



URUGUAY

Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien

Zielmarktanalyse 2023 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)
Pza. Independencia 831
UY- 11100 Montevideo
E-Mail: comex@ahkurug.com.uy
Internet: <https://uruguay.ahk.de/>

Kontaktpersonen

Franziska Gruber

Stand

Mai 2023

Gestaltung und Produktion

Deutsch-Uruguayische Industrie- und Handelskammer (AHK)

Bildnachweis

www.istockphoto.com

Redaktion

Franziska Gruber
Gabriel Menner
Ruben Krebs

Urheberrecht

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

Haftungsausschluss

Sämtliche Inhalte wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Genutzt und zitiert sind 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 vorsätzlich 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 Situation und Struktur	2
1.3	Wirtschaftsbeziehungen zu Deutschland.....	3
1.4	Investitionsklima	3
1.5	Soziokulturelle Besonderheiten im Umgang mit lokalen Partnern.....	3
2.	Marktchancen	4
3.	Zielgruppe in der deutschen Energiebranche	5
3.1	Biodiesel	5
3.2	Bioethanol	6
3.3	Biomethan & -erdgas	6
3.4	Grüner Wasserstoff und Derivate	7
4.	Potenzielle Partner und Wettbewerbsumfeld	8
4.1	Biodiesel	8
4.2	Bioethanol	10
4.3	Biomethan & -erdgas	10
4.4	Grüner Wasserstoff und Derivate	11
5.	Technische Lösungsansätze	13
5.1	Biodiesel	14
5.2	Bioethanol	16
5.3	Biomethan & -erdgas	17
5.4	Grüner Wasserstoff und Derivate	17
6.	Relevante rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen	20
7.	Markteintrittsstrategien und Risiken	28
8.	Schlussbetrachtung inkl. SWOT-Analyse.....	30
	Profile der Marktakteure	31
	Quellenverzeichnis	33

I. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Währungsumrechnung.....iii
Tabelle 2: SWOT-Analyse.....30

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Jährliche Produktion von Biodiesel und Bioethanol in Uruguay4
Abbildung 2: Der Biodieselsektor in Uruguay 8
Abbildung 3: ALURs Biodieselproduktion 14
Abbildung 4: ALURs Bioethanolproduktion 16
Abbildung 5: Produktions -und Anwendungsbereich von Wasserstoff 18
Abbildung 6: Produktionsprozess Ammoniak..... 19
Abbildung 7: Produktionsprozess grünes Methanol 19
Abbildung 8: Produktionsprozess Sustainable Aviation Fuel 20
Abbildung 9: Biodieselpreis in Uruguay (monatlich in USD pro Liter)25
Abbildung 10: Bioethanolpreis in Uruguay (monatlich in USD pro Liter) 26

III. Abkürzungen

ALUR	Alcoholes del Uruguay Agroindustrie- Unternehmen „Alkohole aus Uruguay“
ANCAP	Administración Nacional de Combustibles, Alcoholes y Portland Staatseigenes Unternehmen zur Öl-, Alkohol- und Zementproduktion
ANII	Agencia Nacional de Investigación e Innovación Nationale Agentur für Forschung und Innovation
ANTEL	La Administración Nacional de Telecomunicaciones Nationale Verwaltung für Telekommunikation
BEN	Balance Energético Nacional Nationale Energiebilanz
CUTCSA	La Compañía Uruguaya de Transportes Colectivos S.A Uruguayische Gesellschaft für den öffentlichen Nahverkehr
DNE	Dirección Nacional de Energía Nationale Energiedirektion – zuständig für die Planung, Organisation und Überwachung der personellen, materiellen und finanziellen Ressourcen des Energiesektors. Zudem Kontrolle der Umsetzung von Gesetzen und Zielvorgaben des Ministeriums
GTAI	Gesellschaft für Außenwirtschaft und Standortmarketing mbH
HVO	Hydrotreated Vegetable Oil Hydrierte Pflanzenöle
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development Internationale Bank für Wiederaufbau und Entwicklung

LATU	Laboratorio Tecnológico del Uruguay Technisches Labor Uruguay
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas Ministerium für Wirtschaft und Finanzen
MGAP	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca Ministerium für Viehzucht, Landwirtschaft und Fischerei
MIEM	Ministerio de Industria, Energía y Minería Ministerium für Industrie, Energie und Bergbau
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas Ministerium für Verkehr und öffentliche Bauten
MVOTMA	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente Ministerium für Wohnungswesen, Raumordnung und Umwelt
UNIT	Instituto Uruguayo de Normas Técnicas Uruguayisches Institut für technische Normen
UPM	UPM-Kymmene Oyj Finnisches Unternehmen mit Standpunkt in Uruguay
URSEA	Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua Regulierungseinheit für Energie- und Wasserdienstleistungen
UTE	Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas Nationale Verwaltung für Kraftwerke und elektrische Übertragungen

IV. Währungsumrechnung

Monat	EUR/UYU
2022-11	40,6413
2022-12	41,3918
2023-01	42,4716
2023-02	41,7871
2023-03	41,9070
2023-04	42,5530

Werte in Mengennotierungen auf Basis der Daten der Deutschen Bundesbank

V. Energieeinheiten

J	Joule	Häufig für Angabe von thermischer Energie (Wärme)
Wh	Wattstunde	Häufig für Angabe von elektrischer Energie (Strom)
Erdgas	Gaseinheiten	Energie, die bei der Verbrennung von Erdgas (gemessen in Kubikmeter) frei wird
MW	Megawatt	Einheit von Energie in Form von Strom, wobei ein MW 1.000 Kilowatt entsprechen
GW	Gigawatt	Einheit von Energie in Form von Strom, wobei ein GW 1 Mio. Kilowatt entsprechen

Zusammenfassung

In der folgenden Zielmarktanalyse wird Uruguays Produktion von Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien in Bezug auf die wirtschaftlichen, juristischen und technologischen Rahmenbedingungen analysiert und es werden Produzenten identifiziert, mit dem Ziel einen Überblick über den wachsenden Markt zu geben.

Uruguay ragt unter den anderen lateinamerikanischen Ländern durch mehrere Aspekte hervor, die mit seiner Wirtschaft, Demokratie und Freiheit zusammenhängen. Es ist eines der politisch stabilsten, ökonomisch reichsten und sozial progressivsten Länder in der westlichen Hemisphäre. Zusätzlich dazu hat Uruguay bedeutende Fortschritte in der Produktion erneuerbarer Energien erzielt, insbesondere im Bereich der Wind- und Solarenergie.

In den vergangenen zwei Jahrzehnten wurden in Uruguay im Rahmen der Energiepolitik und zur Erreichung der Klimaziele zahlreiche Gesetze und Dekrete zur Förderung erneuerbarer Energien erlassen, um die erste Energiewende des Landes, die Dekarbonisierung der Energiematrix, voranzutreiben. Mit dem technologischen und klimatischen Fortschritt rückten Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien verstärkt in den globalen Fokus, und entsprechend wurden die rechtlichen Rahmenbedingungen in Uruguay ausgeweitet, insbesondere für Biodiesel und Bioethanol. Ein Beispiel dafür ist das Agrotreibstoffgesetz von 2007, das die Festlegung von Zielen für die Beimischung von Agrotreibstoffen vorsieht, sowie das Investitionsförderungsgesetz zur Gleichbehandlung ausländischer Investitionen, welches attraktive Rahmenbedingungen schafft und bereits große Investitionen in diesem Bereich incentiviert hat. Es besteht auch gegenwärtig die Aussicht, dass weitere Gesetze zur Förderung von grünem Wasserstoff im Zuge fortlaufender Forschungs- und Projektergebnisse erlassen werden.

Der gegenwärtige Schwerpunkt Uruguays liegt auf grünem Wasserstoff und dessen Derivaten. Durch interinstitutionelle Zusammenarbeit zwischen privaten und öffentlichen Akteuren werden Projekte entwickelt, um die reichlich vorhandenen Ressourcen zur Herstellung von grünem Wasserstoff zukünftig zu nutzen. Das langfristige Ziel besteht darin, die daraus resultierenden Produkte zu exportieren und für den nationalen Schwertransport zu verwenden, was einen wichtigen Bestandteil der zweiten Energiewende darstellt und auf die Dekarbonisierung des Schwertransports abzielt. Dieser Sektor ist für Investoren der mit den vielversprechendsten Zukunftsaussichten.

Auch für andere Kraftstoffe, insbesondere Biodiesel und Bioethanol, wurden in der Vergangenheit Produktionsinitiativen ergriffen, die bis heute fortbestehen. Das staatliche Unternehmen ALUR ist für die Produktion beider Kraftstoffe verantwortlich, während ANCAP für deren Beimischung zuständig ist. In Bezug auf Biodiesel bestehen weitere zukünftige Aussichten in Uruguay, insbesondere in Form von hydriertem Pflanzenöl (HVO), da das Interesse an HVO-Produktion zunehmend steigt. Nur Biomethan und -erdgas haben aufgrund hoher Investitionskosten und des wirtschaftlich und bevölkerungstechnisch begrenzten uruguayischen Marktes derzeit und in naher Zukunft keine vielversprechenden Perspektiven zu bieten.

1. Kurze Einstimmung zum Land

1.1 Politische Situation

Uruguay ist das zweitkleinste Land Südamerikas, ungefähr halb so groß wie Deutschland. Die Bevölkerungszahl beträgt rund 3,6 Mio., vergleichbar mit Berlin. Etwa die Hälfte der Menschen lebt in der Hauptstadt Montevideo. Die Bevölkerungsdichte im Süden ist höher, während die Provinzen im Landesinneren dünn besiedelt sind.¹ Uruguay ist Gründungsmitglied des Mercosur, dessen Parlamentssitz in Montevideo liegt. Seit 1967 ist Uruguay eine präsidentielle Republik und hat eine stabile Demokratie entwickelt.² Der Staatspräsident wird alle fünf Jahre vom Volk gewählt.³ Die Regierungspartei Frente Amplio wurde 2019 von einer Koalition aus fünf Mitte-rechts-Parteien unter der Führung der Partido Nacional abgelöst. Heutzutage ist Uruguay bekannt für seine demokratische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung. Uruguay belegt weltweit, noch vor Deutschland, den 11. Platz im Demokratieindex 2022 der britischen Zeitung *The Economist*⁴ und den 5. Platz im Bertelsmann Transformation Index (BTI).⁵

1.2 Wirtschaftliche Situation und Struktur

Die Wirtschaft Uruguays erlebte nach einer Phase des starken Wachstums zu Beginn des Jahrtausends einen Rückgang, erreichte 2019 einen Tiefpunkt und litt 2020 unter den Auswirkungen der COVID-19-Pandemie. Jedoch erholte sich die Wirtschaft bereits im Jahr 2021 und verzeichnete ein höheres Wachstum als erwartet, vor allem aufgrund von Rekordhöhen bei den Exporten. Für 2023 wird ein Wachstum von 3,55 % prognostiziert.⁶

Die Inflationsrate stieg während der Pandemie auf 9,8 % an, wird aber in den kommenden Jahren voraussichtlich kontinuierlich sinken. Bis zum Jahr 2014 konnte Uruguay einen kontinuierlichen Rückgang der Arbeitslosenquote bis auf 6,6 % verbuchen, die danach anstieg und 2020 – während der Pandemie – 10,4 % betrug. Danach setzte ein Rückgang bis auf 7,8 % in 2022 ein, wobei sich dieser Wert laut Prognose in den nächsten Jahren stabilisieren wird.⁷ Die Staatsverschuldung stieg ebenfalls an, auf 60,4 %⁸, jedoch plant die Regierung die Schuldenquote in den kommenden Jahren zu senken.

Uruguay hat mit 20.460 USD das höchste BIP pro Kopf in Lateinamerika, was auf seine ausgeprägte Mittelschicht zurückzuführen ist,⁹ sowie eine geringe Ungleichheit. Außerdem investiert es einen vergleichsweise hohen Prozentsatz seines BIPs in Forschung und Entwicklung.¹⁰

¹ (OTU, 2023)

² (Auswärtiges Amt, 2023)

³ (Intendencia Municipal de Montevideo, 2023)

⁴ (Economist Intelligence Unit, 2021)

⁵ (BTI, 2022)

⁶ (IMF, 2022)

⁷ (IMF, 2022)

⁸ (The World Bank, 2023)

⁹ (IMF, 2023)

¹⁰ (GTAI, 2022)

1.3 Wirtschaftsbeziehungen zu Deutschland

Bereits seit mehr als 160 Jahren pflegen Deutschland – damals noch als Preußen – und Uruguay ihre gemeinsamen Geschäftsbeziehungen. Seit der Gründung der Deutsch-Uruguayischen Industrie- und Handelskammer vor über 100 Jahren in Montevideo besitzt die deutsche Wirtschaft eine eigene Vertretung in Uruguay.¹¹ Zudem existiert mit Uruguay XXI eine staatliche Gesellschaft zur Förderung von ausländischen Direktinvestitionen (uruguayisches Pendant zu GTAI).¹² Im Jahr 2019 wurde das EU-Mercosur-Freihandelsabkommen vereinbart, um die wirtschaftliche Zusammenarbeit zwischen der EU und den Mercosur-Ländern zu vertiefen und die größte Freihandelszone der Welt zu schaffen. Das Abkommen befindet sich noch in juristischer Prüfung. Uruguay hat eine strategische Bedeutung im Mercosur aufgrund seiner geografischen Lage am Rio de la Plata und fungiert als Eintrittspunkt für ausländische Firmen in die Region.¹³ Deutschland ist ein wichtiger Handelspartner für Uruguay mit einem deutschen Exportüberschuss von 237,3 Mio. EUR in 2021. Die am meisten eingeführten Güter aus Uruguay waren Rohstoffe (ohne Brennstoffe) zu 68,9 % und Nahrungsmittel zu 24,6 %. Die am meisten von Deutschland nach Uruguay exportierten Güter waren chemische Erzeugnisse zu 36,2 % und Maschinen zu 30,5 %. Direktinvestitionen in Uruguay haben von 2018 bis 2020 bis zu einem Wert von 880 Mio. EUR in 2020 abgenommen.¹⁴

