessengruppen der Branche koordiniert, um ihre Umsetzung zu planen. Im Zuge der zweiten energetischen Transformation ist ein Ausbau der Infrastruktur unvermeidbar, was jedoch wiederum Investitionsmöglichkeiten bietet.²¹

Zusammenfassend verfügt Uruguay vor allem über zwei strategische Vorteile: Erstens eine hohe Verfügbarkeit von natürlichen Ressourcen und damit verbunden ungenutzten freien Kapazitäten für die Produktion von grünem Wasserstoff. Zweitens hat das Land bereits in seiner ersten energetischen Transformation Erfahrungen mit Energie aus erneuerbaren Energien gesammelt. Für weitere Projekte sind vor allem folgende Bereiche von Interesse:

- Erzeugung erneuerbarer Energie (Fokus auf Photovoltaik, Wind) für die H₂-Produktion;
- Installation von Wasserstoffanlagen;
- Produktion von Derivaten wie z.B. Ammoniak oder E-Methanol;
- Bau von Verkehrsinfrastruktur für die Verteilung und den Export.

Einige der in Kapitel 4 vorgestellten bereits geplanten Projekte umfassen alle diese Schritte der Produktion von der Energieerzeugung bis zum Export. Andere fokussieren sich auf Teile der Produktionskette und kooperieren mit anderen Marktteilnehmern, etwa zur erfolgreichen Ausfuhr von grünem Wasserstoff und seinen Derivaten unter anderem nach Deutschland.

¹⁹ Instituto Nacional de Estadística (2024)

²⁰ World Bank (2024 a)

²¹ Ministerio de Industria Energía y Minería (2023 a)

3. Zielgruppe in der deutschen Energiebranche

Die Produktion von grünem Wasserstoff gilt in Uruguay zweifellos als der dynamischste Sektor der Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien. Es laufen bereits erste staatliche Ausschreibungen und Produktionsprojekte, die auf den internationalen Exportmarkt ausgerichtet sind. Der Eintritt in den uruguayischen Markt zur Produktion von grünem Wasserstoff wird also vermutlich im staatlich geförderten Rahmen geschehen. Dieser muss jedoch, auch wenn es einzelne Ansätze gibt, in großen Teilen noch erstellt werden (siehe Kapitel 6 und 7).

Deutsche Unternehmen verfügen über einen Wettbewerbsvorteil durch ihr Fachwissen und fortschrittliche Technologien in den Bereichen Elektrolyse, Energiespeicherung, Infrastrukturentwicklung und Integration erneuerbarer Energiequellen. Durch die Nutzung ihres Wissens und ihrer Netzwerke können sie zur Produktion, Speicherung und Nutzung von grünem Wasserstoff und Derivaten in Uruguay beitragen. Dabei dienen bilaterale Verträge, wie die neue Energiepartnerschaft zwischen Uruguay und Deutschland, als Sprungbrett für Unternehmen und Staaten auf beiden Seiten. Deutsche Unternehmen wie ENERTRAG und Linde gelten als Vorreiter, die sich im uruguayischen grünen Wasserstoffsektor engagieren.

Konkret sind insbesondere die folgenden Unternehmen stark nachgefragt:

- Consulting-Unternehmen im Bereich nachhaltiger, erneuerbarer Energiesysteme,
- Systemhersteller /Technologien aus dem Bereich erneuerbarer Energien: Wind, Photovoltaik und ggf. Biomasse,
- Systemhersteller /Technologien aus dem Bereich Wasserelektrolyse,
- Systemhersteller /Technologien aus dem Bereich Carbon Capture and Storage / Usage (CCS / CCU),
- Systemhersteller /Technologien aus dem Bereich Methanolsynthese (grün),
- Engineering-Unternehmen aus den vorher genannten Bereichen,
- Anlagenbau-Unternehmen aus den vorher genannten Bereichen,
- Bauunternehmen (Seehafenbau; Infrastrukturbau),
- Hauptkomponentenlieferanten: Dampfturbinen, Spiegel, Absorberrohre, elektrische Heizer, Wärmetauscher, Dampferzeuger, Thermoöl, Thermosalz, Photovoltaik-Module, Inverter, Elektrolyseure, Aminwäscher (CCS/CCU), Reaktoren, Katalysatoren, Destillations-/Rektifikationskolonnen etc.

Uruguay hat explizit das Ziel formuliert, grünen Wasserstoff und seine Derivate nicht nur für den heimischen Markt zu produzieren, sondern diese auch zu exportieren. Angesichts des zunehmenden Bedarfs an grünem Wasserstoff und seinen Derivaten weltweit, um die Dekarbonisierung in den Industrie- und Verkehrssektoren voranzutreiben, besteht die Möglichkeit einer Kooperation und Unterstützung deutscher Unternehmen bei der Umsetzung und Durchführung des Exports aus Uruguay. Zum Beispiel wurden bereits Vereinbarungen zwischen dem Hamburger Hafen und Uruguay sowie zwischen dem Rotterdamer Hafen und Uruguay unterzeichnet, um die Zusammenarbeit beim Export von grünem Wasserstoff zwischen jeweils beiden Ländern zu vertiefen.²²

²² Experteninterview II (2023)

4. Potenzielle Partner und Wettbewerbsumfeld

Da im uruguayischen Energiemarkt eine Zusammenarbeit mit staatlichen Unternehmen und Institutionen unvermeidbar ist, sollen im Folgenden zunächst die wichtigsten Ministerien und Verwaltungsorganisationen vorgestellt werden. Im Anschluss folgen die bedeutsamsten Referenzprojekte des Landes für die Produktion von grünem Wasserstoff und E-Methanol vorgestellt.

4.1 Ministerien und Verwaltungsorganisationen

ANII: Agentur für Forschung und Innovation

Nationale Agentur. ANII fördert Forschung, Anwendung neuer Erkenntnisse und Unternehmertum in Uruguay. Sie vergibt Gelder für Forschungsprojekte, Stipendien und Programme zur Förderung von Innovation. Die ANII hat das Nationale Forschensystem entwickelt und das Portal Timbó geschaffen, das allen Uruguayer kostenlosen Zugang zu wissenschaftlichen Veröffentlichungen bietet.²³

AUH: Uruguayische Wasserstoffvereinigung

Die AUH wurde zu Beginn 2024 ins Leben gerufen mit dem Ziel, die Forschung und technologische Entwicklung im Zusammenhang mit grünem Wasserstoff zu fördern und Uruguay als führend in der aufstrebenden Industrie zu positionieren. In diesem Sinne hat die Vereinigung das Ziel, die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und akademischen Institutionen zu fördern und auch mit der Regierung bei der Entscheidungsfindung im Bereich Wasserstoff zusammenzuarbeiten. Sie besteht bisher aus den folgenden Akteuren: AHK Uruguay, Uruguayischer Verband für Erneuerbare Energien (AU-DER), Uruguayischer Verband der privaten Stromerzeuger, Baukammer von Uruguay, die Industrie- und Handelskammer und die Uruguayische Logistikkammer, Handelskammer Uruguay-Nordische Länder (CAUN).²⁴

LATU: Technologisches Laboratorium von Uruguay

Nicht-staatliche Einrichtung des öffentlichen Rechts mit mehreren untergeordneten Stiftungen. Im Energiesektor ist die wichtigste die Stiftung „Latitud“, deren Ziel es ist, Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsprojekte zu entwickeln, die auf die Bedürfnisse der Industrie und des Landes abgestimmt sind. Um dieses Ziel zu erreichen, hat sie die Aufgabe, dem produktiven Sektor innovative und qualitativ hochwertige Lösungen zu bieten, die für den internationalen Markt geeignet sind.²⁵

MIEM: Ministerium für Industrie, Energie und Bergbau

Ministerium der Zentralregierung Uruguays. Das MIEM ist für die Gestaltung und Umsetzung der Regierungspolitik in den Bereichen Industrie, Energie, Bergbau, Telekommunikation, audiovisuelle und postalische Kommunikationsdienste, gewerbliches Eigentum sowie Kleinst-, Klein- und Mittelunternehmen zuständig. Darüber hinaus ist es für die Leitung der Umgestaltung und Stärkung des nationalen Produktionsapparats, seiner Energie- und Kommunikationsinfrastruktur im

²³ ANII (2024)

²⁴ H2LAC (2024)

²⁵ LATU (2024)

Hinblick auf eine nachhaltige und integrative Entwicklung im Rahmen der regionalen Integration und der Eingliederung in eine globalisierte Welt zuständig.²⁶

MTOP: Ministerium für Verkehr und öffentliche Arbeiten

Ministerium der Zentralregierung Uruguays. Das MTOP hat im Laufe seiner Geschichte eine Schlüsselrolle beim Aufbau von Infrastrukturen für die Entwicklung gespielt und sich dabei an die wechselnden Bedürfnisse des Landes angepasst. Derzeit besteht das MTOP aus sechs nationalen Direktionen, die sich mit der Planung und Verwaltung der Infrastruktur befassen, die Integration der verschiedenen Verkehrsträger fördern und Uruguay als regionalen Knotenpunkt positionieren.²⁷

Uruguay XXI

Staatliche Agentur. Uruguay XXI dient dem Ziel der Förderung von Exporten aus Uruguay, ausländische Investitionen und dem Image des Landes. Um das zu erreichen, arbeitet sie an der Erhöhung der Exportkapazität und Wettbewerbsfähigkeit von uruguayischen Unternehmen. In der zweiten Energiewende Uruguays konzentriert sich der Aufgabenbereich auf die Entwicklung der Wertschöpfungskette von grünem Wasserstoff und seinen Derivaten. Ausgesprochenes Ziel ist die Positionierung Uruguays als international wettbewerbsfähige Exportnation von grünem Wasserstoff.²⁸

Die Energieversorgung wird insbesondere von staatlichen Unternehmen dominiert, allen voran ANCAP und UTE.

ANCAP: Nationale Behörde für Kraftstoffe, Alkohol und Portland von Uruguay

ANCAP ist ein großes staatliches Unternehmen im Energiesektor. Im Unterschied zu UTE ist es hauptsächlich im Bereich der fossilen Brennstoffe tätig mit dem Schwerpunkt der Raffination und Vermarktung von Erdölprodukten wie Benzin, Diesel und Flüssiggas. Damit nimmt das Unternehmen eine Schlüsselrolle bei der Sicherstellung einer stabilen Versorgung des Transportsektors und der Industrie mit petrochemischen Produkten. ANCAP bezeichnet die Transition zu erneuerbaren Energien in diesen Bereichen als seine zentrale Mission. Als staatliches Unternehmen ist es bei diesem Vorhaben der zweiten Energiewende verpflichtet.²⁹

UTE: Nationale Verwaltung für Kraftwerke und elektrische Übertragungen von Uruguay

UTE ist ein öffentliches Energieunternehmen, das sich mit der Erzeugung, Übertragung, Verteilung und Vermarktung von elektrischer Energie in Uruguay befasst. Nach eigener Aussage arbeitet es daran, elektrische Energie im Land erschwinglich zu machen und bietet Beratungs- und technische Unterstützungsdienste an. UTE verfolgt einen Managementansatz, der darauf abzielt, öffentlichen Mehrwert zu schaffen und eine nachhaltige Stromversorgung für alle Bürger und Unternehmen sicherzustellen. Das Unternehmen nutzt erneuerbare Energiequellen wie Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik sowie thermische Energie. Es betreibt eigene Kraftwerke und hat auch Verbindungen nach Argentinien und Brasilien, um seine Stromversorgung zu stärken.³⁰

²⁶ Ministerio de Industria Energía y Minería (2024 a)

²⁷ Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2024 a)

²⁸ Uruguay XXI (2024 a)

²⁹ ANCAP (2024)

³⁰ UTE (2024)

Private Akteure bewegen sich im Rahmen dieser staatlichen Energieversorger und Ministerien. Wie diese Zusammenarbeit aussehen kann, zeigt seit 2022 das Pilotprojekt „H2U“, das mit dem Präsidialbeschluss 294/022 ins Leben gerufen wurde und die langfristige Entwicklung bzw. Förderung von grünem Wasserstoff vorsieht. Die Zusammenarbeit zwischen öffentlichem und privatem Sektor soll anhand von exemplarischen Programmschwerpunkten erläutert werden:

1. H2U Innovation:

Die Förderung von Innovation und Forschung im Bereich grüner Wasserstoff und Derivate durch verschiedene Mechanismen und Fonds sind das MIEM, die ANII, das LATU und der akademische Sektor zuständig. Ein neu geschaffener Sektorfonds für Wasserstoff unterstützt innovative Forschungsprojekte. Bei der Generierung von Ideen und insbesondere bei deren Durchführung werden diese öffentlichen Einrichtungen/ Einrichtungen des öffentlichen Rechts mit privaten und staatlichen Firmen zusammenarbeiten.