1.4 Investitionsklima

Das in Uruguay vorherrschende Investitionsklima gestaltet sich insbesondere für ausländische Investor*innen als sehr günstig. Im Land wurden in den letzten Jahren vermehrt ausländische Direktinvestitionen (FDI) getätigt, welche u. a. durch das Investitionsförderungsgesetz (Gesetz Nr. 16.906) und den Vertrag über die Förderung und den gegenseitigen Schutz von Kapitalinvestitionen mit Deutschland (Gesetz Nr. 16.110) stimuliert wurden.¹⁵

Entscheidend für den Zustrom an Investitionen ist darüber hinaus auch die politische, wirtschaftliche und soziale Stabilität, die sich im sehr guten Abschneiden Uruguays in internationalen Indizes widerspiegelt. So belegt Uruguay im Korruptionsindex von Transparency International den ersten Platz in Lateinamerika.¹⁶ Im Rule-of-Law-Index des World Justice Projects belegt Uruguay 2022 weltweit den 25. Platz und ebenfalls die beste Platzierung in Lateinamerika.¹⁷ Darüber hinaus belegt Uruguay mit einem mittleren Länderrisiko von BB2 einen der Spitzenplätze in ganz Lateinamerika.¹⁸

1.5 Soziokulturelle Besonderheiten im Umgang mit lokalen Partnern

Durch seine wirtschaftliche Situation, die stabilen Rahmenbedingungen und ein gutes Geschäftsklima unterscheidet sich Uruguay von seinen Nachbarländern teilweise deutlich. Die Geschäftskleidung ist zumeist konservativ. Zur Begrüßung ist es üblich, sich unter Männern die Hand zu geben; Frauen untereinander sowie Frauen und Männer begrüßen sich mit einem flüchtigen Wangenkuss. Weiterhin wird großer Wert daraufgelegt, Geschäftstreffen nicht nur auf formaler Ebene abzuhalten. Smalltalk vor dem eigentlichen Geschäftsgespräch ist üblich und stets angebracht, weshalb

¹¹ (AHK Uruguay, 2023)

¹² (Uruguay XXI, 2023)

¹³ (GTAI, 2021)

¹⁴ (GTAI, 2022)

¹⁵ (Uruguay XXI, 2023)

¹⁶ (Transparency International, 2021)

¹⁷ (World Justice Project, 2022)

¹⁸ (Allianz Trade, 2023)

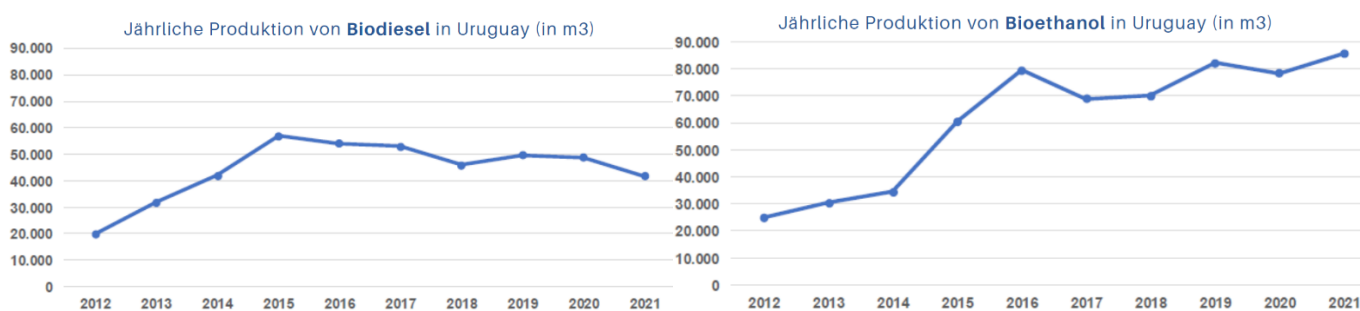
Geschäftsverhandlungen sich manchmal etwas langwierig gestalten können. Während in Deutschland das Verhältnis von Smalltalk zu Inhalt 20/80 beträgt, verhält es sich in Uruguay mit 80/20 eher umgekehrt. Darüber hinaus ist es üblich, dass Anrufe während des Meetings entgegengenommen werden. Termine sollten im Voraus vereinbart, die Pünktlichkeit aber nicht am mitteleuropäischen Maßstab gemessen werden.

2. Marktchancen

In den vergangenen Jahren hat Uruguay eine beachtliche Entwicklung hin zur fast vollständigen Herstellung von erneuerbaren Energien durchlaufen. Diese baut auf einer langfristigen staatlichen Politik und einem förderlichen institutionellen und regulatorischen Rahmen auf, welcher im Laufe der Jahre und mit zunehmendem Fortschritt auf der Lernkurve stetig angepasst wurde. Die Konzeption und Umsetzung von Kooperationsmöglichkeiten zwischen öffentlichen und privaten Akteuren haben zu einer bedeutenden Veränderung in der Energiematrix des Landes geführt und neue Möglichkeiten für nationale wie internationale Agierende ermöglicht. So konnte Uruguay sich als eines der führenden Länder der Welt im Bereich der Nutzung erneuerbarer Energien positionieren: In den letzten 4 Jahren stammten im Durchschnitt 97 % des erzeugten Stroms in Uruguay aus erneuerbaren Quellen.¹⁹ Davon wiederum wurden etwa 44 % aus Wasserenergie, 32 % aus Windenergie und 18 % aus Biomasse gewonnen.²⁰

Die großen Windkraftkapazitäten erlauben es Uruguay normalerweise einen Überschuss an Strom zu produzieren, der nach Argentinien und Brasilien exportiert werden kann.²¹ In der vergangenen Dekade hat die Produktion von Biokraftstoffen in Uruguay deutlich zugenommen. Während die Herstellung von Biodiesel nach der Änderung des Biokraftstoffgesetzes ab 2015 stagnierte bzw. einen Rückgang verzeichnete, stieg die Produktion von Bioethanol kontinuierlich an und erreichte 2021 mit fast 90.000 m³ ihren Höchststand:²² Am meisten wird jedoch in grünen Wasserstoff und Windparks investiert.²³

Abbildung 1: Jährliche Produktion von Biodiesel und Bioethanol in Uruguay



Quelle: Eigene Darstellung nach IICA (2022)

¹⁹ (AHK Uruguay, 2023)

²⁰ (Ministerio de Industria, Energía y Minería, 2021)

²¹ (International Trade Administration, 2022)

²² (IICA, 2022)

²³ (Climatescope by BloombergNEF, 2023)

Prinzipiell wird bei der Herstellung von Bioenergie in Uruguay das Ziel verfolgt, die Erzeugung von elektrischer und thermischer Energie hauptsächlich aus landwirtschaftlichen, forstwirtschaftlichen und agrarwirtschaftlichen Abfallprodukten sowie die mit dieser Art von Reststoffen verbundenen Beratungstätigkeiten und Dienstleistungen auszubauen. Hiermit möchte sich das Land als führender Zulieferer für den regionalen Markt auf Betreiber- und Branchenebene positionieren und die Dekarbonisierungsziele, wie das Einstellen der Raffination von Erdöl bis 2050, erreichen.²⁴ Einige Verfahren zur Energiegewinnung mit Holzprodukten befinden sich bereits in einem ausgereiften Stadium und können mit geringfügigen Anpassungen universell eingesetzt werden. Im Rahmen der bestehenden KWK-Anlagen ist in Uruguay vor allem das Verfahren des Rankine-Zyklus mit Antrieb einer Dampfturbine verbreitet. Generell besitzt der Markt ein großes Potenzial und es wird mit einem signifikanten Anstieg der Nachfrage nach erneuerbaren Energien und dessen Verwendung in der Kraftstoffproduktion gerechnet.

3. Zielgruppe in der deutschen Energiebranche

Uruguay weist gute klimatische, politische und soziale Bedingungen auf und besitzt daher beträchtliches Potenzial in verschiedenen Bereichen erneuerbarer Energien. Insbesondere in der Solarenergie, der Windkraft und aufgrund seiner umfangreichen Landwirtschaft auch in der Produktion von Biokraftstoffen ergeben sich vielversprechende Möglichkeiten. Dies eröffnet interessante Marktchancen für deutsche Unternehmen.

Hierbei profitieren Hersteller*innen aus Deutschland von einem ausgezeichneten Ruf hinsichtlich der Qualität technischer Produkte deutschen Ursprungs im uruguayischen Markt, in dem das Label „Made in Germany“ als Qualitätssiegel gilt. Der technologische Vorsprung zusammen mit einem vergleichsweise umfassenderen Erfahrungshintergrund in der Anwendung neuer Technologien bietet deutschen Unternehmen gute Voraussetzungen, um die Potenziale des uruguayischen Marktes im Bereich der erneuerbaren Energien erfolgreich und nachhaltig nutzen zu können.

Für Biokraftstoffe und zugehörige Technologien bestehen aufgrund der nicht vorhandenen nationalen Produktion an gleichwertigen Produkten kaum Marktbarrieren für deutsche Hersteller*innen. Als Technologieanbieter*innen für Biokraftstoffe würde deutschen Unternehmen der Eintritt in den uruguayischen Markt gegenwärtig besonders durch die staatlichen Ausschreibungen und interinstitutionellen Projektentwicklungen möglich werden.

Der Markt ist hinsichtlich der geringen Verkaufszahlen beschränkt, allerdings würde die Möglichkeit bestehen Uruguay als Logistik-Hub für die Region zu nutzen.

3.1 Biodiesel

Uruguay weist ein starkes Engagement für erneuerbare Energien und Nachhaltigkeit auf, wodurch Biodiesel als umweltfreundlicher Kraftstoff gut zu den Zielen des Landes passt. Uruguay hat eine Energiematrix, die zu etwa 97 % aus erneuerbaren Energien besteht, wodurch die Produktion von Biokraftstoffen auf umweltfreundliche Weise erfolgt. Da es im Land keine eigenen Technologiezulieferer gibt, ist Uruguay sehr stark von Importen abhängig. Dies könnte deutschen Unternehmen vielversprechende Möglichkeiten eröffnen, Technologien und Lösungen für die Biodiesel-Produktion in

²⁴ (Experteninterview 3, 2023)

Uruguay anzubieten. Das Beispiel des Biodieselproduzenten ALUR veranschaulicht dies. Bis auf Lagertanks und Technologien zur Herstellung von Glycerin importiert das Unternehmen alle Technologien.²⁵

Da der Sektor in Uruguay im Vergleich zu anderen Ländern noch in der Anfangsphase ist und sich auf zwei Produzenten beschränkt, könnten deutsche Unternehmen, die über langjähriges Know-how in Bezug auf Biodieselproduktion und Qualitätssicherung verfügen, davon profitieren. Es ist anzumerken, dass der Biodieselsektor in Uruguay derzeit eine begrenzte Dynamik aufweist und keine Wachstumsperspektiven erkennbar sind. Allerdings eröffnet sich eine neue Möglichkeit in Form von HVO. Obwohl die Entwicklung und Implementierung von HVO sowohl in Uruguay als auch weltweit noch in den Kinderschuhen stecken, wird erwartet, dass zukünftig eine steigende Nachfrage nach den erforderlichen Technologien und Know-how entstehen wird. Es ist anzunehmen, dass der Bedarf an Fachwissen, technischer Unterstützung und innovativen Lösungen im Zusammenhang mit HVO in den kommenden Jahren steigen wird, was eine vielversprechende Grundlage für eine engere Zusammenarbeit zwischen deutschen und uruguayischen Unternehmen im Bereich Biokraftstoffe darstellt.

3.2 Bioethanol

In Uruguay besteht eine Einstiegsmöglichkeit für deutsche Unternehmen im Bioethanolsektor, da das Land über ein großes Aufkommen an Mais und Weizen verfügt. Diese Rohstoffe bieten Potenzial für eine nachhaltige Produktion von Bioethanol.

Aufgrund der technologischen Komplexität bei der Produktion von Bioethanol ergeben sich Geschäftschancen für deutsche Unternehmen. Deutsches Know-how und Beratung sind gefragt, um die Prozesse effizient und nachhaltig zu gestalten. Dabei können deutsche Unternehmen ihre Expertise und Erfahrung in den Bereichen Technologie, Anlagenbau, Prozessoptimierung und Qualitätssicherung einbringen und dabei von der vorhandenen Infrastruktur und Logistik in Uruguay profitieren. Zum Beispiel besitzt ALUR, der einzige Bioethanolproduzent Uruguays, einen direkten Zugang zum Hafen Montevideos, was den Import und Export von Rohstoffen und Produkten erleichtert.

3.3 Biomethan & -erdgas

Aufgrund der begrenzten Verbreitung und frühen Entwicklungsphase der Bioerdgas- und Methanenergiegewinnung in Uruguay gestaltet sich die Empfehlung an deutsche Unternehmen als Herausforderung. Dennoch könnten potenzielle Chancen identifiziert werden, insbesondere für deutsche Beratungsunternehmen, die auf diese Branche spezialisiert sind und über umfangreiche Erfahrungen im lateinamerikanischen Raum verfügen. Der Bedarf reicht dabei von ersten Machbarkeitsstudien bis hin zur technischen Unterstützung und Durchführung bei der Installation und dem Betrieb von Biomethan- und Erdgasanwendungen.

Derzeit sind nur wenige Unternehmen in der Lage, den Kauf einer kompletten, schlüsselfertigen Anlage wirtschaftlich zu realisieren. Dies liegt an den hohen Investitionskosten, dem im Vergleich geringen Abnehmermarkt und dem Mangel an staatlicher Unterstützung im Biomethan- und Erdgassektor. Laut der Prognose eines Experten sind keine Lösungen zu

²⁵ (ALUR, 2023)

identifizieren und die Schwierigkeiten für die Weiterentwicklung des Biomethan- und Erdgassektors werden in naher Zukunft bestehen bleiben.²⁶

3.4 Grüner Wasserstoff und Derivate

Uruguay verfügt über eine beträchtliche Menge an erneuerbaren Energieressourcen, insbesondere Wind- und Solarenergie. Diese Ressourcen bieten eine zuverlässige und nachhaltige Energiequelle für die Elektrolyse zur grünen Wasserstoffproduktion.

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. 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 nachhaltige, erneuerbare Energiesysteme,
- Systemhersteller*innen/Technolog*innen aus dem Bereich erneuerbare Energien: Wind, PV (ggf. Biomasse),
- Systemhersteller*innen/Technolog*innen aus dem Bereich Wasserelektrolyse,
- Systemhersteller*innen/Technolog*innen aus dem Bereich Carbon Capture Sequestration / Usage (CCS / CCU),
- Systemhersteller*innen/Technolog*innen aus dem Bereich Methanolsynthese (grün),
- Engineering-Unternehmen aus den vorher genannten Bereichen,
- Anlagenbau-Unternehmen aus den vorher genannten Bereichen,
- Bauunternehmen (Seehafenbau; Infrastrukturbau),
- Hauptkomponentenlieferant*innen: Dampfturbinen, Spiegel, Absorberrohre, elektrische Heizer, Wärmetauscher, Dampferzeuger, Thermoöl, Thermoöl, Thermoöl, PV-Module, Inverter, Elektrolyseure, Aminwäscher (CCS/CCU), Reaktoren, Katalysatoren, Destillations-/Rektifikationskolonnen etc.

Zur Zeit sind die Derivate aus grünem Wasserstoff die einzigen Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien, die Uruguay konkret plant, auf globaler Ebene 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 beiden Ländern zu vertiefen.²⁷

²⁶ (Experteninterview 1, 2023)

²⁷ (Gobierno Uruguay, 2023)

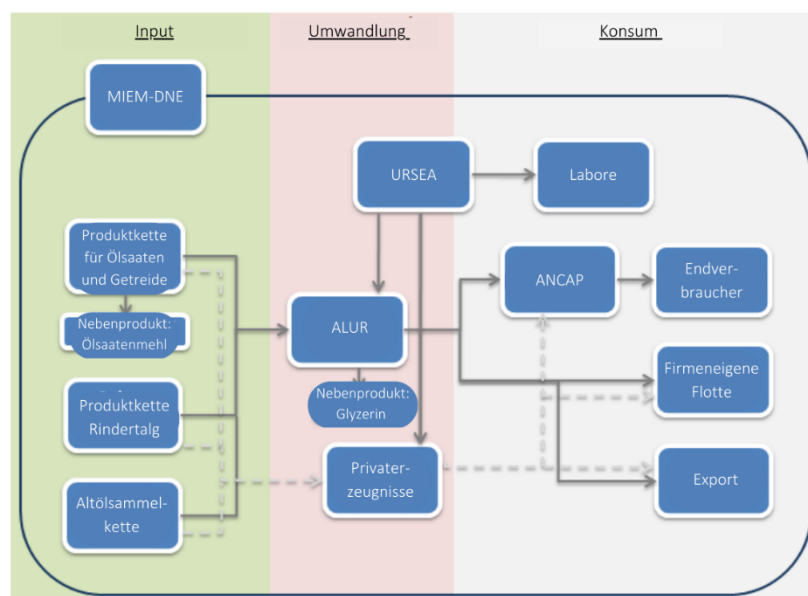
4. Potenzielle Partner und Wettbewerbsumfeld

Historisch betrachtet war Uruguay stark von aus dem Ausland kommenden Energieimporten abhängig und verfügte über einen hohen Anteil an nicht erneuerbaren Energiequellen. Die Energiematrix hat sich besonders auf Erdöl und seine Derivate sowie Wasserkraft konzentriert.²⁸ In den letzten 10-15 Jahren hat Uruguay es durch gesetzliche Vorschriften und Investitionen ermöglicht, einen Großteil seines Strombedarfs aus erneuerbaren Energiequellen, wie Biomasse, Wind- und Solarenergie, zu decken. In Uruguay ist der Energiesektor von staatlichen Unternehmen, wie UTE und ANCAP, geprägt, die jeweils eine wachsende Menge an unterschiedlichen Energieträgern produzieren. Dennoch beherbergt der Markt auch andere uruguayische Unternehmen, die teilweise mit Kooperationen aus dem Ausland verschiedene Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien produzieren.

4.1 Biodiesel

Die Funktionsweise der Biodieselproduktion und -distribution in Uruguay veranschaulicht folgende Grafik:²⁹

Abbildung 2: Der Biodieselsektor in Uruguay



Quelle: Universidad de la Republica Facultad de Ciencias Sociales

Die wichtigsten Akteure sind **MIEM** (über das DNE), **URSEA**, **ANCAP**, **ALUR**, **Schlachthöfe** und einige **Labore**. Das **MIEM** ist für die Planung, Gestaltung und Durchführung der Energiepolitik sowie die Koordinierung der verschiedenen öffentlichen und privaten Akteur*innen zuständig. Im praktischen Teil ist das MIEM für die Erteilung von Produktionsgenehmigungen für Biokraftstoffanlagen zuständig, wobei es zuvor die Einhaltung der im Agrokraftstoffgesetz festgelegten Anforderungen kontrolliert (darunter die Erfüllung der Qualitätsanforderungen der Norm UNIT 1100:2014).

²⁸ (Universidad de la República, 2017)

²⁹ (Universidad de la República, 2017)

URSEA dient als Regulierungsbehörde und regelt die Qualität, die Vermarktung und den Verbraucherschutz gemäß der festgelegten Politik der Exekutiven. Zum Beispiel werden alle zwei Jahre Qualitätskontrollen von Biodiesel von URSEA in Zusammenarbeit mit **Laboren** durchgeführt, um die Einhaltung der Qualitätsnormen zu überprüfen. Dieselbe Zusammenarbeit existiert auch bei Qualitätsprüfungen von Bioethanol.

Gemäß der Gründung der Kommission für Biokraftstoffe 2005 wurde **ANCAP** von den Exekutiven beauftragt, Biodiesel- und Ethanolprojekte durchzuführen. Später wurde **ALUR (Alcoholes del Uruguay S.A.)** miteingebunden und führt seitdem als operativer Arm von ANCAP beauftragte Projekte selbstständig durch, während ANCAP für die Vermischung mit Diesel und den Verkauf an Endverbraucher*innen zuständig ist.

ALUR ist die Tochterfirma **ANCAPs**, welche einen Anteilseigentum von 90,8 % hat, während PDVSAs, eine venezolanische Ölfirma, 9,2 % besitzt. Ursprünglich ein Unternehmen verantwortlich für die Herstellung von Zucker, produziert es heutzutage mithilfe von 4.000 direkten und indirekten Angestellten Biodiesel, Bioethanol, chemische Stoffe, Tiernahrung, Energie und Zucker. ALUR verwendet Rohstoffe aus nationaler Herkunft aus verschiedenen Departamentos in Zusammenarbeit mit kleinen und großen Rohstoffproduzenten.

Insgesamt verfügt ALUR über eine nominale Produktionskapazität von 75.000 m³ Biodiesel im Jahr an den Standorten Paso de La Arena, ein Vorort von Montevideo, und in Capurro im Süden des Landes.³⁰ Letzterer produziert 57.000 m³ pro Jahr bzw. 50.000 Tonnen, erstreckt sich über 13 Hektar, wovon 1,5 Hektar für die Produktion von Biodiesel gedacht sind, und verfügt über Technologien der schwedischen Firma ALFA LAVAL.^{31 32} Die nötigen Rohstoffe sind pflanzlicher Herkunft (Soja und Raps), tierischer Herkunft (Rindertalg) und recycelt (gebrauchtes Frittieröl). Dadurch entstehen verschiedene Arten an Biodiesel, welche unterschiedlich bewertet werden. Jedoch wurden die Prozesse schon gemäß dem Standard ISCC zertifiziert. Im Jahr 2022 exportierte ALUR 4.000 Tonnen Biodiesel aus Frittieröl in die Niederlande. Zudem wird der Biodiesel an die öffentliche Transportfirma **CUTSCA** in Montevideo verkauft.³³

Die andere in Uruguay identifizierbare Produktionsstätte ist von **Panarmix S.A.** mit ihrem Standort in Nuevo Berlin, dem Westen des Landes. Panarmix stellt neben proteinhaltigem Tierfuttermittel aus Soja und Sojaöl B100 Biodiesel her, welcher zur puren Nutzung in egal welchem Motor ohne Anpassungen oder Zusätze geeignet ist. Zur Herstellung nutzen sie ihre selbst angebauten Sojabohnen, wovon sie 1.700 Tonnen im Monat produzieren können. Da der Herstellungsprozess komplett in der eigenen Firma abläuft, sind sie unabhängig von anderen uruguayischen Unternehmen. Die nach argentinischem Vorbild gebaute Biodieselproduktionsanlage ist neu und wurde Mitte 2020 fertiggestellt. Die Anlage kann bis zu 400.000 Liter Biodiesel im Monat produzieren und ist direkt mit der Sojaproduktionsanlage, wenige Meter entfernt, verbunden.^{34 35}

Als neuste Entwicklung in Uruguay ist der synthetische Dieseleratzkraftstoff **HVO** festzuhalten.

Momentan prüft **ALUR** in Zusammenarbeit mit dem Mutterunternehmen **ANCAP** eine Projektentwicklung zur Produktion von HVO und führt erste Machbarkeitsstudien durch. In der Raffiniere La Teja, welche mittels einer Pipeline

³⁰ (ALUR, 2023)

³¹ (ANCAP, 2023)

³² (ALUR, 2023)

³³ (Argus, 2023)

³⁴ (Panarmix, 2023)

³⁵ (Panarmix, 2020)

mit der Biodiesel-Anlage in Capurro verbunden ist, wird mit den gleichen Rohstoffen wie zur Herstellung von Biodiesel geforscht, jedoch in einer Größenordnung, die 2–3-mal so groß ist wie ALURs Biodieselproduktion. Um diese Menge zu bewältigen, nutzen sie nicht nur raffiniertes Öl, sondern auch Rohöl. Das Projekt befindet sich aktuell noch in der Konzeptionsphase, aber ANCAP erhofft sich in den nächsten Jahren HVO global exportieren zu können und nebenbei einen geringeren Teil für den Inlandsmarkt zu verwenden. ALUR hat bereits Erfahrung mit der Erfassung und Zertifizierung von Rohstoffen und treibt nun die Standardisierung voran,³⁶ während ANCAP einen industriellen Arm besitzt, wodurch der Aufwand zum Bau der Infrastruktur und Logistik verringert wird.

4.2 Bioethanol

Bioethanol stellt eine Variante von Ethanol dar, welche aus verschiedenen pflanzlichen Rohstoffen gewonnen werden kann. Insbesondere pflanzliche Erzeugnisse wie Mais, Süßkartoffeln, Rohrzucker oder Biomasse mit einem hohen Zellulosegehalt bieten sich für die Produktion an.^{37 38}

In Uruguay ist ALUR der alleinige Produzent von Bioethanol und verfügt über eine Produktionskapazität von 100 Mio. Litern pro Jahr, welche zwischen den Standorten Paysandú im Westen des Landes und Bella Union im Norden Uruguays aufgeteilt ist.³⁹ Der Hauptbeitrag zur Produktion stammt aus der Anlage in Paysandú, welche eine Kapazität von 70 Mio. Litern pro Jahr aufweist. Zur Produktion werden 200.000 Tonnen stärkehaltiges Getreide wie Mais, Weizen, Sorghum und Gerste benötigt, was einer Anbaufläche von 50.000 Hektar entspricht. Die landwirtschaftliche Produktion konzentriert sich hauptsächlich auf die Küstenregionen Uruguays. Für die Technologie der Produktion ist das US-amerikanische Unternehmen Katzen verantwortlich, welches sich durch seine energieeffiziente Auslegung, die Möglichkeit der Nutzung von Sommer- und Winterkulturen und geringere Umweltauswirkungen auszeichnet.⁴⁰ Das hergestellte Bioethanol erfüllt eine Qualität, die über dem von der Norm UNIT 1122 festgelegten Wert liegt.