2. H2U Offshore:

Das MIEM und ANCAP sind für die Untersuchung des Potenzials von Offshore-Windenergie im Atlantik verantwortlich. Ihre Analysen dienen als Grundlage für die Investition von privaten Firmen auf aller Welt.

ANCAP ist verantwortlich für die Ausschreibung von Offshore-Gebieten für Energieunternehmen. Dafür führt das staatliche Unternehmen Studien zur möglichen Installation von Infrastruktur für die Produktion von grünem Wasserstoff aus erneuerbaren Offshore-Energien durch. Das Unternehmen beabsichtigt, 10 der definierten 20 Blöcke für die Installation von Windparks auszuschreiben, um grünen Wasserstoff herzustellen. Die gesamten Wasserstoffderivate, die Offshore gewonnen werden, sind für den Export gedacht. ANCAP nimmt in dem Projekt die Rolle des Vermittlers und Anbieters der Grundlagen an. Es stellt den Unternehmen die eigene Infrastruktur bereit, verzichtet jedoch auf direkte Investitionen im Vorgang, wodurch diese auf die privaten Unternehmen fallen.³¹

3. H2U Infrastruktur:

Mit dem Hafen von Montevideo, der Möglichkeit, die im Bau befindliche Zentralbahn, Wasserstraßen und Straßen, verfügt Uruguay über die nötigen Grundlagen der Infrastruktur. Für die Erreichung des Ziels der nationalen Dekarbonisierung des Exports ist die Entwicklung neuer Stromübertragungsnetze, Gasleitungen und potenziell Hafenanlagen erforderlich. Die hierbei verantwortlichen Institutionen sind das MIEM, das MTOP, die nationale Hafenverwaltung (ANP), ANCAP und UTE. Bauunternehmen werden zur Umsetzung dieser geplanten Infrastruktur benötigt werden.³²

4.2 Referenzprojekte

Im Folgenden werden die vier bedeutsamsten Referenzprojekte des Sektors vorgestellt. Wichtig ist hierbei anzumerken, dass noch keine dieser Anlagen im Betrieb ist und sich die bestehende geringe Produktion von Wasserstoff auf die unten beschriebene fossile Herstellung durch ANCAP beschränkt.

³¹ Experteninterview II (2023)

³² Ministerio de Industria Energía y Minería (2022 a)

Tambor Green Hydrogen Hub

Das erste in Uruguay veröffentlichte Projekt zur Produktion von grünem Wasserstoff ist der Tambor Green Hydrogen Hub, eine Kollaboration zwischen SEG Ingeniería und dem deutschen Unternehmen ENERTRAG. In der Ortschaft Tambores in Tacuarembó sollen mit Hilfe von selbst erzeugten 350 MW Wind- und Solarenergie, einem Elektrolyseur und Wasserstoffraffinerien um die 15.000 Tonnen grünen H₂ pro Jahr produziert werden, die anschließend in E-Methanol umgewandelt werden. Das in Uruguay produzierte E-Methanol könnte etwa 10 % des Methanols ersetzen, das in der größten deutschen Raffinerie konventionell hergestellt wird.³³ Der Elektrolyseur soll in der ersten Phase eine Kapazität von 138 MW aufweisen, jedoch in Phase 2 und 3 auf 500 MW bzw. 1 GW erweitert werden. Die finale Investitionsentscheidung erfolgt im Jahr 2025 und voraussichtliche Inbetriebnahme im Jahr 2027.³⁴

H24U

Am 16. Mai 2023 wurde bekanntgegeben, dass die uruguayischen Firmen Saceem und CIR mit dem Projekt H24U die Gewinner eines von MIEM, ANII und LATU mit 10 Mio. USD über 10 Jahre geförderten Wettbewerbes sind. Das gesamte Projekt sieht eine Investition von 43,5 Mio. USD vor und wird sich initial auf den Schwerlastverkehr fokussieren. Der Schwerlastverkehr ist verantwortlich für etwa 36 % der nationalen Treibhausgasemissionen und wird derzeit fast ausschließlich mit Erdölderivaten versorgt.³⁵ Das Projekt sieht die Entwicklung, das Engineering und die Produktion von grünem Wasserstoff vor, der in speziell angepassten Lastwagen für den Forsttransport eingesetzt werden soll. Hierfür soll ein PEM-Elektrolyseur mit einer Kapazität von 2,5 MW bis 5 MW (1000kg H₂ pro Tag) bis 2025 errichtet werden.^{36 37 38}

In einer späteren Phase könnte das Projekt in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Conecta grünen Wasserstoff in das bestehende Erdgasnetz in Paysandú einspeisen, was als Pilotprojekt dienen würde, um die zukünftige Einbindung in größerem Maßstab in die schrittweise Dekarbonisierung der Erdgasnetze zu bewerten. Diese beiden Initiativen sind auf eine integrierte Art und Weise konzipiert, indem LKWs speziell für die Bedürfnisse des uruguayischen Forstmarktes entwickelt werden und die Produktion von grünem Wasserstoff an einem einzigen Ort zentralisiert wird, um die gleiche LKW-Flotte zu versorgen.³⁹

Kahirós

Ein ähnliches Projekt namens Kahirós sieht in Fray Bentos ebenfalls die Produktion von jährlich 74 Tonnen grünen Wasserstoff mit einem 2MW-Elektrolyseur sowie die Umrüstung von Schwerlastern vor. Diese sollen für die Zellulosefabriken in Fray Bentos eingesetzt werden. Beteiligt an dem Projekt sind die uruguayischen Unternehmen Ventus, Fraylog und Fido-car. Die Inbetriebnahme soll im 2. Halbjahr 2026 erfolgen.^{40 41}

³³ SEG Ingeniería (2022)

³⁴ Präsentation Hydrogen World Summit 2024

³⁵ Banco Interamericano de Desarrollo (2021)

³⁶ Energía Estratégica (2023)

³⁷ Uruguay XXI (2023)

³⁸ ANCAP (2023)

³⁹ Ministerio de Industria Energía y Minería (2023 b)

⁴⁰ El País (2024 b)

⁴¹ Präsentation auf dem World Hydrogen Summit 2024

HIF Global

Für das vierte derzeit von der Wirtschaft und den staatlichen Behörden angekündigte Projekt bezüglich grünen Wasserstoffs hat ANCAP das Unternehmen HIF Global ausgewählt. Ziel sind jährlich 180.000 Tonnen synthetische Brennstoffe herzustellen. Dies erfolgt durch die Abscheidung von Kohlendioxid aus der Verbrennung von Biomasse und die Destillation von Getreidealkohol von Alur in Paysandú. Zusätzlich ist die Produktion von 100.000 Tonnen grünem Wasserstoff pro Jahr geplant. Um dies zu erreichen, sieht die neue Anlage die Installation eines alkalischen Elektrolyseurs mit einer Leistung von 1 GW und die Realisierung von zusätzlichen 2 GW erneuerbarer Stromerzeugung im Land aus Photovoltaik und Windkraft vor. Der Bau des Elektrolyseurs soll bis 2026 erfolgen.⁴² Finale Ziel des Projekts ist der Export und es sind Investitionen von 3.985 Mio. USD geplant.^{43 44}

Linde

Auch das deutsche Unternehmen Linde hat Uruguay als eines der Länder identifiziert, in denen es sich auf die Entwicklung von Projekten und Produktion von grünem Wasserstoff Projekten und Derivaten konzentrieren will. Obwohl es noch keine konkreten Projekte in Uruguay gibt, kann Linde die gesamte Wasserstoff-Wertschöpfungskette abdecken, vom Elektrolyseur bis hin zur H₂-Verflüssigung, Kompression, Lagerung, weiteren Umwandlung in Ammoniak oder Methanol, H₂-Verteilung per Tankwagen oder Tankstellen, die über das auf den Einsatz von Wasserstoffderivaten in schweren Lastwagen, Bussen, Zügen oder Autos ausgerichtet sind. Linde bietet an, in H₂-Produktionsanlagen zu investieren, sich mit lokalen Endnutzern vertraglich zu binden und langfristige Exporte nach Europa zu sichern. Darüber hinaus plant Linde, seine Präsenz in Uruguay und Südamerika zu nutzen, um die Abnahmemengen zu erhöhen und somit die Stückkosten für Projekte zu senken. Dafür sucht es vor allem nach lokalen Partnern.⁴⁵

5. Technische Lösungsansätze

Der Chronologie der Produktionskette von grünem Wasserstoff folgend, sollen zunächst technische Lösungsansätze für die Produktion von erneuerbarem Strom vorgestellt werden. Laut der Wasserstoff-Roadmap des MIEM sind Stromgewinnung aus Photovoltaik und Wind die ausbaufähigsten Quellen.

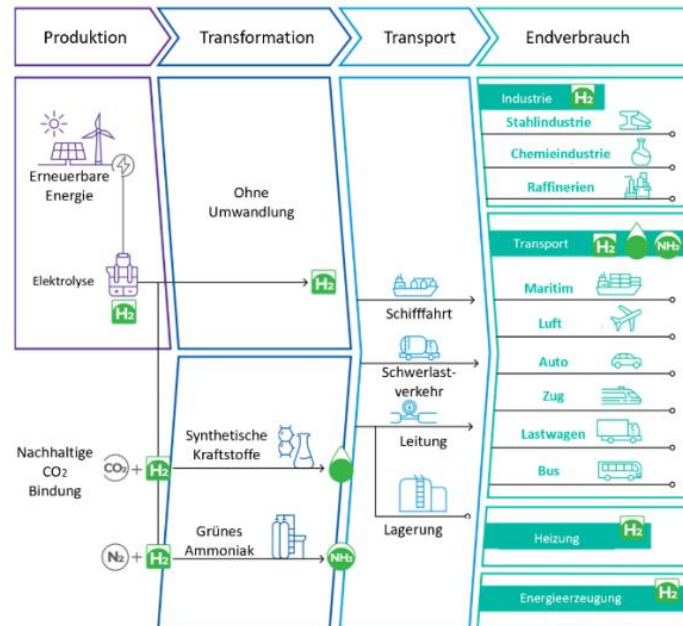
⁴² Uruguay XXI (2023)

⁴³ El País (2024 c)

⁴⁴ H2LAC (2023)

⁴⁵ Ministerio de Industria Energía y Minería (2024 b)

Abbildung 1: Verwendung von Wasserstoff in verschiedenen Sektoren als Energiequelle oder Ausgangsstoff

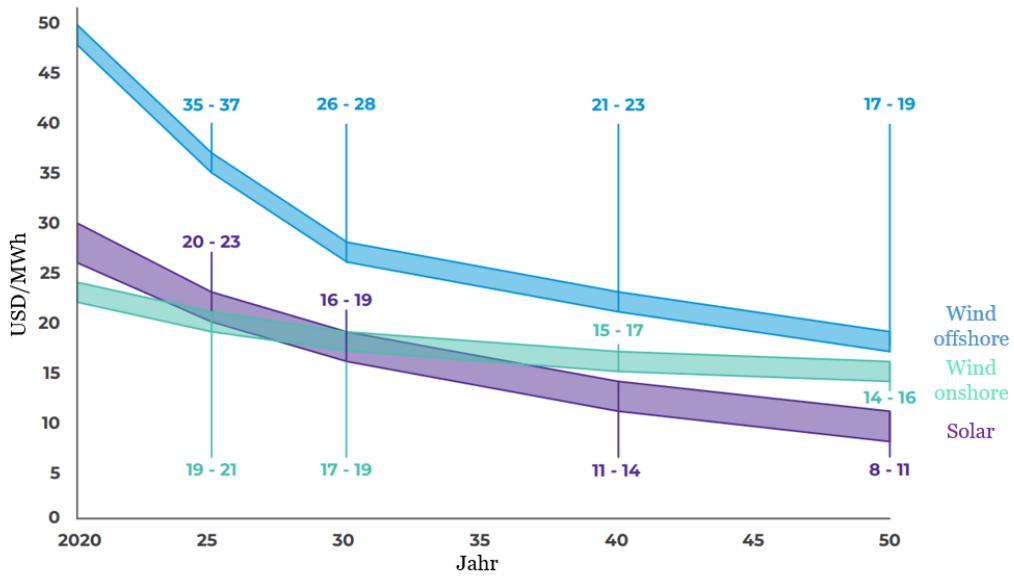


Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Wasserstoff-Roadmap (Ministerio de Industria Energía y Minería 2023 a)