4.3 Biomethan & -erdgas

Biogas und das daraus entstehende Biomethan sind zwei in Uruguay wenig verbreitete Biokraftstoffe. Es gibt kaum Autos oder Maschinen, die mit Erdgas angetrieben werden, und ein spärlich ausgebautes Erdgasnetz. Zudem ist die Produktion und Nutzung von Biogas aufgrund der hohen Investitionskosten kompliziert.⁴¹

Aufgrund dieser Gegebenheiten ist der Einsatz von Biomethan in Uruguay derzeit weder rentabel noch attraktiv für Unternehmen. Allerdings könnte sich dies möglicherweise durch eine verstärkte Kontrolle der Umweltauswirkungen in der Produktion ändern.⁴²

³⁶ (Experteninterview 4, 2023)

³⁷ (ALUR, 2023)

³⁸ (Agentur für Erneuerbare Energien, 2023)

³⁹ (ALUR, 2023)

⁴⁰ (ALUR, 2023)

⁴¹ (Experteninterview 1, 2023)

⁴² (Experteninterview 1, 2023)

4.4 Grüner Wasserstoff und Derivate

Der Aufbau einer internationalen Wasserstoffwirtschaft bietet Uruguay aufgrund seiner klimatischen und strukturellen Bedingungen ein erhebliches Potenzial. Im Rahmen seiner nachhaltigen Politik hat das Land eine langfristige Klimastrategie für das Jahr 2050 vorgeschlagen, die den Einsatz von grünem Wasserstoff und seinen Derivaten im Schwerlast- und Langstrecken-Personenverkehr, Export sowie einigen industriellen Anwendungen vorsieht.⁴³

Seit 2022 arbeitet Uruguay zudem an dem **H2U-Projekt**, welches mit dem Präsidialbeschluss 294/022 ins Leben gerufen wurde und die langfristige Entwicklung bzw. Förderung von grünem Wasserstoff vorsieht.⁴⁴ Dieses interinstitutionelle Projekt umfasst verschiedene Programmpunkte wie Innovation, Investition, Infrastruktur, Regulation, Offshore, Kommunikation und Kapazitäten-Ausbau.^{45 46}

Im Juni 2022 hat die Regierung eine erste Wasserstoff-Roadmap vorgestellt, in der diese Ambitionen und spezifischen Ziele für die Produktion und den Export von grünem Wasserstoff und Derivaten (kurz-, mittel- und langfristig) dargelegt werden. Die Roadmap ist das Ergebnis eines von wichtigen Institutionen und Marktakteur*innen geleiteten Prozesses mit Beteiligung aus dem Inland (wie MIEM, ANII, MTOP, ANCAP, UTE etc.) und Ausland (IADB, McKinsey & Company). Der für die Roadmap umgesetzten Analyse zufolge könnte Uruguay Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe, die aus grünem Wasserstoff gewonnen werden, zu wettbewerbsfähigen Kosten mit Hilfe groß angelegter Solar- und Windparks herstellen.⁴⁷

Für 2030 werden mit Produktionskosten von grünem Wasserstoff zwischen 1,2 und 1,4 USD/kg H₂ in der westlichen Region und zwischen 1,3 und 1,5 USD/kg H₂ in der Ostregion gerechnet bei einer Leistung von über 500 MW, wodurch Uruguay mit anderen Exporteuren wie Chile und Saudi-Arabien konkurrieren würde.⁴⁸ Die Regierung prognostiziert einen Gewinn von 2,1 Mrd. USD pro Jahr durch den Export von grünem Wasserstoff bis zum Jahr 2040.⁴⁹ Folglich spielt grüner Wasserstoff sowohl für den Inlandsverbrauch als auch für den Export kurz- und langfristig eine wichtige Rolle.

Im Rahmen des H2U **Offshore-Programmpunkts** plant **ANCAP** die Ausschreibung von Offshore-Gebieten für Energieunternehmen, um Studien zur möglichen Installation von Infrastruktur für die Produktion von grünem Wasserstoff aus erneuerbaren Offshore-Energien durchzuführen. 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 in dem Vorgang, wodurch diese auf die privaten Unternehmen fallen.⁵⁰ Der staatliche Energiekonzern verfügt über eine Raffinerie in La Teja und dem Capurro-Industriezentrum, beide in Montevideo, welche einen künftigen Anschluss an ein Flüssiggasterminal im Hafen Montevideo haben werden.⁵¹ Außerdem besitzt ANCAP, durch das Terminal del Este,

⁴³ (Gub.Uy, 2023)

⁴⁴ (Gobierno Uruguay, 2022)

⁴⁵ (MIEM, 2022)

⁴⁶ (MIEM, 2022)

⁴⁷ (BID, 2023)

⁴⁸ (MIEM, 2022)

⁴⁹ (International Trade Administration, 2022)

⁵⁰ (Experteninterview 1, 2023)

⁵¹ (ANCAP, 2023)

einen direkten Zugang zum Atlantik, Zugänge zu den Flüssen Rio de la Plata und Rio Uruguay und jahrelange Erfahrungen im Umgang mit Wasserstoff, wodurch der Exportweg nach Europa sichergestellt ist.⁵²

Für die Ausschreibung fehlt aktuell noch die Genehmigung der Exekutiven, da sich die Seegebiete in staatlicher Hand befinden. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass die erste Ausschreibungsrunde entweder im November 2023 oder im Mai 2024 öffentlich gemacht wird.⁵³ Die Ausschreibung soll projektoffen erfolgen. Als einziges Kriterium an Unternehmen wurde definiert, dass Wasserstoff oder Wasserstoffderivate aus Offshore-Windenergie erzeugt werden müssen.

Das für die Extraktion vorgesehene Gebiet lässt sich in 2 Regionen unterteilen, die jeweils 4 bzw. 6 ausgeschriebene Offshore-Gebiete beinhalten, unter Berücksichtigung ökologischer Gegebenheiten, minimierter Interferenzen mit menschlichen und industriellen Aktivitäten.⁵⁴

Das geschätzte Potenzial für die Gebiete mit einer Fläche von 760 km² beläuft sich auf mindestens 3 GW und ein Produktionsvermögen von ungefähr 200.000 Tonnen H₂/Jahr.⁵⁵

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 15.000 Tonnen grünes 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 aus russischem Rohöl hergestellt wird.⁵⁶ Wenn das Projekt in der H2Global-Ausschreibung in 2023 ausgewählt wird, könnte die Bauphase 2024 beginnen.⁵⁷

Auch **Linde** hat Uruguay als eines der Länder identifiziert, in denen es sich auf die Entwicklung von Projekten und die Produktion von grünem Wasserstoff und Derivaten konzentrieren will. Obwohl es noch keine konkreten Projekte in Uruguay gibt, kann Linde die gesamte Wasserstoff-Wertschöpfungskette abdecken, vom Elektrolyseur und RNE-Management bis hin zur H₂-Verflüssigung, Kompression, Lagerung, weiteren Umwandlung in Ammoniak oder Methanol, H₂-Verteilung per Tankwagen oder Tankstellen, die 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 Partner*innen.⁵⁸

Um Uruguay als Standort für Wasserstoffpilotprojekte attraktiv zu machen, hat die Regierung auch einen **lokalen Fonds** zur Unterstützung eines Pilotprojektes aufgebaut. MIEM, ANII und LATU haben einen Fonds im Wert von 10 Mio. USD aufgestellt, der Pilotprojekte fördern soll. Die Ausschreibung war offen für verschiedene Möglichkeiten in Bezug auf die

⁵² (H2LAC, 2022)

⁵³ (Experteninterview 1, 2023)

⁵⁴ (Ancap, 2023)

⁵⁵ (ANCAP, 2023)

⁵⁶ (SEG Ingeniería, 2022)

⁵⁷ (El Avisador, 2022)

⁵⁸ (Gobierno Uruguay, kein Datum)

erneuerbare Energiequelle, den Umfang und den Standort, wobei das Projekt eine Mindestgröße von 1,5 MW Elektrolyseurleistung haben sollte.⁵⁹ In der ersten Phase wurden 9 Profile ausgewählt, darunter ein Projekt von Linde für die Hydrierung von Pflanzenölen und die Anreicherung von Erdgas durch die grüne Wasserstoffproduktion.⁶⁰ Der gewährte Zuschuss wird über einen Zeitraum von höchstens 10 Jahren ab der Inbetriebnahme der Anlage verteilt. Vorrang haben Projekte, die eine frühzeitige Inbetriebnahme vorsehen, wobei die Inbetriebnahme höchstens bis Dezember 2025 erfolgen kann.⁶¹

Am 16. Mai 2023 wurde bekanntgegeben, dass die uruguayischen **Firmen Saceem und CIR** mit dem Projekt H24U die Gewinner des 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.⁶² 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. 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.⁶³

5. Technische Lösungsansätze

Biokraftstoffe lassen sich in zwei Generationen einteilen. Die erste Generation, wie Bioethanol und Biodiesel, wird aus pflanzlichen Quellen wie Zuckerrohr, Mais oder Weizen bzw. aus Pflanzenölen wie Soja- oder Rapsöl hergestellt. Diese Kraftstoffe haben bereits eine gewisse Verbreitung erreicht, sind jedoch durch die zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Ressourcen begrenzt.⁶⁴

Im Gegensatz dazu werden Biokraftstoffe der zweiten Generation aus Non-Food-Quellen gewonnen, wie landwirtschaftlichen Reststoffen (z. B. Stroh), speziellen Energiepflanzen oder nicht essbarer Biomasse (z. B. holzige Biomasse). Die Produktion dieser Kraftstoffe erfordert in der Regel komplexere Verfahren und fortschrittliche Technologien. Ein Beispiel dafür ist HVO, welches aus Non-Food-Rohstoffen wie landwirtschaftlichen Rückständen, Algen, holzartiger Biomasse oder gebrauchtem Speiseöl hergestellt wird.

Die Entwicklung und Nutzung von Biokraftstoffen der zweiten Generation hat das Potenzial, die Nachhaltigkeit und die Verfügbarkeit von Biokraftstoffen zu verbessern, da sie auf nicht essbaren Ressourcen basieren und so die Konkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion minimieren können. Darüber hinaus tragen diese fortgeschritteneren Biokraftstoffe zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen und zur Förderung der Energiewende bei.

⁵⁹ (Agencia Nacional de Investigación e Innovación, 2022)

⁶⁰ (Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), 2022)

⁶¹ (Expertengespräch 2, 2023)

⁶² (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022)

⁶³ (Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), 2023)

⁶⁴ (ARD Alpha, 2021.)

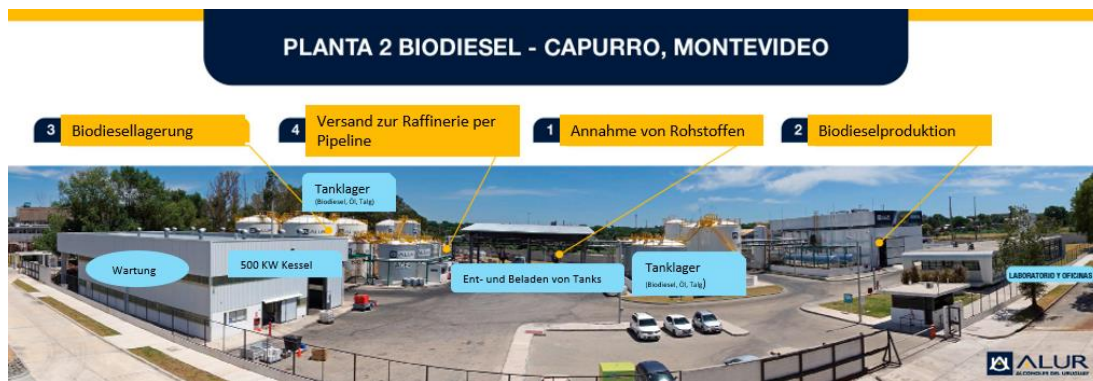
Es ist wichtig zu beachten, dass sowohl Biokraftstoffe der ersten als auch der zweiten Generation weiterhin technologische Fortschritte erfordern, um ihre Effizienz und Wirtschaftlichkeit zu verbessern. Die kontinuierliche Forschung und Entwicklung in diesem Bereich sind von entscheidender Bedeutung, um die Potenziale der Biokraftstoffe vollständig auszuschöpfen und eine nachhaltige und umweltfreundliche Energieversorgung zu gewährleisten.⁶⁵

5.1 Biodiesel

Biodiesel ist ein Kraftstoff, der aus pflanzlichen oder tierischen Ölen und Fetten hergestellt wird. Er kann in nahezu allen Dieselmotoren verwendet werden und mit fossilem Diesel gemischt werden. Biodiesel ist giftfrei, biologisch abbaubar und wird aus ölhaltigen Pflanzen gewonnen, wie zum Beispiel Rapssamen. Die Herstellung erfolgt durch Reaktion von Methanol mit Öl und Trennung des entstandenen Biodiesels von Glycerin. Biodiesel wird als Beimischung zu Dieselöl verwendet und in großen Tanks gelagert, während das Nebenprodukt Glycerin in anderen Industrien genutzt wird.^{66 67}

ALUR stellt den Biodiesel in einem Umsteuerungsprozess mit Methanol und Sojabohnenderivaten her, bei dem Biodiesel und Glycerin erzeugt werden.⁶⁸ Dabei sind alle Technologien, abgesehen von den Lagertanks und Technologien zur Herstellung von Glycerin, importiert. Die Lagertanks, hergestellt von der uruguayischen Firma **CIR**, lagern Biodiesel, Öl, Talg, Glycerin, Methanol und Natriummethylat mit einem Fassungsvermögen zwischen 60 m³ und 750 m³, entworfen und gebaut nach der Norm API65.⁶⁹ Die Reaktoren und der Wäscher stammen von der schwedischen Firma **Alfa Laval**, die Pumpen und das Rührwerk (Agitador) sind auch aus Europa, während die Druck- und Temperaturmessgeräte sowohl in Europa als auch in Brasilien hergestellt wurden.⁷⁰

Abbildung 3: ALURs Biodieselproduktion



Quelle: ALUR

⁶⁵ (BiomassMuse, (o.J.))

⁶⁶ (ANCAP, (o.J.))

⁶⁷ (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT), o.J.)

⁶⁸ (Experteninterview 4, 2023)

⁶⁹ (CIR Industria Metalúrgica, (o.J.))

⁷⁰ (ALUR, 2023)

ALURs Biodieselproduktionsverfahren:⁷¹

- 1) Der Rohstoff (Pflanzenöle, Rindertalg) wird angenommen und für die weitere Verarbeitung vorbereitet. Es wird einer Qualitätskontrolle unterzogen, einschließlich einer Analyse des Feuchtigkeitsgehalts, Säuregehalts, von Schwermetallen und Phosphor, im Anschluss werden alle Verunreinigungen entfernt.
- 2) Das Ausgangsmaterial wird einer Umesterung unterzogen, einer chemischen Reaktion, die die Öle oder Fette in Biodiesel umwandelt. Dem Ausgangsmaterial wird Methanol zusammen mit einem Katalysator wie Natrium- oder Kaliumhydroxid zugesetzt. Das Gemisch wird erhitzt und gerührt, so dass die Reaktion abläuft und Fettsäuremethylester (FAME) entsteht, der Hauptbestandteil von Biodiesel.
- 3) Nach der Umesterung lässt man das Gemisch absetzen, so dass sich zwei unterschiedliche Schichten abtrennen lassen: Biodiesel (FAME) und Glycerin. Die Glycerinschicht, die ein Nebenprodukt der Reaktion ist, wird abgelassen, während die Biodieselschicht gewaschen wird, um verbleibende Verunreinigungen oder Katalysatorrückstände zu entfernen.
- 4) Der gewaschene Biodiesel wird getrocknet, um jeglichen Wassergehalt zu entfernen, da Wasser zu Stabilitäts- und Leistungsproblemen führen kann. Nach der Trocknung wird der Biodiesel gefiltert, um verbleibende Partikel oder Verunreinigungen zu entfernen und seine Qualität und Reinheit zu gewährleisten.
- 5) Das fertige Biodieselprodukt wird in geeigneten Behältern oder Tanks gelagert, wobei Faktoren wie Temperatur, Lichteinfall und Luftkontakt berücksichtigt werden, um seine Qualität zu erhalten und einen Abbau zu verhindern.

HVO

In Uruguay gab es bereits mehrere Versuche HVO herzustellen. Jedoch entstand die HVO-Initiative erst 2017/2018, als die gesetzliche Verpflichtung zur Beimischung von Biodiesel in Dieselmotoren abgeschafft wurde.⁷²

Bei der Herstellung von HVO oder hydriertem Pflanzenöl werden Öle wie Raps, Sojabohnen, Non-Food-Öle und Altfette bei Temperaturen von 300°C unter Zugabe von Wasserstoff in einem Katalysator in Kohlenwasserstoff umgewandelt.

HVO besitzt dieselartige Eigenschaften und kann als Direkteinspritzkraftstoff verwendet werden, um herkömmlichen Dieselmotoren zu ersetzen. Durch gezielte Anpassung der Kraftstoffeigenschaften ist es nicht mehr erforderlich, Motoren anzupassen, und HVO kann in verschiedenen Mischungsverhältnissen eingesetzt werden, sogar als Reinkraftstoff.⁷³ Je nach Ausgangsmaterial kann HVO im Vergleich zu herkömmlichem Dieselmotoren die Emissionen um bis zu 90 % reduzieren.⁷⁴ Die Technologie für den HVO-Kraftstoff ist weitgehend entwickelt, allerdings nicht weit verbreitet.⁷⁵

Da ANCAPs Raffinerie einen Überschuss an grauem Wasserstoff aufweist, kann dieser als Brennstoff in diesem Verfahren genutzt werden. Die Verarbeitungsmenge von 150 Tonnen pro Jahr wird in Betracht gezogen, was die Kapazitäten der Öl- und Fettgewinnung in Uruguay übersteigt und eine industrielle Entwicklung bedeuten würde.⁷⁶ Die Anlagenkapazität entspricht etwa 14-15 % der erwarteten Nachfrage nach Dieselmotoren in Uruguay bis 2028.⁷⁷

⁷¹ (Experteninterview 4, 2023)

⁷² (Experteninterview 3, 2023)

⁷³ (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., (o.J.))

⁷⁴ (JCB, (o.J.))

⁷⁵ (Energetische Biomassenutzung, 2011)

⁷⁶ (Experteninterview 3, 2023)

⁷⁷ Ebd.

5.2 Bioethanol

Bioethanol wird durch die Gärung von pflanzlichem Zucker hergestellt. Dazu wird stärkehaltiges Getreide zerkleinert und mit Hefe in Fermenter vergoren, um Ethanol zu gewinnen. Nach der Gärung erfolgt eine Destillation, um den Wassergehalt zu reduzieren und den Ethanolgehalt zu erhöhen.⁷⁸ Bioethanol wird als Beimischung zu Benzin genutzt, um die Emissionen von herkömmlichen Motoren zu senken.⁷⁹ Neben dem Einsatz als Biokraftstoff findet es auch Anwendung in der chemischen und pharmazeutischen Industrie.

Abgesehen von den Lagertanks und den Systemen zur Qualitätskontrolle wurden alle anderen Technologien, die **ALUR** für die Bioethanolproduktion verwendet, aus dem Ausland importiert. Die Getreidemüllerei stammt von der französischen Firma **Stolz**. Fermenter, Rektifikator, Pumpen und Brenner stammen jeweils aus Spanien und Brasilien und der Wärmetauscher wurde von der schwedischen Firma **Alfa Laval** und der deutschen Firma **GEA** produziert.⁸⁰

Abbildung 4: ALURs Bioethanolproduktion



Quelle: ALUR

1. Entgegennahme, Untersuchung, Reinigung und Lagerung des Rohmaterials. Dieses wird auf den Feuchtigkeitsgehalt und das Vorhandensein von Schimmelpilzen untersucht. Wenn es die Qualitätskontrollen besteht, wird es ins Reinigungs- und Lagersystem zugeführt, wo in Tanks bei 49-54°C die Trennung von Stärke und Eiweiß initiiert wird, um das unerwünschte Wachstum von Mikroorganismen zu verhindern, indem der PH-Wert bei nahe 4 gehalten wird.
2. Vermahlung des aufgeweichten Kornes in einer Reibemühle, um den Keim vom Rest des Kornes zu trennen und anschließend mittels einer Waschung die anhaftende Stärke von dem Keim zu trennen. Das restliche Material wird zur Abtrennung der Stärke und Proteine von Fasern vermahlen. Die Fasern werden für die Verwendung als Tierfutter getrocknet (6).
3. Die mit Prozesswasser und Enzymen vermischte Stärke wird erhitzt, um die Verflüssigung zu ermöglichen. Daraufhin werden chemische Komponenten hinzugefügt und sterilisiert. Die Lösung wird abgekühlt und das Enzym, das Stärke in Zucker umwandelt, wird dazugegeben.

⁷⁸ (ALUR, (o.J.))

⁷⁹ (Agentur für erneuerbare Energien, (o.J.))

⁸⁰ (ALUR, 2023)

4. Die Hefe wird der gekühlten Würze zugesetzt. Diese Mischung gärt 2 Tage lang, wobei der Zucker in Ethanol und Kohlendioxid umgewandelt wird.
5. Die Würze wird in das Destillationskolonnensystem geleitet, wo der Ethylalkohol von den Feststoffen getrennt wird. Der Alkohol verlässt die Kolonne mit einer Reinheit von 96 % und die Restwürze wird in die Destillationskolonne überführt und zu einem Nebenprodukt weiterverarbeitet. Der Alkohol durchläuft letztlich ein System von Molekularfiltern, um das restliche Wasser zu entfernen, so dass eine Reinheit von 99,5 % erreicht wird.
6. Lagerung des Bioethanols.

5.3 Biomethan & -erdgas

Biomethan stellt eine veredelte Form von Biogas dar, welche im Vergleich zu Biogas rein aus Methan (CO_4) besteht und keinen Kohlenstoffdioxid (CO_2) nachweist. Dies kann durch eine Trocknung und anschließende Entschwefelung des Biogases erreicht werden, wobei das CO_2 industriell weiterverwendet wird. Biomethan ist nur klimaneutral, wenn es aus Biogas gezogen wird.⁸¹ Das Biomethan entspricht somit Erdgas chemisch gleichwertig und kann ins Erdgasnetz eingespeist und gleich benutzt werden. Der Einsatz von Biomethan in Uruguay ist aufgrund der Weiterverarbeitung des neugewonnenen Biogases nicht günstig und daher oft nicht rentabel oder attraktiv für Unternehmen. Aktuell gibt es in Uruguay keine Projekte zur Erzeugung von Biomethan und folglich auch keine technischen Lösungsansätze.

5.4 Grüner Wasserstoff und Derivate

Grüner Wasserstoff ist ein umweltfreundlicher und sehr versatiler Energieträger, der leicht transportierbar ist und flexibel eingesetzt werden kann.⁸² Wasserstoff entsteht durch die Aufspaltung von Wasser (H_2O) in Sauerstoff (O_2) und Wasserstoff (H_2). Dies geschieht in der Regel durch Elektrolyse. Wenn die Elektrolyse mit Wind- oder Sonnenenergie betrieben wird, also frei von CO_2 , gibt man Wasserstoff den Zusatz „grün“, da bei seiner Herstellung keine Treibhausgase freigesetzt wurden. Dieser Prozess wird als Power-to-Gas bezeichnet.⁸³ Wie der Name vermuten lässt, nimmt Wasserstoff eine gasförmige Form an, welcher mittels Oxidation (eine chemische Reaktion mit Sauerstoff) in Wärme oder Elektrizität transformiert werden kann.⁸⁴ Grüner Wasserstoff kann in Elektrizität oder synthetische Brennstoffe umgewandelt und für verschiedene Zwecke in Haushalten, Gewerbe, Industrie oder Mobilität verwendet werden. Es stellt insbesondere für Sektoren, die nur schwer dekarbonisiert werden können, wie der Schwerlastverkehr, Hochtemperaturprozesse in der Industrie und die Luftfahrt, wo eine elektrische Lösung nicht verfügbar ist und ein nachhaltiger Brennstoff benötigt wird, eine wichtige Option dar.

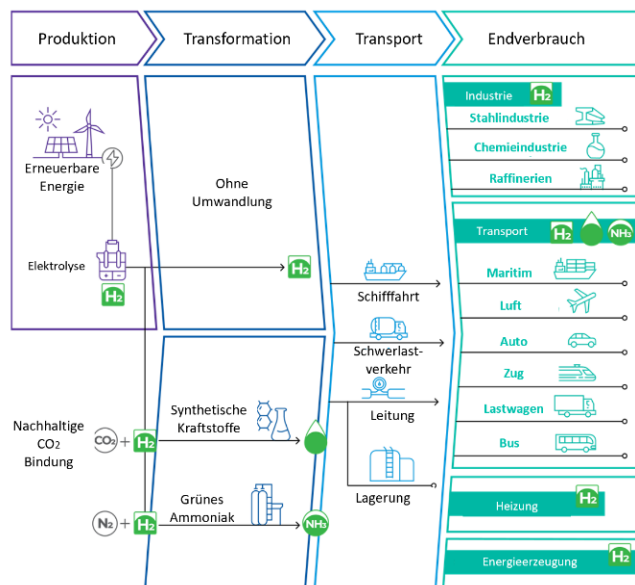
⁸¹ (Energis, (o.J.))

⁸² (Die Bundesregierung, 2022)

⁸³ (BMWK, 2020)

⁸⁴ (Alianza Hidrógeno Verde Chile, 2021)

Abbildung 5: Produktions -und Anwendungsbereich von Wasserstoff



Quelle: Green Hydrogen Roadmap in Uruguay

Die Technologien, die derzeit ANCAP für die Herstellung von Wasserstoff in Uruguay in der Raffinerie nutzt, sind zumeist internationalen Ursprungs. Der Raffinerieprozess basiert auf dem des Katalytischen Reforming (CCR), bei dem Erdölnaphta mit niedrigem Oktanwert in flüssige Produkte mit hohem Oktanwert, sogenannte Reformate, transformiert.⁸⁵ 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.⁸⁶

Für das H₂U-Offshore-Projekt herrscht ein großes technisches Potenzial mit hohen Kapazitätsfaktoren. Zudem verfügt Uruguay über große Flächen zur Herstellung von Wasserstoff und gute Windbedingungen mit einer Windgeschwindigkeit von > 8,5 m/s in 100 m Höhe und > 9 m/s in 150 m Höhe. Besonders im Vergleich zum Onshore-Projekt sticht das Offshore-Projekt durch seine Quantität, Qualität und Gleichmäßigkeit der Windressourcen hervor.⁸⁷

Ferner kann durch die Umwandlung von grünem Wasserstoff in Derivate vielfältige Verwendungszwecke ermöglichen, was sowohl die Energiespeicherung als auch die Kompatibilität mit vorhandener Infrastruktur betrifft. Zum Beispiel entsteht durch die Kombination aus Wasserstoff mit Stickstoff **Ammoniak** (NH₃). Das kann als Düngemittel genutzt werden und hat das Potenzial in der Zukunft als Schiffstreibstoff zur Dekarbonisierung beizutragen.

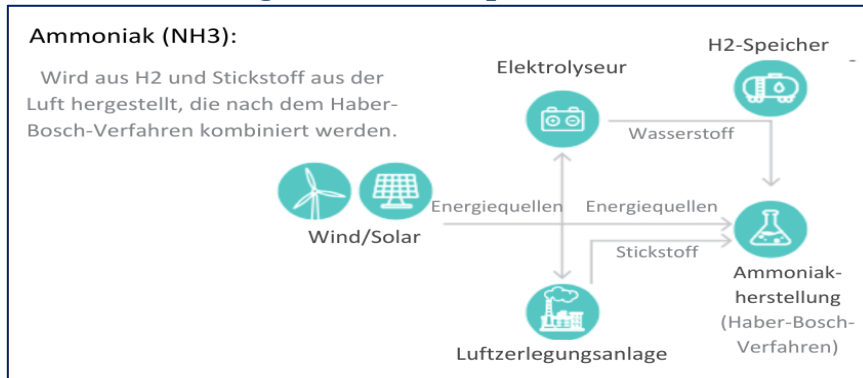
⁸⁵ (Chartindustries, (o.J.))