5.1 Produktion von grünem Strom

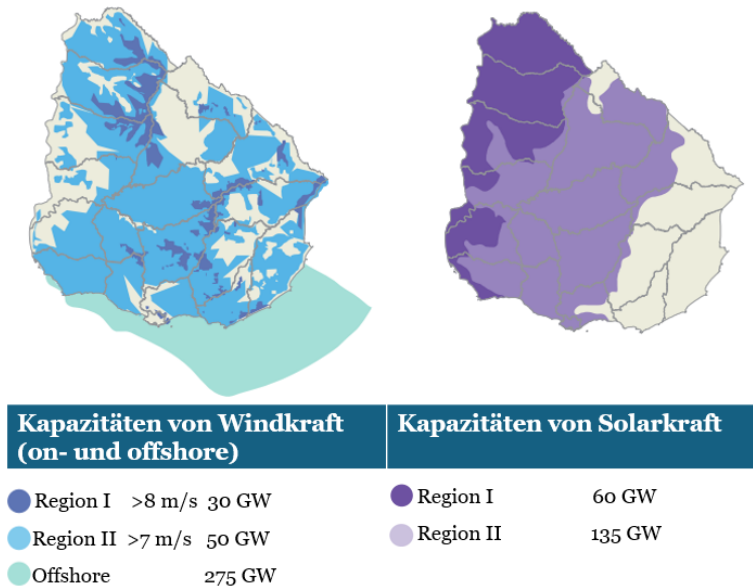
Bezüglich der Stromproduktion aus Wind ist zwischen Off- und On-Shore Windparks zu unterscheiden. Strom von On-Shore-Windanlagen wird laut uruguayischer Regierung Stromgestehungskosten im Bereich von 15 USD/MWh bis 2040 erreichen. Das MIEM unterscheidet zwischen zwei Regionen für Windräder: In der Region I kann eine Kapazität von 30 GW mit Winden von 8-9 m/s erreicht werden und in der Region II weitere 50 GW mit bei Winden von 7-8 m/s. Strom aus Offshore-Wind wird Stromgestehungskosten von etwa 21 USD/MWh bis 2040 erreichen bei einer zusätzlichen Kapazität von 275 GW. Bezüglich der Stromproduktion mit Photovoltaik geht die uruguayische Regierung von Kosten im Bereich von 11 USD/MWh bis 2040 aus. Auch hier wird zwischen einer besser geeigneten Region I und einer schlechter geeigneten Region II unterschieden. Region I mit Kapazitätsfaktoren zwischen 25% und 28% eröffnet die Möglichkeit einer Kapazität von 60 GW. Region II mit Ressourcen mittlerer Qualität (Kapazitätsfaktoren zwischen 20% und 24%) ermöglichen weitere 135 GW.

Abbildung 2: Nivellierte Energiekosten (ohne Transportkosten) in großem Maßstab (+500 MW), in USD/MWh



Quelle: Wasserstoff-Roadmap (Ministerio de Industria Energía y Minería 2023 a)

Abbildung 3: Potenzielle Kapazitäten (GW) nach erneuerbaren Energiequellen



Quelle: Wasserstoff-Roadmap (Ministerio de Industria Energía y Minería 2023 a)

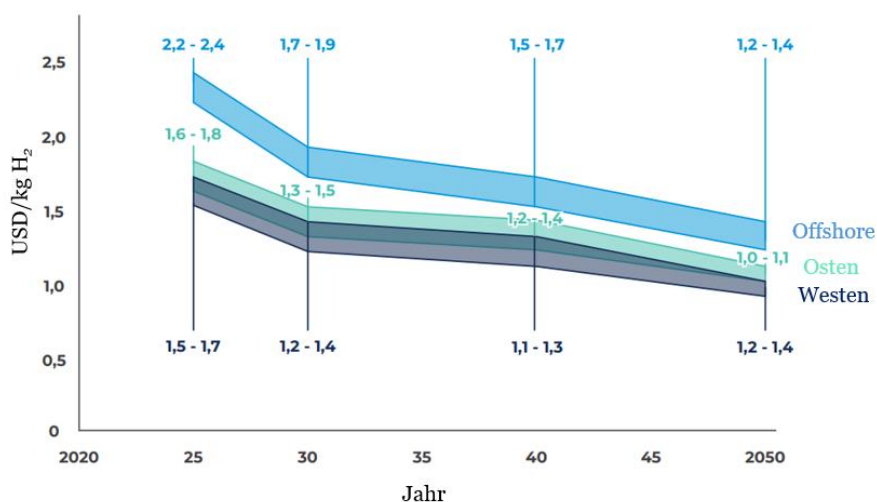
5.2 Wasserstoffproduktion mit Elektrolyse

Die gewonnene Energie wird für den nächsten Schritt der Elektrolyse gebraucht; hierfür gibt die uruguayische Regierung jedoch keine Technologie vor. Wie oben beschrieben sind für die Referenzprojekte – falls bereits bekannt – alkalische sowie PEM-Elektrolyseverfahren vorgesehen.

Die bisherige Produktion von Wasserstoff in Uruguay jenseits von den geplanten grünen Pilotprojekten geschieht in der Raffinerie von ANCAP. Die dafür genutzten Technologien sind zumeist internationalen Ursprungs. Der Raffinerieprozess basiert auf dem des Katalytischen Reforming (CCR), bei dem Erdölnaphtha mit niedrigem Oktanwert in flüssige Produkte mit hohem Oktanwert, sogenannte Reformate, transformiert.⁴⁶ Der importierte Katalysator zur Dampfreformierung stammt aus Frankreich, das Sicherheitssystem aus den Vereinigten Staaten, ebenfalls das Kontroll- und Regulierungssystem. Der Wasserstofftrenner und der Wärmetauscher werden sowohl im Inland als auch im Ausland produziert, wobei der Großteil des Wasserstofftrenners in Frankreich und des Wärmetauschers in Argentinien und Schweden hergestellt wurden. Der Kompressor wurde aus Japan und den Niederlanden importiert.⁴⁷

Uruguays Importabhängigkeit für Technologie für die Herstellung von Wasserstoff wird auch nach der Umstellung auf grünen Wasserstoff erhalten bleiben. Hierbei gilt es die Produktionskapazitäten für die nationalen Ziele der Dekarbonisierung des Verkehrs und der Industrie aufzubauen und weitere Kapazitäten für den international wettbewerbsfähigen Export. Grüner Wasserstoff kann in Elektrizität oder synthetische Brennstoffe umgewandelt und für verschiedene Zwecke in Haushalten, Gewerbe, Industrie oder Mobilität verwendet werden. Er stellt insbesondere für Sektoren, in denen eine elektrische Lösung nicht möglich ist, wie der Schwerlastverkehr, der Luftfahrt, Hochtemperaturprozesse in der Industrie, eine wichtige Option dar. Wie oben dargelegt, bietet Uruguay Möglichkeiten zur Produktion zu international wettbewerbsfähigen Preisen. Für 2030 geht die uruguayische Regierung von Kosten der Produktion von grünem Wasserstoff zwischen 1,2 und 1,4 USD pro Kilogramm aus, was auch in der folgenden Graphik veranschaulicht wird. Diese Kosten beinhalten jedoch nicht den langen Transport nach Europa – von Montevideo bis Rotterdam dauert dieser zwischen 30 und 40 Tage.^{48 49}

Abbildung 4: Produktionskostenkurve für Wasserstoff nach Regionen in Uruguay, USD/kgH₂



Quelle: Darstellung und Zahlen übernommen von der Hoja de Ruta (Ministerio de Industria Energía y Minería 2023 a)

⁴⁶ Chart Industries (2024)

⁴⁷ Expertenumfrage (2023)

⁴⁸ Ministerio de Industria Energía y Minería (2023 a)

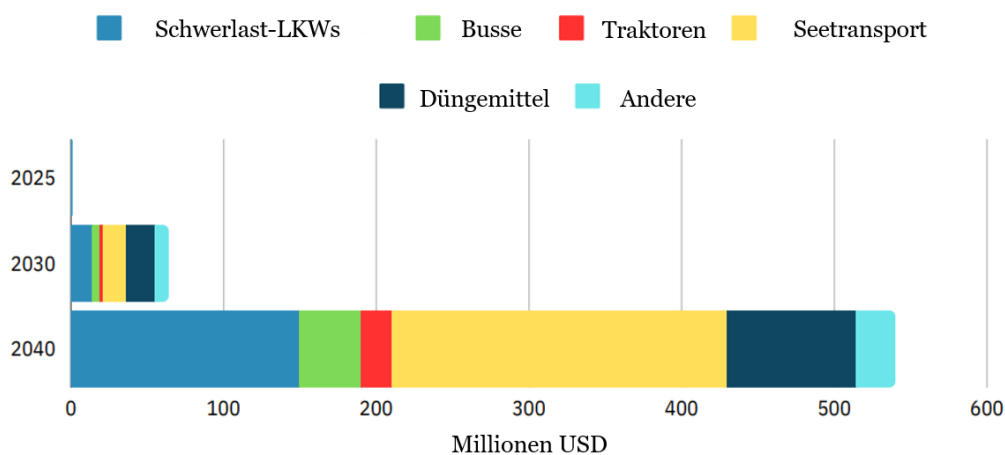
⁴⁹ Experteninterview III (2024)

Gemäß der Wasserstoff-Roadmap sieht die Regierung bis Ende 2025 eine Wasserstoff-Produktionskapazität von bis zu 20 MW sowie weiteren 100-200 MW in Entwicklung vor. Dies soll auf circa 1 GW bis 2030 und 9 GW (inkl. der Derivate) bis 2040 gesteigert werden.⁵⁰

5.3 Produktionswert des grünen Wasserstoffs und der Derivate

Des Weiteren hat Uruguay seine Ambitionen in der Produktion von Derivaten von grünem Wasserstoff formuliert. Zusammenfassend plant Uruguay sich als Exporteur von Wasserstoff zu positionieren, mit der Fähigkeit, ihn in großem Maßstab zu produzieren. Zusätzlich erwägt Uruguay, als potenzieller Produzent von Ammoniak für grüne Düngemittel, eine Entwicklung in diesem Bereich. Neben der Bewertung des Wasserstoffs für den Export strebt Uruguay auch die Entwicklung eines lokalen Marktes an. Bis 2040 wird erwartet, dass dieser Markt durch den inländischen Schiffsverkehr, die Stromerzeugung und die Ammoniakproduktion einen Wert von 600 bis 1.000 Mio. USD erreichen könnte. Für den inländischen Markt wird ein Wert von über 500 Mio. USD erwartet. Grüne Düngemittel werden als einer der Hauptmärkte betrachtet, da Uruguay eine intensive Nutzung von Düngemitteln hat, die derzeit hauptsächlich aus fossilen Quellen importiert werden. Die Möglichkeit, eine nationale Industrie für diese erneuerbaren Rohstoffe zu schaffen, ist daher von grundlegender Bedeutung.

Abbildung 5: Gesamter vorhandener Inlandsmarkt für Wasserstoff und Derivate in Uruguay 2040



Quelle: Darstellung übernommen vom Düngemittelbericht der AHK nach Zahlen des MIEM (Rivas, Luisa 2024)

⁵⁰ Ministerio de Industria, Energía y Minería (2023 a)

6. Relevante rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen

6.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

Grundlagen des uruguayischen Staatsaufbaus:

Nach einer über hundertjährigen demokratischen Tradition mit mehreren Unterbrechungen durch autokratische Phasen, herrscht seit 1986 mit dem Ende der zivil-militärischen Diktatur das demokratischste Regime der uruguayischen Geschichte.⁵¹ In der Verfassung von 1967 wurde eine demokratische, rechtsstaatliche Präsidentialrepublik verankert, die Grundsätze der Gewaltenteilung zwischen Exekutiver, Judikativer und Legislativer sind genauso beinhaltet wie ein strenger Laizismus. Uruguay hat einen Sozialstaat nach europäischem Vorbild mit umfangreichen Arbeitnehmerrechten. Heutzutage hat sich Uruguay dank stabiler demokratischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Entwicklung zu einem Vorreiter in der Region entwickelt.⁵²

Die Exekutive in Uruguay besteht aus dem Staatspräsidenten, der sowohl Staatsoberhaupt als auch Regierungschef ist und für fünf Jahre vom Volk gewählt wird. Der aktuelle Präsident ist Luis Lacalle Pou. Der Kandidat der mitte-rechts Partei *Partido Nacional* wird auch bei den diesjährigen Wahlen am 27. Oktober wieder antreten. Der aussichtsreichste Herausforderer ist Yamandú Orsi von der mitte-links Partei *Frente Amplio*. Experten gehen von einer Stichwahl zwischen den beiden Kandidaten aus, die entscheiden wird, wer das höchste uruguayische Staatsamt zwischen 2025 und 2030 ausüben wird.⁵³ Auf regionaler Ebene haben die Leiter der *Departamentos*, sogenannte *Intendente*, partielle Exekutivgewalt und werden direkt von der Regionalbevölkerung für fünf Jahre gewählt.⁵⁴

Die Judikative wird vom Obersten Gerichtshof geleitet, dessen Mitglieder von der Generalversammlung ernannt werden. Sie entscheiden über Verstöße gegen das Völkerrecht, die Verfassungsmäßigkeit von Gesetzen und Streitigkeiten im Zusammenhang mit den *Departamentos*.⁵⁵ Die Legislative besteht aus der Abgeordnetenkammer und der Senatorenkammer, die zusammen die Generalversammlung bilden. Die Mitglieder werden für fünf Jahre gewählt. Gesetzesinitiativen können von Regierung, Kammern oder der Bevölkerung eingebracht werden und erfordern Zustimmung beider Kammern sowie der Exekutive, um in Kraft zu treten.⁵⁶

Entwicklung des juristischen Rahmens der erneuerbaren Energien:

Die Entwicklung der uruguayischen Gesetze im Bereich erneuerbare Energien begann in den 1990er Jahren unter der Präsidentschaft von Luis Alberto Lacalle (1990-1995). Zu dieser Zeit wurden erneuerbare Energien noch nicht in die Energiepolitik integriert und Uruguay war stark von argentinischen Erdgasexporten abhängig. Nach der wirtschaftlichen Krise von

⁵¹ Chasquetti und Buquet (2004)

⁵² Auswärtiges Amt (2024)

⁵³ Bloomberg Línea (2024)

⁵⁴ Intendencia de Montevideo (2024)

⁵⁵ Poder Judicial Uruguay (2024)

⁵⁶ Parlamento de Uruguay (2024)

2001 und dem Rückgang der Importe musste Uruguay einen Kurs in die Selbstständigkeit einschlagen. 2002 wurde das erste Gesetz verabschiedet, das die Herstellung erneuerbarer Energien aus nationalen Ressourcen zum nationalen Interesse erklärte. In den 2000er und 2010er Jahren nahm die Anzahl der Dekrete und Gesetze aufgrund des starken Wirtschaftsaufschwungs Uruguays und der weltweiten Klimakrise deutlich.⁵⁷ Zudem ist der Schutz der Umwelt nach Artikel 47 der uruguayischen Verfassung ein öffentliches Interesse.