⁸⁶ Expertenumfrage grüner Wasserstoff

⁸⁷ (ANCAP - ARPEL, 2023)

Die Ammoniakherstellung grenzt sich von anderen Methoden ab, da sie unkompliziert und energiesparend abläuft. Außerdem besitzt Ammoniak eine hohe Energiedichte, so dass es sich kostengünstig in großen Mengen per Schiff in verschiedenen Regionen der Welt transportieren lässt.⁸⁸

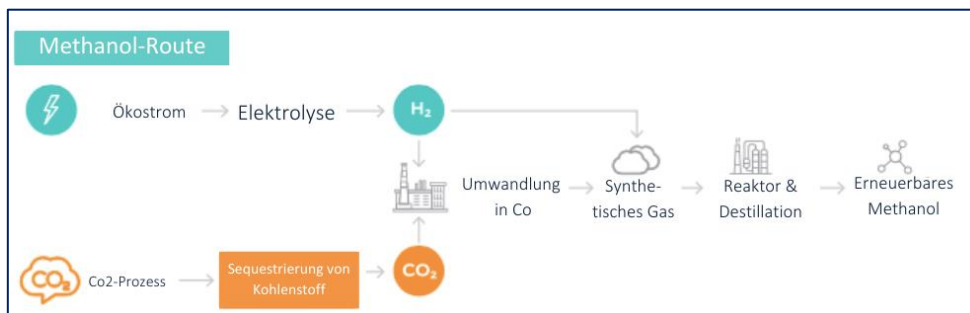
Abbildung 6: Produktionsprozess Ammoniak



Quelle: Inter-American Development Bank

Es ist auch möglich aus der Synthetisierung von grünem Wasserstoff mit recyceltem Kohlenstoff grünes **Methanol** zu gewinnen (CH₃OH). Methanol ist ein Alkohol, der auf Basis von Wind- oder Sonnenenergie, Geothermie oder Wasserkraft hergestellt werden kann. Das so genannte „grüne Methanol“ ist umweltfreundlich und kann als Energieträger oder als Transportkraftstoff eingesetzt werden. Neben Ammoniak kommt grünes Methanol vor allem als Ersatzkraftstoff für die Seefahrt in Frage. Darüber hinaus kann es konventionellen Flüssigkraftstoffen beigemischt werden oder als Kraftstoff für 100 % Methanol basierte Antriebssysteme verwendet werden.⁸⁹

Abbildung 7: Produktionsprozess grünes Methanol



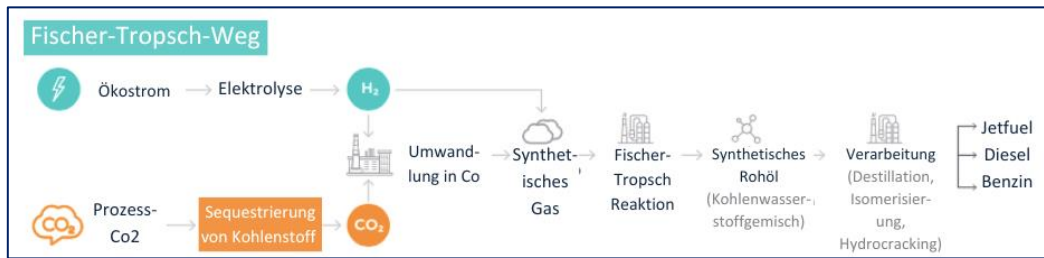
Quelle: Inter-American Development Bank

Sustainable Aviation Fuel oder Jet Fuel ist eine Synthese aus Kohlendioxid und grünem Wasserstoff, das in den Turbinen von Flugzeugen mit Düsenantrieb in der kommerziellen Luftfahrt verwendet wird. Dieser Kraftstoff wird mittels Fischer-Tropsch-Verfahren hergestellt.

⁸⁸ (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022)

⁸⁹ (Thyssenkrupp, (o.J.))

Abbildung 8: Produktionsprozess Sustainable Aviation Fuel



Quelle: Inter-American Development Bank

Von dem geschätzt 1,3 Mrd. USD großen Exportmarkt für Uruguay um 2040 werden 58 % auf SAF zurückfallen, 26 % auf grünen Wasserstoff und 14 % auf Ammoniak und grünes Methanol.⁹⁰ Die aktuell bekannten Projekte stehen noch in einer frühen Planungsphase und es konnten keine spezifischeren Angaben zu technischen Lösungsansätzen gemacht werden.

6. Relevante rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen

Grundlagen zum Rechtssystem Uruguays

Uruguay ist seit 1967 eine präsidentielle Republik und gilt heutzutage als eine der stabilsten Demokratien in Lateinamerika. In den 1970er- und 1980er-Jahren wurde die Demokratie durch eine Militärdiktatur unterbrochen, aber seitdem hat sich das Land demokratisch, gesellschaftlich und wirtschaftlich entwickelt. Uruguay hat einen Sozialstaat nach europäischem Vorbild mit umfangreichen Arbeitnehmerrechten. Die geltende Verfassung beinhaltet den Laizismus und eine strenge Gewaltenteilung zwischen Exekutive, Judikative und Legislative.⁹¹

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. Auf regionaler Ebene haben die Leiter der Departamentos, genannt Intendente, partielle Exekutivgewalt und werden direkt von der Regionalbevölkerung für fünf Jahre gewählt.⁹² 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.⁹³ 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.⁹⁴

⁹⁰ (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022)

⁹¹ (Auswärtiges Amt, 2023)

⁹² (Intendencia Municipal de Montevideo, (o.J.))

⁹³ (Poder judicial Uruguay, (o.J.))

⁹⁴ (Parlamento del Uruguay, (o.J.))

Entwicklung uruguayischer Gesetze über erneuerbare Energien

Die Entwicklung der uruguayischen Gesetze im Bereich erneuerbare Energien begann in den 1990er Jahren unter der Präsidentschaft von Luis Alberto Lacalle (1990-1995).⁹⁵ Zu dieser Zeit wurden erneuerbare Energien noch nicht in die Energiepolitik integriert, da Uruguay stark von argentinischen Erdgasexporten abhängig war.⁹⁶ Nach der wirtschaftlichen Krise von 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 zu.

Das Gesetz **Nr. 16.832**⁹⁷ von 1997 schuf einen rechtlichen Rahmen für das nationale Elektrizitätssystem und die „Regulierungsstelle für elektrische Energie“, deren Aufgabe es u. a. ist, die Kontrolle und Einhaltung des vorliegenden Gesetzes und seiner Vorschriften zu gewährleisten.

Ein Jahr später wurde das Gesetz **Nr. 16.906**⁹⁸ zur Industrieförderung erlassen, das inländische und ausländische Investitionen im Land erleichterte, da es zum nationalen Interesse erklärt wurde.⁹⁹

Das Gesetz **Nr. 17567**¹⁰⁰ von 2002 erklärte die landesweite Produktion von Biokraftstoffen zum nationalen Interesse. Jedoch wird erst das Jahr 2005 als der Beginn des Prozesses der Einbeziehung von Biodiesel in die nationale Energiematrix angesehen, da erst in diesem Jahr die Kommission für Biokraftstoffe gegründet wurde. Der ständige Anstieg der Preise für fossile Brennstoffe macht es für Uruguay dringend erforderlich, den Weg der erneuerbaren Kraftstoffe einzuschlagen.¹⁰¹

Ab 2008 wurde eine umfassende Energiepolitik entwickelt, die auf die Deckung des nationalen Energiebedarfs, die Wettbewerbsfähigkeit und die soziale Integration abzielte. Der **Energieplan 2005-2030**¹⁰² legte strategische Leitlinien fest, darunter institutionelle, Energieversorgungs-, Energienachfrage- und soziale Achsen. Kurzfristige Ziele für 2015 waren ein Anteil von 50 % erneuerbarer Energie in der Stromerzeugung und eine Reduzierung des Ölverbrauchs um 15 %. Das Ziel für 2020 war eine angemessene Abdeckung von Windenergie, Biomasse, Solarthermie und Biokraftstoffen sowie eine Reduzierung des Energieverbrauchs um 20 %.

Das Agrotreibstoffgesetz **Nr. 18195**¹⁰³ von 2007 regulierte und förderte die Produktion, Vermarktung und Verwendung von Biokraftstoffen. Zu den innerhalb dieses Rechtsrahmens angenommenen Maßnahmen gehören die Einführung der ersten Biokraftstoffmandate zur Förderung und Entwicklung von Investitionen und Technologien im Land und der Aufbau eines „Regulierungssystems“.

⁹⁵ (Oficina de Planeamiento y Presupuesto, 2019)

⁹⁶ (Oficina de Planeamiento y Presupuesto, 2019)

⁹⁷ (IMPO, 1997)

⁹⁸ (IMPO, 1998)

⁹⁹ (Gobierno Uruguay, 2022)

¹⁰⁰ (IMPO, 2002)

¹⁰¹ (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT), o.J.)

¹⁰² (Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), 2005)

¹⁰³ (IMPO, 2007)

Dekret **Nr. 523/008** regelt das Gesetz Nr. 18.195 und behandelt die Produktionsgenehmigung und die Qualität von Biokraftstoffen. Außerdem hat URSEA die Verordnung über die Qualitätskontrolle von Biodiesel und Kraftstoffalkohol verabschiedet, in welcher die Verfahren und Qualitätskontrollen festgelegt sind. Technische Vorschriften sind mit Unit 1100:2014 geregelt.

Weitere Gesetze, wie das Gesetz **Nr. 18597**¹⁰⁴ von 2009, das die effiziente Nutzung von Energie zum nationalen Interesse erklärt, und das Gesetz **Nr. 19924**¹⁰⁵ von 2020, das Umweltpolitik in die Wirtschaftspolitik integriert, wurden erlassen. Das Umweltministerium wurde im Jahr 2020 gegründet, um die Umsetzung der nationalen Umweltpolitik sicherzustellen.¹⁰⁶

Uruguay hat auch internationale Verpflichtungen übernommen, wie den NDC des Pariser Abkommens zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen. Der Fokus liegt auf der Nachhaltigkeit und dem Schutz der Umweltressourcen des Landes.¹⁰⁷

Nach der erfolgreichen Durchführung des Übergangs zu erneuerbaren Energien, insbesondere Wind- und Solarenergie, durch Investitionen in Höhe von 8 Mrd. USD seit 2010 steht Uruguay nun vor neuen Herausforderungen. Es steht ein „zweiter Übergang“ an, der darauf abzielt, die Energieversorgung in Sektoren zu verbessern, die bisher noch nicht von erneuerbaren Energien abgedeckt werden. In diesem zweiten Schritt liegt der Fokus auf der Elektrifizierung des Verkehrssektors und der Integration erneuerbarer Energien in die Infrastruktur.

Dabei spielen Wasserstoffderivate eine wichtige Rolle, da sie das Potenzial besitzen, den Schiffs- und Luftverkehr zu dekarbonisieren und somit umweltfreundliche Alternativen für den Transportsektor darstellen. Durch die Elektrifizierung und Integration erneuerbarer Energien in die Infrastruktur wird das Land seine Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen weiter verringern und bietet eine vielversprechende Lösung für die Schaffung einer nachhaltigen Zukunft.^{108 109}

Spezifische Regelungen und Normen für verschiedene Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien

Biodiesel

Was den Biodiesel betrifft, so wurde in der Ausgangslage des Agrokraftstoffgesetzes (Gesetz **Nr. 18.195**) eine freiwillige Beimischung von bis zu 2 % bis 2008 genehmigt, was für 2012 auf verbindliche 5 % erhöht wurde. Allerdings wurde diese Regel mit dem Gesetz **Nr. 19.996**¹¹⁰ im Jahr 2021 aufgehoben. Außerdem muss laut **Artikel 5** Kraftstoffalkohol oder Biodiesel seither für den privaten oder industriellen Verbrauch im Inland aus Rohstoffen aus dem nationalen Gebiet stammen. Zudem wird die interne Vermarktung der Herstellung von Kraftstoffalkohol und Biodiesel genehmigt.

Teil dieses Gesetzes besteht darin, gewisse Normen und Standards für Biodiesel (B100) festzulegen. Mit **Artikel 12** Absatz C wird festgelegt, dass der Rohstoff den Qualitätsnormen der UNIT 1100:2014 entsprechen muss, um die korrekte

¹⁰⁴ (IMPO, 2009)

¹⁰⁵ (IMPO, 2020)

¹⁰⁶ (Gobierno Uruguay, 2022)

¹⁰⁷ (Climatescope by BloomberNEF, 2023)

¹⁰⁸ (Ministerio de Industria Energía y Minería (MIEM), 2022)

¹⁰⁹ (Koop, 2022)

¹¹⁰ (IMPO, 2021)

Herstellung und Verwendung in Motoren und Maschinen zu garantieren und damit letztlich die Kompatibilität von Biodiesel mit dem Klima zu garantieren.¹¹¹ Um die Qualität des Produkts zu erhalten, sieht die Verordnung zum Agrokraftstoffgesetz vor, dass mindestens zweimal jährlich Inspektionen der Produktionsanlagen und Analysen durchgeführt werden, um die Einhaltung der UNIT-Norm zu überprüfen. Diese Qualitätskontrolle von Biodiesel wird von URSEA in Abstimmung mit Laboratorien durchgeführt, die zur Durchführung dieser Art von Qualitätskontrollen zugelassen sind.¹¹²

Mit der Verabschiedung des Gesetzes wird dazu die inländische Vermarktung der Kraftstoffalkohol- und Biodieselproduktion erlaubt und der kleine und große Markt definiert.

Für den kleinen Markt wird festgelegt, dass die Herstellung von Biodiesel und Kraftstoffalkohol für den Eigenverbrauch und für die Vermarktung im Rahmen des Eigenbedarfs der Fahrzeuge, Maschinen und Anlagen erlaubt ist, mit einer Obergrenze von 4.000 Litern pro Tag.¹¹³

Der große Markt dient der Vermarktung an allgemeine Verbraucher durch ANCAP und der Ausfuhr durch jede*n Biokraftstoffhersteller*innen mit Genehmigung der Exekutiven aus Gründen der inneren Versorgungssicherheit.