Fehlen eines spezifischen Rahmens für die Produktion von grünem Wasserstoff:

Da sich die Produktion und Vermarktung von grünem Wasserstoff und Derivaten im Vergleich zur Solar- und Windenergieproduktion noch in einer initialen Phase befindet, arbeitet Uruguay an klaren juristischen Rahmenbedingungen. Aus der H2U Roadmap lässt sich jedoch entnehmen, dass in Übereinstimmung mit den Befugnissen, die der Regulierungsbehörde für Energie- und Wasserdienstleistungen (URSEA) gemäß Artikel 150 des Gesetzes Nr. 19.996 von 2021 über die Rechenschaftspflicht übertragen wurden, Verordnungen über die Produktion, die Speicherung und den Transport von Wasserstoff in Zukunft erlassen werden. Auf diese Weise werden klare technische und sicherheitstechnische Standards für diesen Energievektor und seine Derivate festgelegt. Die Entwicklung von H2-Infrastrukturen impliziert die Dezentralisierung von Aktivitäten industrieller Tätigkeiten in ländlichen Gebieten, was die Neueinstufung von Böden mit sich bringen kann. Im Zuge der Fortschritte werden die bestehenden Hindernisse und die Notwendigkeit, neue Anreize oder Beschränkungen zu schaffen, ermittelt und an die Chancen und Herausforderungen des Sektors angepasst. Im Folgenden sollen bereits vorhandene themenbezogene Gesetze vorgestellt werden.

Gesetz zur Förderung und zum Schutz von Investitionen (Ley 16.906):

Das Gesetz Nr. 16.906 unterscheidet zwischen allgemeinen und spezifischen Steueranreizen. Diese gelten ohne Diskriminierung von ausländischen Investoren, was auch für alle anderen Gesetze gilt. Ein spezifischer Sektor, der durch Rechtsverordnungen gefördert wird, ist die Energieerzeugung, einschließlich grünem Wasserstoff. Die spezifische Verordnung ist das Dekret Nr. 268/020, das eine Förderregelung vorsieht. Unternehmen, die dem Ministerium für Industrie, Energie und Bergbau (MIEM) Investitionsprojekte vorlegen, können Punkte erhalten.⁵⁸ Investitionen in die Produktion von "Industriegütern mit Spitzentechnologie gemäß der Standard International Trade Classification" schneiden am besten ab. Die Verwendung von grünem Wasserstoff in der Produktion zählt als eine dieser Spitzentechnologien. Wenn das MIEM feststellt, dass ein Unternehmen die Bedingungen erfüllt, führt dies zu einer höheren Befreiung von der Einkommensteuer auf wirtschaftliche Tätigkeiten. Die spezifische Punktzahl hängt davon ab, ob das Investitionsprojekt in direktem Zusammenhang mit dem zu bewertenden Produkt steht.⁵⁹

Elektrizitätsregulierungsrahmen (Ley 18.832):

Diese Regulierung garantiert jedem privaten und öffentlichen Subjekt die Freiheit zur Generation von elektrischer Energie. Zudem wird die Übertragung und die Verteilung der Elektrizität zur Aufgabe von UTE erklärt, solange das Ziel des Stroms zumindest teilweise in regelmäßiger oder permanenter Frequenz die Versorgung Dritter ist.⁶⁰

⁵⁷ Oficina de Planeamiento y Presupuesto (2019)

⁵⁸ Uruguay XXI (2024 b)

⁵⁹ Uruguay XXI. (2022)

⁶⁰ Uruguay XXI (2024 b)

Nationale Wasserpolitik (Ley 18.601):

Das Gesetz Nr. 18.601 stellt fest, dass die Bewirtschaftung der Wasserressourcen auf partizipativen Prozessen basieren muss. Die Verordnung zum Gesetz 18.601 über die Umweltverträglichkeitsprüfung (Dekret Nr. 349/005 und Änderungen) legt fest, welche Projekte eine Umweltgenehmigung erfordern, einschließlich derjenigen, die mit grünem Wasserstoff und seinen Derivaten in Verbindung stehen. Das Land verfügt auch über Gesetze zum Umweltschutz und zur Flächennutzungsplanung sowie über die Schaffung eines Umweltministeriums im Jahr 2020, wodurch die Bedeutung der Umweltpolitik weiter gestärkt wurde.

6.2 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

6.2.1 Wasserstoff-Roadmap („Hoja de Ruta“)

Die *Hoja de Ruta* nennt ein klares Ziel: Bis 2040 soll die nationale Produktion von Wasserstoff so weit vorangetrieben werden, dass sowohl der heimische Markt zur Vollendung der Energiewende bedient werden kann als auch die internationale Wettbewerbsfähigkeit für den Export gegeben ist.

Die erste Phase bis 2025 zielt darauf ab, die Entwicklung des inländischen Marktes voranzutreiben und die Grundlagen für die ersten Exportprojekte zu schaffen. Es soll Fortschritte bei der Implementierung spezifischer Regulierungen geben, während sich die Industrie bei der Planung der erforderlichen Infrastrukturprojekte entwickelt. Zudem werden spezifische Studien durchgeführt, um genaue Informationen über Aspekte wie den Einsatz von Wasser und biogenem CO₂ in diesem Sektor zu erhalten. In dieser Phase wird der Schwerpunkt auf der Umsetzung von Pilotprojekten liegen, die auf die für den inländischen Markt relevantesten Anwendungen ausgerichtet sind (z. B. Landverkehr) und auf der Anziehung der ersten groß angelegten Initiativen mit Fokus auf den Exportmarkt für Wasserstoffderivate. Die zukünftigen Entwicklungsanforderungen dieser Aktivität werden bewertet und das vorhandene Angebot auf nationaler Ebene analysiert. In Zusammenarbeit mit dem akademischen Sektor wird ein Programm entwickelt, um identifizierte Lücken zu schließen. Es werden Mechanismen zur Förderung von Forschung und Innovation durch den im Jahr 2022 eingeführten Wasserstoff-Fonds vorangetrieben. In diesem Rahmen wird der Bau erster Pilotprojekte zur Produktion und Nutzung von grünem Wasserstoff und seinen Derivaten sowie die Forschung zu diesem Thema gefördert. In Phase 1 wird auch das Potenzial der Produktion von Wasserstoff auf Basis von Offshore-Windkraft untersucht, als Input für Phasen 2 und 3. Ferner wird analysiert, wie dies zur vollständigen Dekarbonisierung des Stromsystems des Landes beitragen und die Nutzung der bestehenden Infrastrukturen des nationalen Energiesystems (sowohl von UTE als auch von ANCAP) optimieren könnte.⁶¹

Für die zweite Phase von 2026 bis 2030 ist das Ziel, zum einen den heimischen Markt (Nachfrage und Projekte) zu skalieren, zum anderen die ersten Exporte von beispielsweise E-Methanol bereits durchführen zu können. Hierfür wird die notwendige nationale Infrastruktur (Pipelines und Überlandleitungen) hinsichtlich der Projekte analysiert, geplant und weiterentwickelt werden müssen. Diese Maßnahmen dienen primär dazu, Investitionen anzuziehen, beispielsweise durch die Verbesserung der Kostenwettbewerbsfähigkeit und die Stimulierung der Binnennachfrage. Dies würde u. a. zur Schaffung eines neuen Industriesektors, zur Schaffung von Arbeitsplätzen und zur Importsubstitution führen.

⁶¹ Ministerio de Industria Energía y Minería (2023 a)

In der dritten Phase ab 2030 wird die Entwicklung des heimischen Marktes konsolidiert sein. Die vorherige Festlegung des Bedarfs an Logistik- oder Hafeninfrastrukturen oder der Offshore-Produktion an der Atlantikküste könnte die weitere Entwicklung der Wasserstoff-Wertschöpfungskette und ihrer Derivate ermöglichen. Es wird möglich sein, die Produktion und den Export von Produkten wie grünem Wasserstoff und grünem Ammoniak zu steigern.⁶²

6.2.2 Transportmöglichkeiten in Uruguay

Transport in Fahrzeugen:

Für den Transport von Wasserstoff in gasförmiger Form sind LKW in Uruguay voraussichtlich die bevorzugte Option. Gasförmiger Wasserstoff, der unter Druck steht, eignet sich besonders gut für kurze Transportwege, da dies die kostengünstigste Methode darstellt. In der Regel werden große Mengen an Gas in Flaschen transportiert. Zum Beispiel kann ein Paket aus 28 Gasflaschen etwa 250 Kubikmeter Gas bei einem Druck von 200 bar speichern. Während des Transports sind die Gasflaschen sowie die Pakete durch Hochdruckleitungen miteinander verbunden. GH₂-Trailer können sogar noch größere Mengen Wasserstoff transportieren; bis zu neun Druckgasflaschen, die mehrere Meter lang sind, können über 4.000 Kubikmeter Wasserstoff speichern. Diese GH₂-Trailer wiegen insgesamt 40 Tonnen, wobei der gasförmige Wasserstoff 530 Kilogramm einnimmt. Aufgrund der niedrigen Energiedichte pro Volumeneinheit kann komprimierter Wasserstoffgas nicht mit flüssigen Kraftstoffen wie Benzin konkurrieren. Ein Tankwagen mit 36.000 Litern Benzin könnte etwa 625 Fahrzeuge mit jeweils 60 Litern versorgen. Um die gleiche Menge an Wasserstoff für Fahrzeuge über eine vergleichbare Strecke zu transportieren, müsste der Tankwagen (mit 300-bar-Gasflaschen) zehn Fahrten durchführen. Uruguay profitiert hierbei davon, mit einer Gesamtstrecke von 8.800 Kilometern das dichteste Straßennetzwerk in Lateinamerika zu besitzen. Zwischen 2020 und 2025 soll von diesem bis zu 80 % 2025 saniert werden.⁶³

Pipelines:

Pipelines bieten eine effiziente Lösung für den Transport großer Mengen komprimierten gasförmigen Wasserstoffs, obwohl der Aufbau eines Pipelinenetzes hohe und langfristige Investitionen erfordert. Hierbei ist festzustellen, dass in Uruguay zurzeit sehr wenig Knowhow zu Pipelines besteht, jedoch insbesondere von der Uruguayschen Wasserstoffgesellschaft (AUH) das Interesse an einem Austausch mit Deutschland geäußert wird. So ist etwa das Unternehmen Linde – welches eine 100 Kilometer lange, aktive Wasserstoff-Pipeline zwischen Merseburg, Leuna, Bohlen, Bitterfeld und Rodleben bei Dessau errichtet hat – auch in Uruguay aktiv und kann daher dieses Knowhow anwenden.

Als Übergangslösung bis zur vollständigen Umstellung auf Wasserstoff bietet sich die Nutzung der bestehenden Erdgasinfrastruktur an, einschließlich Pipelines und Untergrundspeicher, sowie die Beimischung von Wasserstoff in das Erdgasnetz. Bis zu 20 % Wasserstoff könnten direkt oder über Methanisierung beigemischt werden, ohne größere Änderungen an den Leitungen oder an den Haushaltsgeräten, die mit dem gemischten Kraftstoff betrieben werden, vorzunehmen. Die größten bestehenden Gas-Pipelines sind das *Gasoducto del Litoral*, betrieben von ANCAP, sowie das *Gasoducto Cruz del Sur*, betrieben von dem Unternehmen GCDS. Unter dem aktuellen Rechtsrahmen (siehe Kapitel 7) können die Pipelines jedoch

⁶² Ministerio de Industria Energía y Minería (2023 a)

⁶³ Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2022)

nur von den staatlichen Unternehmen UTE bzw. ANCAP errichtet werden, weshalb für die Wasserstoff-Infrastruktur auch eine Lockerung dieser Vorschriften und die Genehmigung des privaten Baues von Pipelines gefordert wird.⁶⁴

Transport in flüssiger Form (LH₂):

In flüssiger Form ist der Transport von mehr als der sechsfachen Menge von gasförmigem Wasserstoff per Tanklastern möglich. Genauer gesagt, kann ein Tanklastern bis zu 50.000 Liter flüssigem Wasserstoff mit einem Gesamtgewicht von 40 Tonnen können 3.370 Kilogramm, mehr als das Sechsfache der Gasvariante, transportiert werden. Flüssigwasserstoff kann am wirtschaftlichsten über Entfernungen von 300 bis 400 Kilometer transportiert werden, was sich insbesondere für die Versorgung von Wasserstofftankstellen anbietet. Die Speichertechnologie ist ausgereift für einen sicheren Transport. Ein Transport mit der Eisenbahn ist ebenfalls möglich. Es ist anzumerken, dass die Zentralbahn (*Ferrocarril Central*), die sich gerade im Bau befindet, das Gebiet mit dem größten Potenzial für erneuerbare Energien mit dem Hafen von Montevideo verbinden wird. Dies ist besonders für den Export von Interesse. Ebenso verfügt das Land über Fluss- und Straßentransportmechanismen, die zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit beim Transport von Exportprodukten beitragen können.

Für den weltweiten Transport sind Schiffe eine Option, wobei der Wasserstoff in seiner reinen flüssigen Form (LH₂), als Ammoniak oder als Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHC) transportiert werden kann. Die Verschiffung von Flüssigwasserstoff ist derzeit noch kostspielig (Strecke Saudi-Arabien-Japan: 15 USD pro Kilogramm Wasserstoff), doch könnten künftige Investitionen in die Infrastruktur für die Wasserstoffproduktion und -übertragung die Kosten von 15 USD auf 1,7 USD im Jahr 2030 senken. Darüber hinaus könnte die Schiffskapazität von 160 Tonnen auf 10.000 Tonnen und die Verflüssigungskapazität von 10 bis 50 Tonnen auf 500 Tonnen pro Tag erhöht werden. Ein weiterer Vorteil von Flüssigwasserstoff ergibt sich, wenn LH₂ nicht weiter umgewandelt werden muss und direkt gespeichert und verwendet werden kann.

6.2.3 Preise und Kosten für grünen Wasserstoff

Die Kosten der Wasserstoffherzeugung hängen von der Primärenergie, der mit der Versorgungskette verbundenen Infrastruktur und dem Produktionsvolumen ab. Der derzeitige globale Wasserstoffmarkt wird auf 120-140 Mrd. USD/Jahr geschätzt und hauptsächlich von chemischen Verwendungszwecken dominiert, von denen der wichtigste die Ammoniakproduktion ist. Mit der massiven Verbreitung von Wasserstoff in der Zukunft wird erwartet, dass der Markt bis 2050 auf das Zehnfache seines derzeitigen Umfangs ansteigt und einen Wert von 1.500-2.000 Mrd. USD/Jahr erreicht.⁶⁵

In Uruguay könnten die Kosten für die Produktion von grünem Wasserstoff bis 2030 bei einer Gesamtkapazität von 90 GW 1,2-1,4 USD pro Kilogramm erreichen. Zudem wird das Land wettbewerbsfähige Transportkosten haben, um nach Europa und in die Vereinigten Staaten zu exportieren, die bis 2030 voraussichtlich 35 % bzw. 15 % ihres Gesamtbedarfs an Wasserstoff und seinen Derivaten importieren müssen. Dadurch könnten die Exportmöglichkeiten für Uruguay für grünen Wasserstoff und seine Derivate bis 2040 1.326 Mio. USD erreichen (Wasserstoff 342 Mio. USD, Ammoniak 38 Mio. USD, Methanol 182 Mio. USD, synthetisches Flugbenzin 764 Mio. USD).⁶⁶

⁶⁴ Experteninterview I (2024)

⁶⁵ Alianza Hidrógeno Verde (2024)

⁶⁶ InnContext (2024)

Im nationalen Markt werden bis 2040 sechs Wasserstoffanwendungen erwartet: für schwere Lkws, Busse, Seeverkehr, Luftfahrt, Gabelstapler und landwirtschaftliche Fahrzeuge. Der Inlandsmarkt für grünen Wasserstoff könnte bis 2040 ein Volumen von 420 Mio. USD und für seine Derivate ein Volumen von 331 Mio. USD erreichen.⁶⁷

Um an diesen Punkt der Wasserstoff-Wertschöpfung anzukommen, müssen noch große Summen in die Infrastruktur investiert werden. Man rechnet mit nötigen Investitionen von 2 Mrd. USD bis 2030 und 6,7 Mrd. USD bis 2040, welche sowohl aus dem privaten als auch aus dem öffentlichen Sektor stammen müssen.⁶⁸ Ein Teil der zu entwickelnden Infrastruktur umfasst die Einrichtung neuer Stromübertragungsnetze, Gaspipelines und eventuell Hafendarbeiten, wie die Einrichtung eines neuen Exporthafens zum Anlaufen für Schiffe mit einem größeren Tiefgang. Die Suche nach anderen Offshore-Logistiklösungen wird in der ersten Entwicklungsphase des Fahrplans analysiert, um die günstigste Art und Weise der Erfassung von Wasserstoff, Ammoniak und anderen Derivaten zu finden und um die Exportchancen zu fördern. Voraussichtlich werden dadurch 34.000 Jobs bis 2040 geschaffen. Daher ist es wichtig, dass der öffentliche, akademische und private Sektor Ausbildungs- und Umschulungsprogramme entwickelt, um die erwartete Talentlücke, die bis 2035 auf 3.000 Arbeitsplätze geschätzt wird, zu verringern.⁶⁹

Für Wasserstoffderivate wurden folgende Preise berechnet: Bei einer Ammoniak-Produktionskapazität von 750 kt NH₃ pro Jahr und einer Auslastung des Haber-Bosch-Prozesses von 85 % (also 640 kt NH₃/Jahr), einschließlich aller Kosten für Energie, Elektrolyse, Lufterzeugung, Ammoniakproduktion und logistische Kosten, wird mit einer Kostenspanne im Jahr 2030 zwischen 395 und 455 USD/Tonne NH₃ gerechnet. Damit positioniert sich Uruguay im Mittelfeld hinter Chile und dem Nahen Osten, jedoch vor Brasilien, Nordafrika und Australien.

Eine Vormachbarkeitsstudie für den Export von grünem Wasserstoff aus Uruguay in die Niederlande von MIEM und dem Hafen Rotterdam aus dem Jahr 2020 kalkulierte Kosten für den Energievektor in Rotterdam. Hierbei gilt Ammoniak gilt als der Energieträger mit den niedrigsten Kosten (2,55 EUR/kg Wasserstoff am Bestimmungsort). Außerdem hat der Studie zufolge die Entfernung zum Bestimmungshafen keinen großen Einfluss auf die Kosten für Ammoniak. Die für diese Produktionsniveaus erforderlichen Investitionen liegen zwischen 5,78 Mrd. USD und 45 Mrd. USD bis 2050. Die Herstellung von grünem Methanol würde bis 2030 zwischen 465 und 545 USD/Tonne kosten. Damit positioniert sich Uruguay hinter Chile, aber vor Brasilien, dem Nahen Osten und Nordafrika. Der leichte Zugang zu industriellen CO₂-Quellen ist dabei für Uruguay von Vorteil, weshalb die CO₂-Gewinnung etwa 52 USD/Tonne kosten wird. Die Kosten für die Produktion von Jet Fuel belaufen sich auf 1.205-1.410 USD/Tonne bis 2030 – etwas teurer als in Chile, jedoch voraussichtlich günstiger als in Brasilien, Nordafrika und dem Nahen Osten.⁷⁰

6.2.4 Qualifizierte Fachkräfte

Auch wenn die Universitäten und technische Ausbildung in Uruguay einen guten Ruf genießt, ist noch nicht mit einer umfassenden Verfügbarkeit an Fachkräften für die Produktion von grünem Wasserstoff zu rechnen. Insbesondere die

⁶⁷ Banco Interamericano de Desarrollo (2021)

⁶⁸ InnContext (2024)

⁶⁹ Banco Interamericano de Desarrollo (2023)

⁷⁰ Banco Interamericano de Desarrollo (2021)

öffentliche Universität der Republik (UDELAR) schneidet in akademischen Rankings am besten ab und bietet ein breites Studienangebot der Ingenieurs- und Naturwissenschaften an. An der UDELAR, der Katholischen Universität Uruguays (UCU) und der Universität Montevideo gibt es bereits einzelne Masterkurse zu grünem Wasserstoff für Ingenieurs-, Chemie- und Wirtschaftsstudierende, jedoch existiert noch keine umfassende Spezialisierung hierfür.^{71 72 73 74}

In der Wasserstoff-Roadmap des MIEM wird die Bedeutung von qualifizierten Fachkräften für die zweite Energiewende anerkannt und als Handlungsfeld im Rahmen des H₂U-Programms definiert. So sei mit dem Nationalen Rat für Innovation, Wissenschaft und Technologie (CONICYT) ein spezialisiertes Studienprogramm für grünen Wasserstoff und seine Derivate zu erstellen. Ferner planen das MIEM und CONICYT zusammen mit der Forschungseinrichtung LATU, der nationalen Innovationsagentur ANII sowie den Universitäten die fehlenden Fähigkeiten und Fachkräfte im Land zu identifizieren und die Fortbildung über die Sektorfonds für Wasserstoff und Energie zu fördern. Hierbei sei man ebenfalls auf die internationale Zusammenarbeit angewiesen.⁷⁵ Auch die private Universität ORT sucht derzeit Kooperationspartner – insbesondere bei deutschen Universitäten und Hochschulen – um einen eigens auf Wasserstoff spezialisierten Studiengang anbieten zu können.

Bei der internationalen Zusammenarbeit könnte auch die weite Verbreitung von Fremdsprachenkenntnissen unter den Hochschulabgängern hilfreich sein. So sind gemäß einer Umfrage von Uruguay XXI von 2019 86 % dieser Gruppe in der Lage, auf Englisch zu kommunizieren und weitere 44 % auf Portugiesisch. Zudem würden 13 % und 16 % der Bevölkerung Französisch bzw. Deutsch verstehen.⁷⁶

7. Markteintrittsstrategien und Risiken

7.1 Zusammenfassung der Förder- und Einstiegsmöglichkeiten

Auch wenn die Produktion von grünem Wasserstoff in Uruguay noch ganz am Anfang steht und daher viele Unsicherheiten existieren, bietet das Land einige einzigartige Vorteile. Der wohl wichtigste ist der in den vorherigen Kapiteln aufgezeigte Wille der Regierung, die zweite Energiewende zu vollziehen. Die *Hoja der Ruta* ist in diesem Sinne als die Manifestierung dieser Pläne zu begreifen. Sie zeugt von Bewusstsein über die Grenzen der nationalen Möglichkeiten und damit verbundenen Investitionsmöglichkeiten für ausländische Firmen.

Diese Investitionen werden auch bereits durch erste steuerliche Vorteile und die Zusammenarbeit mit den staatlichen Unternehmen bewusst angezogen. Konkret wurde in Kapitel 6 das punktebasierte Fördersystem erklärt, das Unternehmen,

⁷¹ El País (2023)

⁷² Universidad de la República (2024)

⁷³ Universidad Católica del Uruguay (2024)

⁷⁴ Universidad de Montevideo (2024)

⁷⁵ Ministerio de Industria Energía y Minería (2023 a)

⁷⁶ Uruguay XXI (2019)

die dem Ministerium für Industrie, Energie und Bergbau (MIEM) Investitionsprojekte vorlegen, fördert. Die Verwendung von grünem Wasserstoff in der Produktion kann zur höchsten Punktzahl führen. Des Weiteren schafft das MIEM Anreizpläne durch niedrigere Steuern für Unternehmen, die ihre Fahrzeugflotten auf alternative Antriebe umstellen. Außerdem können Fahrzeuge mit alternativen Antrieben, Generatoren für erneuerbare Energien und Investitionsgüter zollfrei nach Uruguay eingeführt werden, im Vergleich zum Zoll von 14 % für konventionelle Ausrüstungen, die nicht aus Mercosur-Ländern stammen.⁷⁷

Als weiterer Punkt ist die Zusammenarbeit zwischen öffentlichen und privaten Akteuren hervorzuheben. Die angelaufenen Pilotprojekte zeigen bereits exemplarisch die angestrebte Unterstützung durch staatliche und öffentliche Institutionen oder Unternehmen. Die staatlichen Energieunternehmen ANCAP und UTE treten dabei als Vermittler und Anbieter von Grundlagen der Infrastruktur auf. Sie stellen beispielsweise Studien zur möglichen Installation von Infrastruktur sowie die Energie und Infrastruktur an sich bereit (sofern diese gebaut wurde, für genaueres siehe Unterkapitel „Chancen und Risiken“). Für internationale Unternehmen kann der Markteinstieg über die staatlichen ausgeschriebenen Projekte beginnen.