Außerdem ist ANCAP die einzige Institution, die die festgelegten Beimischungen von Biokraftstoffen zu fossilen Kraftstoffen vornehmen und an Endverbraucher vermarkten können. **Artikel 21** ermächtigt nunmehr die Exekutive dazu, nationale Biokraftstoffe ganz oder teilweise von der Steuer zu befreien.

Die Norm **UNIT 1100:2014** wurde durch alle beteiligten Parteien (Ministern, Fakultäten, Produzenten, Berufsverbände, Benutzer etc.) erarbeitet. Sie legt technische Anforderungen an Biodiesel fest, bevor es hergestellt oder vermarktet wird, so dass es beim Gebrauch zu keinen schwerwiegenden Problemen kommt (Bildung von Ablagerungen in der Kraftstoffeinspritzdüse, Korrosion durch Säuren, Verstopfung bei niedrigen Temperaturen). Gleichzeitig wird Hersteller*innen auch ein Optimierungsverfahren angeboten, welches die Verwendung ihres Produktes garantiert. Das heißt, ein UNIT 1100-Zertifikat überprüft die Qualitätsanforderungen der Biodieselproduktion.^{114 115}

HVO

Da sich die Entwicklung von HVO in der Anfangsphase befindet, gibt es noch keinen rechtlichen und steuerlichen Rahmen, der die Produktion und Vermarktung von HVO regelt. Dies wird sich in den kommenden Jahren ändern, da die Produktion und der Export von HVO in Uruguay als große Chance gesehen wird, die das kleine Land zum führenden Hersteller in der Region machen könnte.¹¹⁶ Zudem werden die voranschreitende Klimakrise und die Maßnahmen zur Eindämmung dieser für weitere Anreize sorgen, Gesetze zu verabschieden, um die Emissionen des Flug- und Landverkehrs zu reduzieren.

Bioethanol

Mit dem **Gesetz Nr. 18195** wurde im Prinzip ein freiwilliges nationales Beimischungsmandat für Bioethanol von bis zu 5 % mit einer Frist bis zum 31. Dezember 2014 festgelegt.

¹¹¹ (ANCAP, o.J.)

¹¹² (Lado, 2017)

¹¹³ (Lado, 2017)

¹¹⁴ (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT), o.J.)

¹¹⁵ (UDELAR, 2020)

¹¹⁶ (Experteninterview 4, 2023)

Ab Anfang 2015 wurde der freiwillige Charakter in einen obligatorischen umgewandelt und ein maximal zulässiger Ethanolanteil von bis zu 10 % der endgültigen Mischung festgelegt. Im November 2021 verabschiedete Uruguay jedoch das **Gesetz Nr. 19.996**, wie bereits für Biodiesel beschrieben, dass das vorherige Kraftstoffgesetz (**Nr. 18.195**) änderte und eine obligatorische Mindestbeimischung von Bioethanol von bis zu 8,5 % festlegt, obwohl die Jahre vor dem Inkrafttreten dieses Gesetzes die tatsächliche Beimischung diesen Mindestprozentsatz bereits überstieg.¹¹⁷

Grüner Wasserstoff und Derivate

Da die Produktion und Vermarktung von grünem Wasserstoff und Derivaten im Vergleich zur Solar- und Windenergieproduktion noch in den Kinderschuhen stecken, arbeitet Uruguay noch 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.¹¹⁸

Wirtschaftliche Rahmenbedingungen Uruguays

Von 2010 bis 2016 investierten Entwicklungsbanken 5,6 Mrd. USD in die Förderung erneuerbarer Energien in Uruguay. Im Jahr 2015 erreichten die jährlichen Investitionen mit 1,2 Mrd. USD einen Höchststand, wobei über 90 % in Windkraftanlagen flossen. Seit dem Höchststand sind Investitionen in erneuerbare Energien in Uruguay kontinuierlich zurückgegangen. Von 2016 bis 2021 beliefen sich die Investitionen auf 0,6 Mrd. USD. Dies ist auf die starke Sättigung des Marktes zwischen 2011 und 2015 zurückzuführen.¹¹⁹

Der uruguayische Staat hat in den letzten Jahrzehnten oft globale Krisen zum eigenen Vorteil nutzen können. Als im Zuge der Wirtschaftskrise 2008 die Preise für Materialien zum Ausbau des erneuerbaren Energiesektors niedrig waren, konnte Uruguay als Ergebnis den eignen Sektor rasch ausbauen.¹²⁰ Besonders im Bereich Solarenergie konnte der damalige Präsident José Mujica Gewinne erzielen mit einem Dekret, das festlegt, dass die UTE 25 Jahre lang bei Privatanbietern Photovoltaik-Energie zu einem Preis von nur 90 USD pro Megawattstunde kaufen wird. Länder wie zum Beispiel China und Deutschland zahlen 160 USD pro Megawattstunde bzw. 154 USD.¹²¹

Da Uruguay über reichlich erneuerbare Energiequellen verfügt, die es ermöglichen, Energie zu Marktkosten zu erzeugen, wird die Einführung jener Energieformen vorangetrieben, die keine direkten Subventionen benötigen, wie mittel- und hochleistungsfähige Windkraft, Biomasse, Solarenergie, die Abfallverwertung, Mikrohydraulik sowie bestimmte Biokraftstoffe. Darüber hinaus sollen auch andere Formen der Nutzung erneuerbarer Energien durch Piloterfahrungen

¹¹⁷ (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2022)

¹¹⁸ (Gobierno Uruguay, 2022)

¹¹⁹ (Climatescope by BloomberNEF, 2023)

¹²⁰ (El Observador, 2013)

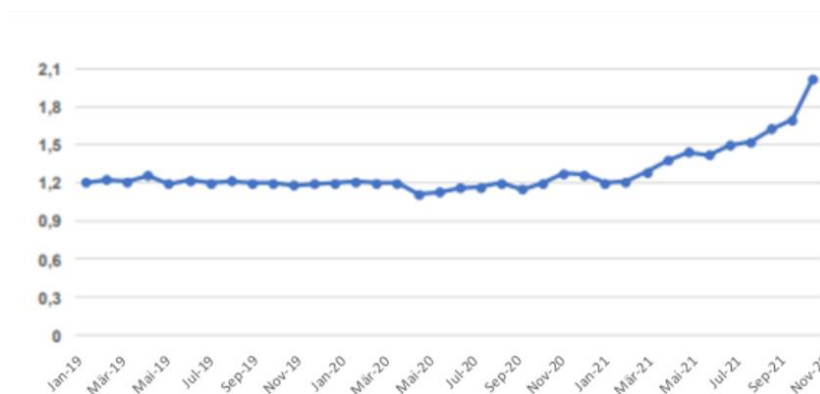
¹²¹ (El Observador, 2013)

getestet werden.¹²² Bislang wurden Technologien rund um die Energieerzeugung mit Biomasse bzw. Biogas von staatlicher Seite nicht durch direkte Subventionen unterstützt und man geht davon aus, dass sich daran auch in Zukunft wenig ändern wird.¹²³

Preise und Kosten für Biodiesel

Die Produktion von Biodiesel von ALUR, der in Montevideo hergestellt und gemischt wird, lag im Januar 2021 um 0,3 % höher als im gleichen Zeitraum des Jahres 2020. Der Prozentsatz der Beimischung von Biodiesel zu Dieselkraftstoff ist in diesem Jahr gesunken und liegt bei 5,3 %, während er im gleichen Zeitraum des Jahres 2020 bei 6,9 % lag. Der durchschnittliche Einkaufspreis für Biodiesel lag im Januar 2021 bei 1.111 USD pro Kubikmeter, im gleichen Monat des Jahres 2020 waren es 1.199 USD pro tausend Liter.¹²⁴

Abbildung 9: Biodieselpreis in Uruguay (monatlich in USD pro Liter)



Quelle: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura basierend auf Zahlen von ANCAP (2021)

Preise und Kosten für Bioethanol

Im Januar 2021 wurde festgestellt, dass der durchschnittliche Einkaufspreis für Bioethanol in der Raffinerie Paysandú um 6,4 % niedriger war als im gleichen Zeitraum des Vorjahres. Während im Januar 2020 ein Betrag von 914 USD pro Kubikmeter gezahlt wurde, belief sich der Preis im Januar 2021 auf 855 USD pro tausend Liter. Es ist anzumerken, dass die Beimischungsrate von Bioethanol zu Benzin mit 9,8 % konstant geblieben ist. Außerdem sei darauf hingewiesen, dass die Produktion von Bioethanol in der Raffinerie Bella Unión saisonal von Mai bis Oktober stattfindet und daher während des uruguayischen Sommers keine Produktion erfolgt.¹²⁵

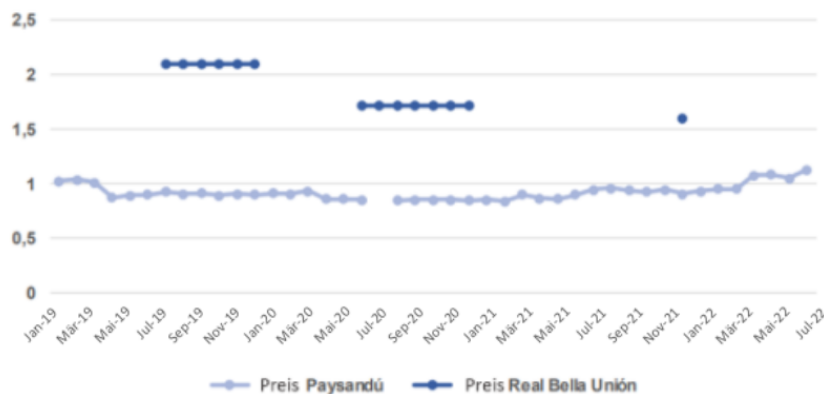
¹²² (Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), 2005)

¹²³ (UDELAR, 2020)

¹²⁴ (EL Telegrafo, 2021)

¹²⁵ (EL Telegrafo, 2021)

Abbildung 10: Bioethanolpreis in Uruguay (monatlich in USD pro Liter)



Quelle: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura basierend auf Zahlen von ANCAP (2021)

Hinweis: In der Industrieanlage in Bella Unión wird Bioethanol aus Zuckerrohr hergestellt, in der Anlage in Paysandú aus Getreide.

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 wird 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.¹²⁶

In Uruguay könnten laut der Analyse die Kosten für die Produktion von grünem Wasserstoff bis 2030 bei einer Gesamtkapazität von +90 GW 1,2-1,4 USD/kg erreichen.

Zudem wird es 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).¹²⁷

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.¹²⁸

¹²⁶ (Alianza Hidrógeno Verde Chile, 2021)

¹²⁷ (Tuchin, 2023)

¹²⁸ (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022)

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.¹²⁹

Ein Teil der zu entwickelnden Infrastruktur umfasst die Einrichtung neuer Stromübertragungsnetze, Gaspipelines und eventuell Hafenarbeiten, 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 DRI 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.¹³⁰

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, Luftherzeugung, 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.¹³¹

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. Es wurde gefunden, dass Ammoniak der Energieträger mit den niedrigsten Kosten (2,55 EUR/kg Wasserstoff am Bestimmungsort) ist. 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. EUR und 45 Mrd. EUR bis 2050.¹³²

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.¹³³

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.¹³⁴

¹²⁹ (Tuchin, 2023)

¹³⁰ (Correa & Gischler, 2023)

¹³¹ (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022)

¹³² (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022)

¹³³ (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022)

¹³⁴ (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022)

7. Markteintrittsstrategien und Risiken

Der uruguayische Markt an Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien stellt einen dynamischen Teil des Energiesektors dar, in welchem eine Vielzahl an Möglichkeiten und Herausforderungen feststellbar sind.

Herausforderungen

Auf nationaler Sicht stellen die Infra- und Finanzstrukturen teilweise erhebliche Schwierigkeiten zur Weiterentwicklung des Energiesektors des Landes dar. Es werden Förderungen im Infrastrukturnetz zur Transmission von erneuerbaren Energien gebraucht. Zwar befindet sich eine Vielzahl an großen Infrastrukturprojekten im Bau, jedoch mangelt es an einem Infrastruktur-Entwicklungsplan, einschließlich Durchlaufzeiten der Prozesse, sowie der Einrichtung einer Projektmanagement-Einheit für die Prozesssteuerung.¹³⁵

Entwicklungen angemessener Finanzstrukturen für Projekte im Bereich der alternativen Antriebe werden benötigt. Es stellt sich allerdings als schwierig für lokale Banken heraus, Projekte im großen Maße zu finanzieren, da sie nicht immer die Kapazitäten für die Kosten haben. Dies kann eine Chance für internationale Investoren sein, die einen stabileren und sichereren Markt suchen, als die Südamerika-Giganten Brasilien und Chile bieten können.¹³⁶

Möglichkeiten

Das MIEM schafft 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 zu 14 % Zoll für konventionelle Ausrüstungen, die nicht aus Mercosur-Ländern stammen.¹³⁷

Chancen und Risiken im Biodieselsektor

Uruguay hat im Rahmen seiner Strategie zur Entwicklung erneuerbarer Energien Maßnahmen und Anreize zur Förderung der Herstellung und Verwendung von Biodiesel eingeführt. Das Land verfügt über ein günstiges Umfeld für den Anbau von Rohstoffen wie Sojabohnen und Sonnenblumen, die üblicherweise für die Biodieselproduktion verwendet werden.

HVO

Die Errichtung von HVO-Produktionsanlagen erfordert erhebliche Investitionen. Die Kosten für den Aufbau der erforderlichen Infrastruktur und die Beschaffung geeigneter Technologien können eine finanzielle Herausforderung darstellen, bieten aber auch gute Chancen für internationale Zusammenarbeit.