Hierbei spricht für Uruguay, dass das Land bereits die Umstellung auf erneuerbare Energien in der Stromproduktion erfolgreich umgesetzt hat. Diese erfolgte über mehrere Regierungen, die von unterschiedlichen Parteien geführt wurden, hinweg. In diesem Feld wirkt sich die politische Stabilität direkt auf die Investitionssicherheit aus. Das Ziel der nationalen Dekarbonisierung ist in der politischen Breite akzeptiert und wird als Chance für die uruguayische Wirtschaft gesehen. Eine Abwendung von diesem Kurs ist daher unwahrscheinlich und unabhängig von möglichen Regierungswechseln. Uruguay hat eine Tradition der Kontinuität in gewissen Kerninteressen, die das Land in der kurzen und mittleren Frist einen entscheidenden Vorteil gegenüber Akteuren mit größeren Ressourcenaufkommen, wie Argentinien, verschafft. Zusammenfassend bietet Uruguay die Möglichkeit einer parteiunabhängigen nationalen Wasserstoffstrategie, sowie die natürlichen Ressourcen für deren Umsetzung.⁷⁸

Für den Markteinstieg sind die insgesamt 12 von der uruguayischen Regierung eingerichteten Freihandelszonen (*zonas francas*) von besonderem Interesse. Diese sind Gebiete innerhalb des Landes, in denen Unternehmen industrielle, kommerzielle und Dienstleistungsaktivitäten durchführen können. Die Nutzer dieser Zonen sind von nationalen Steuern befreit. Die Verwaltung und Überwachung der Zonen obliegen dem Ministerium für Wirtschaft und Finanzen. Unternehmen, die diese Zonen nutzen möchten, müssen eine Genehmigung beantragen und ein Projekt vorlegen, das die wirtschaftliche und finanzielle Machbarkeit sowie die Vorteile für das Land zeigt. Die Nutzer der Zonen können natürliche oder juristische Personen sein, die das Recht erwerben, dort zugelassene Aktivitäten auszuüben. Die Befreiungen und Vorteile für die Nutzer umfassen die Befreiung von nationalen Steuern wie Einkommenssteuer, Mehrwertsteuer und Vermögenssteuer. Lediglich die Sozialabgaben für uruguayische Mitarbeitende müssen entrichtet werden. Der Transport von Waren in die Zonen und deren Ausfuhr daraus ist von Steuern und anderen Abgaben befreit, ebenso wie der Aufenthalt von Waren innerhalb der Zonen.⁷⁹

⁷⁷ International Trade Administration (2024)

⁷⁸ Forum von IDOS am 25.04.2024

⁷⁹ Ministerio de Economía y Finanzas (2019)

7.2 Herausforderungen, Chancen und Risiken:

Wie bereits erwähnt, wird Uruguay bei der Konstruktion der einzelnen Teile der Wasserstoffproduktionskette von Technologieimporten aus Ländern wie Deutschland abhängig sein. Zudem kann es die Investitionen nicht allein mit nationalen Mitteln stemmen. Bereits die erste uruguayische Energiewende wurde mit Hilfe von ausländischen Investoren und Technologien vollendet. Ein Nachteil war, dass die eigentlich günstigen Produktionskosten der Elektrizität dadurch nicht beim Endverbraucher ankamen und -kommen, da zunächst die ausländischen Investoren ausbezahlt werden müssen. Das ist auch für die zweite Energiewende zu erwarten. Allerdings sind die Kosten für Energie aus fossilen Importen bereits sehr hoch. Langfristig kann diese Wende also der uruguayischen Bevölkerung zugutekommen.⁸⁰

In diesem Kontext sollten die offensichtlichen Nachteile dieser Abhängigkeit nicht unerwähnt bleiben. Die Energiewende kann von Schwankungen der internationalen Kapitalmärkte und Technologie-Märkte direkt betroffen sein. Diese Risiken sind jedoch mit festen Verträgen mit ausländischen Partnern reduzierbar und für ausländische Investoren eröffnen sich so große Chancen. Hierbei spielt die Vermittlung durch Institutionen wie der AHK eine zentrale Rolle. Des Weiteren hat das Land keinen Einfluss auf weiterhin existierenden Unsicherheiten bezüglich der verwendeten Technologien, wie sie teilweise in Kapitel 5 dargelegt wurden.

Die größte Herausforderung lässt sich darauf herunterbrechen, dass Uruguay einen konkreten makroökonomischen und juristischen Rahmen schaffen muss, der das Land für Projektentwickler zu einem attraktiven und wettbewerbsfähigen Markt macht. Schlussendlich muss es zu Verträgen zwischen privaten Firmen aus In- und Ausland kommen. Konkret konnten wir in einem Experteninterview mit einem Vertreter der Uruguayischen Wasserstoffgesellschaft (AUH) folgende fünf Felder für die dafür nötige Rahmenregulierung identifizieren:

i.) Dekret zu konkreten Steuervorteilen

Das in Kapitel 6 erwähnte Gesetz zur Förderung und zum Schutz von Investitionen (Ley 16.906) sieht zwar steuerliche Vorteile vor, diese sind jedoch noch zu allgemein. Die genannten bereits existierenden Steuervorteile betrachten die Etappen der Produktion von grünem Wasserstoff nicht als einen fortlaufenden Prozess, sondern als voneinander unabhängige Schritte. So ist es Investoren heute noch unmöglich geltend zu machen, dass ein bestimmtes Projekt in der Produktionskette der Wasserstoffinfrastruktur dient. Zudem fehlen spezifische Anreize zu grünem Wasserstoff. Daher müssen auf die einzelnen Teile der Produktionskette von grünem Wasserstoff in einem Gesetz mit konkreten Investitionsanreizen zusammengefasst werden. Die *Hoja de Ruta* kann als ein Anfang gesehen werden, jedoch braucht es Konkretisierung und die Manifestierung in Gesetzen.

ii.) Transport von Energie

Aktuell darf entscheidende Infrastruktur wie Pipelines und Überlandleitungen nur von öffentlichen Firmen (UTE und AN-CAP) gebaut und betrieben werden. Private Firmen, die beispielsweise eine Wasserstofffabrik betreiben, sollen diese gegen Abgaben nutzen und sich daran anschließen dürfen (*Servidumbre de Paso*). Es fehlen jedoch genaue Gesetze wie die Zusammenarbeit zwischen den Akteuren im Bereich von Wasserstoff reglementiert werden soll. Zudem wäre eine Genehmigung des privaten Baus dieser Infrastruktur unter Umständen schneller und planungssicherer für Investoren.

⁸⁰ Tagesschau (2022)

iii.) Reglementierung des Strommarkts (Tarife) und hohe Strompreise

Der aktuelle Rahmen für die Nutzung des Stromnetzes wurde vor fast 20 Jahren für den damaligen Markt festgelegt, auf dem private Haushalte dominierten. Diese private Energienutzung ist viel rigider, da der Bedarf mehr oder weniger unveränderbar ist. Die heutige und zukünftige Nachfrage wird beispielweise durch den Bedarf der Betreiber von Wasserstoffprojekten deutlich flexibler. Daher muss der flexible Energiekonsum in anderen Tarifen für die Industrie niedergelegt werden, damit die Kosten für Transport nicht unnötig hoch sind.⁸¹

Es ist anzumerken, dass die Stromkosten in Uruguay die höchsten in der südamerikanischen Region sind: Im März 2024 betrugen sie 143 USD/MWh für die industrielle Stromversorgung im Mittelspannungsbereich und 299 USD/MWh für Haushalte. Es folgen Brasilien (122 USD/MWh bzw. 208 USD/MWh) und Chile (118 USD/MWh bzw. 152 USD/MWh), während Paraguay die niedrigsten Stromkosten in der Region aufweist (39 USD/MWh bzw. 55 USD/MWh).⁸²

iv.) Bodennutzung

Die Fläche wird in Uruguay in verschiedene Klassifikationen (urban, suburban und ländlich) unterteilt. Jede Gemeinde legt diese in einem Reglementierungsplan fest. Mit der Klassifikation geht eine Nutzungsbestimmung einher. Aktuell dürfen Windparks auf ländlichen Gebieten installiert werden, Wasserstofffabriken und Solarpanels jedoch nicht. Daher müsste beispielsweise die Energie eines Windparks unnötig lange von ländlichen Regionen in suburbane transportiert werden, wo die Elektrolyse geschehen darf. Zudem ist zwar eine einfache Umdeklarierung der Bodennutzung für Windparks zulässig, für Wasserstofffabriken und Solarparks allerdings nicht. Dieser Rahmen muss an die Bedürfnisse der Wasserstoffproduktionskette angepasst werden.

v.) Exportlogistik

Für den Export stehen die Häfen und die Verbindung zu diesen im Fokus. Um die geplanten Mengen an Exporten zu nutzen, muss das bestehende Terminal vergrößert werden oder weitere gebaut werden, da die aktuelle Infrastruktur nur für Pilotprojekte geeignet ist. Zentral muss hierbei definiert werden, wo der für den Export bestimmte Wasserstoff das Land verlassen soll und wie er dort hingelangt. Die entsprechende Fläche muss dafür bestimmt und reserviert werden. Es gibt bereits erste Studien, jedoch betrachten diese nicht das ganze Land und nicht die Derivate des grünen Wasserstoffs.

All diese Punkte, die aus privatwirtschaftlicher Sicht Hindernisse darstellen, unterliegen einer Prämisse: Die nationale Wasserstoffproduktion muss wettbewerbsfähige Produkte hervorbringen. Uruguays oberstes Ziel muss es sein, Abnahmeverträge mit dem Ausland zu schließen. Eine Verbesserung der Rahmenbedingungen soll das Bedürfnis nach grünem Wasserstoff mit ausländischen Investoren verbinden. Hierfür ist es wichtig, dass Investoren sich nicht mit der gesamten Produktionskette konfrontiert sehen, sondern gezielt in einzelne Bereiche investieren können, jedoch dabei von der Regierung als Teil der Wasserstoffproduktionskette bevorteilt werden. „Diese ausländische Finanzierung sicherzustellen, ist immer dann keine Einschränkung, wenn die Struktur des Projektes klar ist“.⁸³

⁸¹ Experteninterview I (2024)

⁸² SEG Ingeniería (2024)

⁸³ Experteninterview I (2024)

8. Schlussbetrachtung inkl. SWOT-Analyse

Die vorliegende Analyse hat sich mit den politischen, rechtlichen, wirtschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen des Marktes für grünen Wasserstoff und seinen Derivaten in Uruguay beschäftigt. Hierbei sind es insbesondere die Ressourcenverfügbarkeit in Kombination mit politischer und wirtschaftlicher Stabilität, die das Land in der kurzen und mittleren Frist Wettbewerbsvorteile in der Region verschaffen. Deutsche Unternehmen betreten einen noch wenig entwickelten Markt mit geringem Wettbewerb und viel Potenzial. Setzt Uruguay die erforderliche Anpassung des juristischen und makroökonomischen Rahmens um, werden deutsche Unternehmen besonders in den Bereichen der Technoliegelieferung, technischen Umsetzung, sowie Anlagen- und Infrastrukturbau große Marktchancen haben.

<p>Stärken:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Stromproduktion geschieht bereits zu über 90 % aus nachhaltigen Ressourcen. Dies bringt Erfahrung im Prozess der Transformation und seinen sozialen und technischen Herausforderungen mit sich. - Verfügbarkeit von Ressourcen zur grünen Stromproduktion (Wind und Solar) in ausreichendem Maßstab. - Verfügbarkeit von Frisch- und Salzwasser in ausreichendem Maßstab. - Verfügbarkeit von biogenem CO₂ und grüner/nachhaltiger Biomasse in großem Maßstab für die Produktion von Derivaten. - Projekte werden staatlich gefördert und/oder entwickelt. Bereits die ersten Pilotprojekte zielen darauf ab, Uruguay als Exportnation von grünem Wasserstoff zu positionieren. - Politische und klimatische Ziele werden proaktiv und langfristig verfolgt. 	<p>Schwächen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Noch keine erfolgreiche Inbetriebnahme von Elektrolyseuren für grünen Wasserstoff. - Trotz reichlicher landwirtschaftlicher Ressourcen könnte die Verfügbarkeit für eine Exportproduktion von Derivaten seine Grenzen erreichen. - Trotz der hohen Wasserverfügbarkeit müssen lokale Bedürfnisse und nationale Gesetze (Ley 18.601) berücksichtigt werden. - Kleine Skaleneffekte aufgrund der geringen lokalen Marktnachfrage Uruguays. - Exportmöglichkeiten könnten durch die Dynamik des Weltmarktes begrenzt sein. - Der makroökonomische und juristische Rahmen muss noch so entwickelt werden, dass sich Investoren auf einzelne Projekte konzentrieren können, ohne sich mit der gesamten Produktionskette konfrontiert zu sehen. - Steuervorteile müssen angepasst werden. - Sehr hohe (Strom-)Preise im Vergleich zur Region.
<p>Chancen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die geografische Lage Uruguays erlaubt regionale Exportmöglichkeiten beispielsweise nach Brasilien und Argentinien, die beiden größten Volkswirtschaften Südamerikas. - Vorhersehbare Nachfrage der Produkte durch beispielsweise die europäische Industrie, den internationalen Luft- und Schifffahrtsverkehr. - Uruguays Abhängigkeit von internationalem Kapital und Technologie sorgen für eine nationale Nachfrage nach Produkten, die die deutsche Industrie liefern kann. Aktuell: Nachfrage nach (deutschen) Technologien für Wasserstoff-Pilotprojekte - wenn sie skalierbar sind, umso besser. 	<p>Gefahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uruguay unterliegt bei der kostspieligen Umsetzung der zweiten Energiewende den Schwankungen der internationalen (Kapital-)Märkte. - Rohstoffpreise für die Herstellung von Derivaten sind volatil, besonders für landwirtschaftliche Rohstoffe durch Wetterbedingungen und Marktnachfrage. - Das offizielle Bekenntnis zur Dekarbonisierung der Industrie durch Staaten und die EU ist bisher nur in begrenztem Maße in konkrete Politik umgewandelt. - Abnehmer der Produkte sind unabdingbar für die Entwicklung von Projekten, sind aber im aktuellen Rahmen noch nicht im nötigen Ausmaß gewinnbar.

Profile der Marktakteure

Branche/ Sektor

Name: ANCAP

Adresse:

Paysandú y Av. Libertador
11700 Montevideo, Uruguay

Tel.: (+598) 2 1931

Kontakt: Kontaktformular auf der Website:

<https://www.ancap.com.uy/141/1/formulario-de-contacto.html>

Web: <https://www.ancap.com.uy/>

Tätigkeitsbeschreibung/-feld:

ANCAP (Administración Nacional de Combustibles, Alcoholes y Portland) ist ein staatliches Unternehmen in Uruguay und in der Produktion von Erdölprodukten, Zement und alkoholischen Getränken tätig. Es betreibt die einzige Öltraffinerie Uruguays in La Teja und ist an den Offshore-Lizenzierungen beteiligt.

Name: AUDER

Adresse: Cuareim 1492,

11100 Montevideo, Uruguay

Tel.: (+598) 98 607 050

E-Mail: info@auder.org.uy

Web: <https://www.auder.org.uy/>

Tätigkeitsbeschreibung/-feld:

AUDER, der Uruguayische Verband für Erneuerbare Energien, ist eine der aktivsten Vereinigungen im Land, die es sich zur Aufgabe gemacht hat, Unternehmen und Einzelpersonen zu unterstützen und Projekte zu fördern, die sich mit der Nutzung von Erneuerbaren Energien befassen.

Name: AUH

Adresse: -

Tel.: +598 96 011 908

E-Mail: secretaria@auh.com.uy

Web: <https://auh.com.uy>, <https://www.linke-din.com/in/asociación-uruguaya-de-hidrógeno-7213b2305/>

Tätigkeitsbeschreibung/-feld:

Im April 2024 wurde die Uruguayische Wasserstoffgesellschaft (AUH) gegründet, um die Entwicklung dieses Marktes voranzutreiben. Mitglieder sind u.a. die Industriekammer Uruguays, die Uruguayische Logistikkammer, der Uruguayische Verband für Erneuerbare Energien, der Verband privater Stromerzeuger und auch die AHK Uruguay. Der private Sektor ist in der AUH nicht vertreten.

Name: AUME

Adresse: Gral. Urquiza 3061, 11600

Montevideo, Departamento de Montevideo

E-Mail: aume.mujeres.energia@gmail.com

Web: <https://www.linkedin.com/company/asociacion%C3%B3n-uruguaya-de-mujeres-en-energ%C3%ADa/>

Tätigkeitsbeschreibung/-feld:

AUME (Asociación Uruguaya de Mujeres en Energía) ist eine Organisation bestehend aus mehr als 100 Frauen aus dem öffentlichen und privaten Sektor mit dem Ziel, ein Netzwerk von Frauen im Energiebereich zu bilden, um neue Kontakte zu knüpfen und Erfahrungen auszutauschen. Ein Schwerpunkt der Vereinigung ist die Sichtbarmachung der geschlechtsspezifischen Unterschiede und Barrieren in Unternehmen.

Name: CIR

Adresse: Bvar. Artigas 2821

11800 Montevideo, Uruguay

Tel.: (+598) 22000 7821

Kontakt:

https://www.ciruy.com/contactenos_r.php

Kontaktformular auf der Website:

https://www.ciruy.com/contactenos_r.php

Web: <http://www.conecta.com.uy/>

Tätigkeitsbeschreibung/-feld:

CIR ist eines der ältesten und stärksten Unternehmen Uruguays. Seit mehr als 80 Jahren bietet CIR seinen Kunden komplette und ganzheitliche Lösungen sowie Dienstleistungen in den Bereichen metallurgische Grundstoffindustrie, Dampf- und Energieerzeugnisse, elektromechanische Montage, Transportdienstleistungen und thermische Klimatisierung (HVAC) an.

Name: Enertrag Uruguay S.A.

Adresse: Manuel José Errazquin 2368,

Oficina 601, 11200 Montevideo, Uruguay

Tel.: (+598) 290 30 313

E-Mail: enertrag@enertrag.com

Web: <https://enertrag.com/>

Tätigkeitsbeschreibung/-feld:

ENERTRAG erbringt alle Dienstleistungen rund um erneuerbare Energien. Das gilt für Wind- und Sonnenstrom ebenso wie für die Produktion von grünem Wasserstoff. In Europa, Afrika, Südamerika (Uruguay) und Asien realisiert das Unternehmen Projekte im Gigawattbereich.

Branche/ Sektor

Name: HIF Global

Adresse:

Avda. Apoquindo 3472, Oficina 1401
Las Condes, Santiago, Chile

Kontakt: <https://hifglobal.com/contact/>

E-Mail: Contact@hifglobal.com

Web: <https://hifglobal.com/>

Tätigkeitsbeschreibung/-feld:

Das Unternehmen HIF Global ist ein führendes Unternehmen im Bereich der erneuerbaren Energien und nachhaltigen Technologien. Ihr Tätigkeitsfeld umfasst die Entwicklung, den Bau und den Betrieb von Windparks, Solaranlagen und anderen umweltfreundlichen Energieprojekten weltweit. Durch innovative Lösungen und Partnerschaften treibt HIF Global aktiv den Übergang zu sauberer Energie voran.

Name: Linde Uruguay

Adresse:

Paysandú 1034,
11100, Montevideo, Uruguay
Tel.: +0800 1945 | +0800 4050 | +0800 2600

E-Mail: lindeplc.uy@ccclinde.com

Web: <https://www.linde.uy/>

Tätigkeitsbeschreibung/-feld:

Linde ist ein weltweit führendes Unternehmen im Bereich der Industriegase und Engineering. In Uruguay konzentriert sich Linde auf die Bereitstellung von industriellen Gasen und Dienstleistungen für verschiedene Branchen wie Lebensmittel und Getränke, Gesundheitswesen, Metallurgie und Elektronik. Das Unternehmen bietet Lösungen für Kunden in Uruguay an, um ihre Produktionsprozesse zu optimieren und gleichzeitig Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.

Name: LSQA S.A.

Adresse:

Av. Italia 6201 | "Los Tilos" piso 1 (im LATU)
11500. Montevideo, Uruguay

Tel.: (+598) 2600 0165

E-Mail: info@lsqa.com

Web: <https://www.lsqa.com.uy/>

Tätigkeitsbeschreibung/-feld:

LSQA ist das Ergebnis der Kooperation zwischen LATU und Quality Austria. Sie entwickeln und vergeben verschiedene Zertifizierungen für Unternehmen wie u.a. BRC-Zertifizierung, FSSC 22000, HACCP, SMETA, GLOBALG.A.P. Sie können insgesamt mehr als 40.500 ausgestellte Zertifikate in mehr als 41 Ländern aufweisen und bieten auch Schulungen an.

Name: Saceem

Adresse: Brecha 572,

11000 Montevideo, Uruguay

Tel.: (+598) 2916 02 08

E-Mail: saceem@saceem.com

Web: <https://saceem.com/>

Tätigkeitsbeschäftigung/-feld:

Saceem ist ein anerkanntes uruguayisches Unternehmen, das seit 1951 kontinuierlich im Land tätig ist. Es entfaltet seine Aktivitäten hauptsächlich in Uruguay in den verschiedensten Bereichen des Ingenieur- und Bauwesens: Infrastruktur, Verkehr und Logistik, Industrie, Energie, Hydraulik und Umwelt, Architektur und Stadterneuerung sowie Telekommunikation.

Name: SEG Ingeniería

Adresse:

San Salvador 1907,
11200 Montevideo, Uruguay

Tel.: (+598) 2410 6970

E-Mail: uruguay@segingenieria.com

Web: <https://saceem.com/>

Tätigkeitsbeschäftigung/-feld:

SEG Ingeniería hat sich das Ziel gesetzt, der führende Anbieter von Energiedienstleistungen in Uruguay und der Region zu werden. Das Unternehmen bietet die Möglichkeit, potenzielle Projekte zu finanzieren und die Investitionskosten durch die erzielten Einsparungen zu decken.

Name: UTE

Adresse: Paraguay 2431,

11800 Montevideo, Uruguay

Tel.: (+598) 800 1930

E-Mail: ute@ute.com.uy

Web: <https://portal.ute.com.uy/>

Tätigkeitsbeschreibung/-feld:

UTE ist ein öffentliches Energieunternehmen, das sich mit der Erzeugung, Übertragung, Verteilung und Vermarktung von elektrischer Energie in Uruguay befasst. Das Unternehmen nutzt erneuerbare Energiequellen wie Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik sowie thermische Energie. Es betreibt eigene Kraftwerke und hat auch Verbindungen mit Argentinien und Brasilien, um seine Stromversorgung zu stärken.

Quellenverzeichnis

- Administración Nacional de Combustibles, Alcoholes y Portland (ANCAP). Institucional. Quienes somos. Zulett abgerufen am 30.04.2024
<https://www.ancap.com.uy/74/1/quienes-somos.html>
- Administración Nacional de Combustibles, Alcoholes y Portland (ANCAP). 20.06.2023. Other ANCAP's Energy Transition Projects. Zulett abgerufen am 30.04.2024
<https://www.ancap.com.uy/innovaportal/file/18176/1/5---other-ancap-energy-transition-projects---europe-road-show-2023.pdf>
- Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE). Institucional. Quienes somos. Zulett abgerufen am 30.04.2024
<https://portal.ute.com.uy/institucional/ute/quienes-somos>
- Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII). Institucional. ¿Qué es ANII? Zulett abgerufen am 30.04.2024
<https://anii.org.uy/institucional/acerca-de-anii/#/acerca-de-anii>
- Albala, Adrián. 2021. When do coalitions form under presidentialism, and why does it matter? A configurational analysis from Latin America." *Politics*: 351-370. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0263395720950134>
- Alianza Hidrógeno Verde. Manual del hidrógeno verde. Zulett abgerufen am 30.04.2024
<http://www.ah2vbiobio.cl/recursos>
- Auswärtiges Amt. 29.02.2024. Uruguay: Politisches Portrait. Zulett abgerufen am 30.04.2024
<https://www.auswaertiges-amt.de/de/service/laender/uruguay-node/politisches-portraet/201182>
- Banco Interamericano de Desarrollo. 09.01.2023. Uruguay productor de hidrógeno verde: gran oportunidad de destacarse una vez más. Zulett abgerufen am 30.04.2024
<https://blogs.iadb.org/energia/es/uruguay-productor-de-hidrogeno-verde-gran-oportunidad-de-destacarse-una-vez-mas/>
- Banco Interamericano de Desarrollo. 2021. Hidrógeno verde: un paso natural para Uruguay hacia la descarbonización. <https://publications.iadb.org/es/hidrogeno-verde-un-paso-natural-para-uruguay-hacia-la-descarbonizacion>
- Bloomberg Línea. 04.04.2024. Elecciones Uruguay 2024: Cuándo son y quiénes son los favoritos, según las encuestas. Zulett abgerufen am 30.04.2024
<https://www.bloomberglinea.com/latinoamerica/uruguay/elecciones-uruguay-2024-cuando-son-y-quienes-son-los-favoritos-segun-las-encuestas/>
- Bundesbank. 2024. Statistische Fachreihe Wechselkursstatistik. April 2024. <https://www.bundesbank.de/aktion/de/732090/bbksearch?tf=815054%3A810766%7C%7C>
- Chart Industries. Products. Specialty Heat Exchangers. Equipo de proceso y transferencia de calor especializado. Zulett abgerufen am 30.04.2024
<https://es.chartindustries.com/Products/Specialty-Heat-Exchangers>
- Chasqueti, Daniel/ Daniel Buquet. 2004. La democracia en Uruguay: una partidocracia de consenso." *Política* 42: 221-247. <https://www.redalyc.org/pdf/645/64504211.pdf>
- Deutsch-Uruguayische Industrie- und Außenhandelskammer a. Uruguay Wirtschaft. Ausgabe 02/2024
- Deutsch-Uruguayische Industrie- und Außenhandelskammer b. Über uns. Zulett abgerufen am 30.04.2024 <https://uruguay.ahk.de/de/ueber-uns>
- El País a. 11.04.2024. ¿Cuándo son las elecciones en Uruguay en 2024? Las fechas determinadas para los comicios presidenciales. Zulett abgerufen am 30.04.2024
<https://www.elpais.com.uy/informacion/servicios/cuando-son-las-elecciones-en-uruguay-en-2024-las-fechas-determinadas-para-los-comicios-presidenciales>
- El País b. 17.01.2024. Hidrógeno verde en Uruguay: desafíos financieros y un nuevo proyecto que avanza. Zulett abgerufen am 17.07.2024
<https://www.elpais.com.uy/negocios/noticias/hidrogeno-verde-en-uruguay-desafios-financieros-y-un-nuevo-proyecto-que-avanza>
- El País c. 10.01.2024. Uruguay "está haciendo punta" en hidrógeno verde, aunque aún hay desafíos. Zulett abgerufen am 17.07.2024
<https://www.elpais.com.uy/negocios/noticias/uruguay-esta-haciendo-punta-en-hidrogeno-verde-aunque-aun-hay-desafios>

El País. 13.09.2024. Ranking QS: la Universidad de la República, entre las mejores 40 universidades de América Latina. Zulezt abgerufen am 17.07.2024
<https://www.elpais.com.uy/informacion/educacion/ranking-qs-la-universidad-de-la-republica-entre-las-mejores-40-universidades-de-america-latina>

Energía Estratégica. 13.09.2023. El primer proyecto piloto de hidrógeno verde de Uruguay podría estar operativo en 2025. Zulezt abgerufen am 17.07.2024
<https://www.energiaestrategica.com/el-primer-proyecto-piloto-de-hidrogeno-verde-de-uruguay-podria-estar-operativo-en-2025/>

Experteninterview I. 23.04.2024

Experteninterview II. 12. 04.2023 (aus der Zielmarktanalyse 2023 der AHK Uruguay)

Experteninterview III. 25.04.2024 im Rahmen des IDOS Workshops „Low-Emission Hydrogen in Argentina and Uruguay – Policymaking under Conditions of High Technological and Systemic Uncertainty”

Expertenumfrage 2023

Future Fuels. Der ExpertenBlog. Speicherung und Transport von Wasserstoff: Technologien und Verfahren. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://futurefuels.blog/in-der-theorie/speicherung-und-transport-von-wasserstoff/>

German Trade and Invest (GTAI) a. 15.04.2024. EU-Mercosur-Handelsabkommen: die Verhandlungen stocken. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://www.gtai.de/de/trade/mercosur/zoll/freihandelsabkommen-mercosur-80048>

German Trade and Invest (GTAI) b. 2024. Wirtschaftsdaten Kompakt. Uruguay. Februar 2024 https://www.gtai.de/resource/blob/584776/8c4b5e3b825cc5db51d9ccad357125d5/GTAI-Wirtschaftsdaten_Februar_2024_Uruguay.pdf

H2LAC. 23.05.2024. Lanzan la Asociación Uruguaya de Hidrógeno. Letzter Zugriff am 17.07.2024
<https://h2lac.org/noticias/lanzan-la-asociacion-uruguaya-de-hidrogeno/>

H2LAC. 29.06.2023. ANCAP anuncia que HIF Global realizará proyecto de e-fuels en Uruguay con una inversión de US\$ 4.000 millones. Zulezt abgerufen am 17.07.2024
<https://h2lac.org/noticias/ancap-anuncia-que-hif-global-realizara-proyecto-de-e-fuels-en-uruguay-con-una-inversion-de-us-4-000-millones/>

Instituto Nacional de Estadística (INE). 2024. Principales registros climáticos, por año, según concepto. Zulezt zugegriffen am 17.07.2024
<https://www.gub.uy/instituto-nacional-estadistica/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-nacional-2023-volumen-n-100/12-clima/121-principales>

Instituto Nacional de Estadística (INE). 2023. Indicadores de la distribución del ingreso. Zulezt abgerufen am 07.05.2024 https://www5.ine.gub.uy/documents/Demograf%C3%ADayEESS/HTML/ECH/Pobreza/2023/Desigualdad_informe-2023.html

International Monetary Fund. 2024. World Economic Outlook - Real GDP Growth. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPCH@WEO/OEMDC/ADVEC/WEO_WORLD/URY

International Trade Administration. 03.01.2024. Renewable Energy Equipment. Zulezt abgerufen am 17.07.2024
<https://www.trade.gov/country-commercial-guides/uruguay-renewable-energy-equipment>

Intendencia de Montevideo. Gestión Humana y Recursos Materiales. El Gobierno Departamental. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/5-organizaciondelgobiernodepartamental.pdf>

InnContext. Uruguay: la economía del hidrógeno podría crear unos 34.000 empleos para 2040. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://inncontext.net/313-uruguay-la-economia-del-hidrogeno-podria-crear-unos-34-000-empleos-para-2040/>

Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU). Institucional. Un camino marcado por los desafíos. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://www.latu.org.uy/institucional/acerca>

Ministerio de Economía y Finanzas. 06.05.2024. Informe Fiscal 2023. Zulezt abgerufen am 17.07.2024
<https://www.gub.uy/ministerio-economia-finanzas/sites/ministerio-economia-finanzas/files/documentos/publicaciones/Informe%20Fiscal%202023%20FINAL.pdf>

Ministerio de Economía y Finanzas. 28.10.2019. Políticas y Gestión. Zonas Francas. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://www.gub.uy/ministerio-economia-finanzas/politicas-y-gestion/zonas-francas>

Ministerio de Industria Energía y Minería a. Institucional. Cometidos. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/institucional/cometidos>

Ministerio de Industria Energía y Minería b. 21.03.2024. Hidrógeno verde: directorio de empresa
<https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/politicas-y-gestion/hidrogeno-verde-directorio-empresas>

Ministerio de Industria Energía y Minería a. 2023. H2U. Hoja de ruta del hidrógeno verde y derivados en Uruguay
<https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/comunicacion/noticias/hoja-ruta-hidrogeno-verde-uruguay-o>

Ministerio de Industria Energía y Minería b. 16.05.2023. Uruguay da importante paso hacia el desarrollo del hidrógeno verde con la concreción del primer proyecto piloto
<https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/comunicacion/noticias/uruguay-da-importante-paso-hacia-desarrollo-del-hidrogeno-verde-concrecion>

Ministerio de Industria Energía y Minería a. 29.12.2022. Programa H2U. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/politicas-y-gestion/programa-h2u>

Ministerio de Industria Energía y Minería b. 16.11.2022. Uruguay y Alemania firmaron acuerdo de cooperación en ciencia, investigación e innovación. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/comunicacion/noticias/uruguay-alemania-firmaron-acuerdo-cooperacion-ciencia-investigacion>

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Institucional. Cometidos. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://www.gub.uy/ministerio-transporte-obras-publicas/>

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Plan nacional de infraestructura vial 2020-2025. Zulezt abgerufen am 17.07.2024
<https://www.gub.uy/ministerio-transporte-obras-publicas/comunicacion/publicaciones/publicaciones/plan-nacional-infraestructura-vial-2020-2025>

Observatorio Territorio Uruguay. Oficina de Planeamiento y Presupuesto. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
https://otu.opp.gub.uy/?q=listados/listados_datos_formato&id=3112&cant=0&fecha=2011-01-01

Oficina de Planeamiento y Presupuesto. 2019. Presente y futuro de las energías renovables en Uruguay. Abgerufen am 30.04.2024
https://www.opp.gub.uy/sites/default/files/documentos/2019-06/12_%20Presente%20y%20futuro%20de%20las%20Energ%C3%ADas%20Renovables%20en%20Uruguay.pdf

OECD. 2024. Alemania / Uruguay. . Zulezt abgerufen am 17.07.2024
<https://oec.world/es/profile/bilateral-country/deu/partner/ury>

Parlamento de Uruguay. Documentos y Leyes. Proceso Legislativo. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://parlamento.gub.uy/documentosyleyes/procesolegislativo>

Poder Judicial Uruguay. Competencias de la Suprema Corte de Justicia. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://www.poderjudicial.gub.uy/institucional/suprema-corte-de-justicia.html>

Rivas, Luisa. 2024. Uso y beneficios de los fertilizantes producidos a partir de hidrógeno verde en Uruguay. Marzo 2024.

SEG Ingeniería. Marzo 2024. Indicadores Energéticos. Zulezt abgerufen am 10.05.2024
https://www.segingeneria.com/wp-content/uploads/2024/04/Indicadores-Energ%C3%A9ticos_2403.pdf

SEG Ingeniería. 31. 10. 2022. Tambor Green Hydrogen Hub. SEG Ingeniería participará como colaborador en el desarrollo de un proyecto de producción de hidrógeno verde en Tacuarembó – Uruguay. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://www.segingeneria.com/2022/10/31/tambor-green-hydrogen-hub-seg-ingenieria-participara-como-colaborador-en-el-desarrollo-de-un-proyecto-de-produccion-de-deshidrogeno-verde-en-tacuarembou-uruguay/>

S&P Global. Essential Intelligence: Credit Ratings. Zulezt abgerufen am 30.04.2024 <https://www.spglobal.com/ratings/en/products-benefits/products/credit-ratings>

Tagesschau. 03.08.2022. Energiewende: Was Deutschland von Uruguay lernen kann. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
https://www.youtube.com/watch?v=OgUwszu-BH8&ab_channel=tagesschau

Universidad Católica del Uruguay. 2024. Introducción al Hidrógeno Verde y Productos Derivados. Zulezt abgerufen am 17.07.2024

- <https://www.ucu.edu.uy/agenda//evento/2024-08-06--Introduccion-al-Hidrogeno-Verde-y-Productos-Derivados--482>
- Universidad de la República. 2024. Hidrógeno verde: producción y usos. Zulezt abgerufen am 17.07.2024
<https://www.fing.edu.uy/es/node/49766>
- Universidad de Montevideo. 2024. Curso avanzado en Hidrógeno Verde. Zulezt abgerufen am 17.07.2024
<https://um.edu.uy/centro-de-postgrados-de-ingenieria/oferta-academica/curso-avanzado/curso-avanzado-en-hidrogeno>
- Universität Augsburg. Forschung. Transport von Wasserstoff. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://uni-augsburg.de/de/forschung/einrichtungen/institute/amu/wasserstoff-forschung-h2-unia/h2lab/h2-sp/transport/>
- Uruguay XXI a. 2024. Who we are. About Uruguay XXI. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://www.uruguayxxi.gub.uy/en/who-we-are/about-uruguay-xxi/>
- Uruguay XXI b. 2024. Anexo 2. Energías renovables. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
<https://www.uruguayxxi.gub.uy/uploads/informacion/e99e0e7138238af513ea5e0e166f0b53d635001b.pdf>
- Uruguay XXI. 2023. Sector reports—Renewable Energies. Zulezt abgerufen am 17.07.2024
<https://www.uruguayxxi.gub.uy/en/information-center/article/renewable-energies/> (Last access: 09/07/2024)
- Uruguay XXI. 2022. Guía del Inversor. Régimenes promocionales para la inversión. Abril 2022
<https://www.uruguayxxi.gub.uy/es/quiero-invertir/guias-inversor/regimenes-promocionales-para-la-inversion/>
- Uruguay XXI. 2019. Encuesta de Idiomas—Centro de información. Zulezt abgerufen am 17.07.2024
<https://www.uruguayxxi.gub.uy/es/centro-informacion/articulo/encuesta-de-idiomas/>
- Varieties of Democracy (V-Dem). Interactive Maps. Zulezt abgerufen am 30.04.2024
- World Bank a. 2024. Country. Uruguay. Overview. Zulezt abgerufen am 17.07.2024
<https://www.bancomundial.org/es/country/uruguay/overview>
- World Bank b. 2024. Average precipitation in depth (mm per year)—Uruguay. Zulezt abgerufen am 17.07.2024
<https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.PRCP.MM?locations=UY>