Uruguay hat sein Engagement für erneuerbare Energien und Nachhaltigkeit bewiesen, indem es ein günstiges politisches Umfeld und Anreize für Biokraftstoffe geschaffen hat. Diese Unterstützung kann das Wachstum und die Akzeptanz von HVO als erneuerbarem Kraftstoff fördern.

¹³⁵ (Gobierno Uruguay, 2022)

¹³⁶ (Norton Rose Fulbright, 2017)

¹³⁷ (International Trade Administration, 2022)

Chancen und Risiken im Bioethanolsektor

Ein Experte bei ALUR gab an, dass für die Bioethanolproduktion der Bedarf an Know-how und Beratungsdienste aus Deutschland am größten ist. Uruguay hat im Rahmen seiner Strategie zur Entwicklung erneuerbarer Energien Maßnahmen und Anreize zur Förderung der Herstellung und Verwendung von Bioethanol eingeführt (siehe Kapitel 5).

Chancen und Risiken im Biogas- und Biomethanesektor

Im Biomethanesektor sind gegenwärtig mehr Hindernisse als Möglichkeiten festzustellen. Die für die Produktion und Nutzung des Biogases und Biomethans wenig entwickelten Technologien und die hohen Importkosten erschweren den Fortschritt in diesem Sektor. Zudem fehlt es Uruguay an großen Unternehmen mit Spezialisten in der Anwendung der Technologien, die eine hohe Menge an Investitionen erzielen können.¹³⁸

Chancen und Risiken für grünen Wasserstoff und Derivate

Der Wasserstoffsektor ist wohl der dynamischste Sektor in Uruguay mit vielen Möglichkeiten, aber auch Herausforderungen. Auch hier mangelt es Uruguay an finanziellen Mitteln, um umfangreiche Projekte einzuleiten. Dies würde nur durch eine Kanalisierung der Investments funktionieren bzw. durch einen frühzeitigen Aufbau von Angebots- und Nachfragebeziehungen.¹³⁹ Für den Produktionsaufbau ist zu beachten, dass Uruguay ein Technologieimporteur ist, da es nicht die ausreichende Industrie besitzt, um zum Beispiel Elektrolyseure selbst zu produzieren. Auch für die Verwaltung und Instandhaltung dieser Art von Projekten fehlt es in Uruguay an konkreten Erfahrungen.¹⁴⁰

Allerdings verfügt Uruguay über reichlich erneuerbare Onshore- und Offshore-Ressourcen, Kapazitäten und Personal zur Herstellung von Wasserstoff. Dazu entwickelt die Regierung in Zusammenarbeit mit staatlichen Unternehmen wie ANCAP und ALUR Projekte wie H2U, was eine Zusammenarbeit von in- und ausländischen Firmen ist, um das volle Potenzial Uruguays auszuschöpfen und es zu einer Industrienation zu transformieren. Zudem hat das Land keine größeren geografischen Hindernisse und verfügt über Zugangswege im gesamten Staatsgebiet sowie über eine Infrastruktur für den lokalen Transport von Wasserstoff und seinen Derivaten. Es ist anzumerken, dass die Zentrale Eisenbahnstrecke (Ferrocarril Central), die sich gerade im Bau befindet, das Gebiet mit dem größten Potenzial für erneuerbare Energien mit dem Hafen von Montevideo verbinden wird, was sehr gute Möglichkeiten für den Transport von Wasserstoffderivaten bietet und deren Exportmöglichkeiten erleichtert.¹⁴¹ Ebenso verfügt das Land über Fluss- und Straßentransportmechanismen, die zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit beim Transport von Exportprodukten beitragen können.¹⁴² Dadurch entstehen Chancen im Transportsektor, da man zudem Wasserstoff in diesem Sektor verwenden kann, der nicht hochrein sein muss.¹⁴³ Grüner Wasserstoff wird als Möglichkeit zur Dekarbonisierung des Schwerlastverkehrs gesehen, der 4 % des nationalen Fuhrparks ausmacht und für 36 % der Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs verantwortlich ist und einer der am schwierigsten zu elektrifizierenden Energieverbraucher ist.¹⁴⁴ Optimistische Szenarien gehen von einem Break-even-Punkt der Gesamtbetriebskosten (Cost of Ownership (TCO)) für den

¹³⁸ (Experteninterview 1, 2023)

¹³⁹ (Gobierno Uruguay, 2022)

¹⁴⁰ (Experteninterview 3, 2023)

¹⁴¹ (Uruguay XXI, 2021)

¹⁴² (Uruguay, Gobierno, 2022)

¹⁴³ Experteninterview 2, gehalten am 12.04.2023

¹⁴⁴ (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022)

Straßenverkehr mit Brennstoffzellen im Vergleich zu fossilen Brennstoffen und Batterien für schwere LKWs im Jahr 2026 aus und von einer Durchdringung der Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge beim Schwerverkehr von etwa 30 % bis 2030 und 75 % bis 2040.¹⁴⁵

8. Schlussbetrachtung inkl. SWOT-Analyse

Nach Analyse der rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen Uruguays, der politischen, wirtschaftlichen und sozialen Stabilität, die das Land in der Region seit jeher auszeichnet, sowie der Projekte und technischen Rahmenbedingungen für die Biokraftstoffe Biodiesel, Bioethanol, Biomethan sowie für grünen Wasserstoff und Derivate lässt sich der Schluss ziehen, dass deutsche Anbieter*innen vor einem teilweisen kleinen, noch wenig entwickelten Markt mit geringem Wettbewerb und viel Potenzial stehen, besonders im Bereich des grünen Wasserstoffs. Bei der Markteintrittsplanung sollte man jedoch beachten, dass deutsche Unternehmen höhere Erfolgchancen haben, wenn sie die Technologien an die lokale Realität anpassen, den Markt verstehen und ihre Produkte und Dienstleistungen in einer für uruguayische Unternehmer*innen nachhaltigen und erschwinglichen Weise anbieten können.

<p>Stärken:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reichlich landwirtschaftliche Ressourcen, die zur Produktion von Biokraftstoffen gebraucht werden - Projekte werden staatlich gefördert und/oder entwickelt. Gegenwärtig vor allem für grünen Wasserstoff - Gesetze zur Förderung und Regulierung von Biokraftstoffen werden implementiert - Grundlage für die Produktion und den Transport von Biokraftstoffen - Politische und klimatische Ziele werden proaktiv verfolgt - Erste Projekte, um Uruguay als Exportnation von grünem Wasserstoff zu positionieren 	<p>Schwächen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trotz reichlicher landwirtschaftlicher Ressourcen könnte die Verfügbarkeit, insbesondere für eine weltweite Exportproduktion, begrenzt sein - Teilweise Mangel an fortschrittlichen Technologien und Investitionen, besonders im Biomethan- und Bioerdgas-Sektor - Relativ kleine lokale Marktnachfrage aufgrund der Skaleneffekte Uruguays - Exportmöglichkeiten könnten durch die Dynamik des Weltmarktes begrenzt sein - Fehlende Infrastruktur zur Nutzung von Biokraftstoffen
<p>Chancen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regionale und interkontinentale Exportmöglichkeiten, vor allem von grünem Wasserstoff und den Derivaten - Geopolitisches Klima in Europa - Diversifizierung der erneuerbaren Energieträger - Investitionen in Forschung und Entwicklung könnten zur effizienteren und kostengünstigeren Biokraftstoffproduktion führen 	<p>Gefahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fossile Kraftstoffe sind aufgrund der etablierteren Infrastruktur und der Größenvorteile kostengünstiger - Rohstoffpreise sind volatil, besonders für landwirtschaftliche Rohstoffe durch Wetterbedingungen und Marktnachfrage - Hohe Infrastruktur-, Forschungs- und Entwicklungskosten - Begrenzter Zugang zu Finanzmitteln - Rasche Entwicklung alternativer Technologien könnte die Nachfrage nach Biokraftstoffen verringern

¹⁴⁵ (Gobierno Uruguay, 2022)

Profile der Marktakteure

Branche/Sektor

Firmenname: ALUR

Adresse:

Gral. Doroteo Enciso 585
Montevideo 11700 Uruguay

Tel.: (+598) 2309 0242

E-Mail: info@alur.com.uy

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

Tätigkeitsbeschreibung/-feld

Alcoholes del Uruguay, kurz ALUR, ist ein nachhaltiges agroindustrielles Unternehmen, das Biodiesel, Bioethanol, Chemikalien, Tierfutter, Energie und Zucker produziert. Vision des Unternehmens ist es, einen Mehrwert für die uruguayische Bevölkerung zu schaffen, indem das Unternehmen nachhaltig, innovativ und vorbildlich handelt.

Firmenname: ANCAP

Adresse:

Paysandú y Av. Libertador
Montevideo 11700 Uruguay

Tel.: (+598) 21931

E-Mail: astipanicic@ancap.com.uy

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 Ö Raffinerie Uruguays in La Teja und ist an den Offshore-Lizenzierungen beteiligt.

Firmenname: CIR

Adresse: Bvar. Artigas 2821 Montevideo

Tel.: (+598) 22000 7821

Email: gonzalo.lopezcardozo@ciruy.com

Web: https://www.ciruy.com/sitio_corporativo_r

Tätigkeitsbeschäftigung/ -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.

Firmenname: Conecta

Adresse: Av. Gral. Jose Artigas M40 S10, 15000 Ciudad de la Costa

Tel.: +598 0800-8888

E-Mail: cac@conecta.com.uy

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

Tätigkeitsbeschäftigung/-feld

Conecta ist ein Unternehmen, das im Rahmen eines Konzessionsvertrags mit einer Laufzeit von 30 Jahren, der im November 2002 begann, Erdgas in ganz Uruguay mit Ausnahme des Departements Montevideo verkauft und verteilt. Conecta wird von der staatlichen uruguayischen Ölgesellschaft ANCAP und dem brasilianischen Energiekonzern Petrobras über dessen Tochtergesellschaft im Land kontrolliert.

Firmenname: Enertrag

Adresse:

ENERTRAG SE
Gut Dauerthal
17291 Dauerthal Deutschland

Tel.: +49 39854 6459-0

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 Gigawatt-Bereich.

Branche/Sektor

Firmenname: Linde Uruguay

Adresse:

Paysandú 1034 (C.P 11100) - Montevideo
Uruguay

Tel.: (+598) 0800 2600

E-Mail: ccc.uy@ccclinde.com

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

Tätigkeitsbeschäftigung/-feld

Linde ist das weltweit führende Unternehmen für technische Gase und Industriegase und beliefert eine Vielzahl von Endmärkten, darunter Chemie und Raffinerie, Lebensmittel und Getränke, Elektronik, Gesundheitswesen, Fertigung und Primärmetalle. Linde Industriegase werden in zahllosen Anwendungen eingesetzt, vom lebensrettenden Sauerstoff für Krankenhäuser über hochreine Gase und Spezialgase für die Elektronikfertigung bis hin zu Wasserstoff für saubere Kraftstoffe etc. und bietet außerdem hochmoderne Lösungen für die Gasaufbereitung an.

Firmenname: Panarmix

Adresse:

Planta industrial Nuevo Berlin
ruta 24 km 19,5. Depto. de Río Negro, Uruguay.

Tel.: (+598) 45608064

E-Mail: info@panarmix.com

Web: <http://panarmix.co>

Tätigkeitsbeschäftigung/-feld

PANARMIX S.A. ist ein Privatunternehmen mit Sitz in Uruguay. Das Unternehmen bietet die Produktion von Sojabohnen im „Premium“-Segment, im Vergleich zu dem, was auf dem lokalen Markt existiert, an. Das Unternehmen hat aufgrund der hohen Nachfrage mehrere Standorte in Uruguay eröffnet.

Firmenname: SEG Ingenieria

Adresse:

San Salvador 1907 - 11200,
Montevideo Uruguay

Tel.: (+598) 2410 6970

E-Mail: uruguay@segingenieria.com

Web: <https://www.segingenieria.com>

Tätigkeitsbeschäftigung/-feld

SEG Ingenieria 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.

Firmenname: Saceem

Adresse: Brecha 572, 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.

Quellenverzeichnis

- (12. 04. 2023). Experteninterview 1.
- (12. 04. 2023). Experteninterview 2.
- (14. 04. 2023). Experteninterview 3.
- (19. 04. 2023). Experteninterview 4.
- Agencia Nacional de Investigación e Innovación. (2022). *Resúmenes Publicables Perfiles*. Abgerufen am 27. 04. 2023 von <https://www.anii.org.uy/apoyos/innovacion/303/convocatoria-a-proyectos-de-hidrogeno-verde/>
- Agentur für Erneuerbare Energien. ((o.J.)). *Wie wird Biodiesel hergestellt?* Abgerufen am 24. 03. 2023 von <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/wie-wird-biodiesel-hergestellt#:~:text=Der%20Biodiesel%20entsteht%20bei%20oder,bis%2065%C2%B0C%20ger%C3%BChrt>
- Agentur für erneuerbare Energien. ((o.J.)). *Wie wird Bioethanol hergestellt?* Abgerufen am 28. 03. 2023 von <https://www.energis.de/ratgeber/erdgas/biomethan#:~:text=https://unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/wie-wird-bioethanol-hergestellt>
- Agentur für Erneuerbare Energien. (04. 2023). *Wie wird Bioethanol hergestellt?* Abgerufen am 28. 03. 2023 von <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/wie-wird-bioethanol-hergestellt>
- AHK Uruguay. (2023). *Themenschwerpunkte- Erneuerbare Energien*. Abgerufen am 09. 03. 2023 von <https://uruguay.ahk.de/de/berufsbildung/translate-to-deutsch-energia-medio-ambiente/translate-to-deutsch-energias-renovables>
- AHK Uruguay. (2023). *Über uns*. Abgerufen am 08. 03. 2023 von <https://uruguay.ahk.de/de/ueber-uns>
- Alianza Hidrógeno Verde Chile. (2021). *Manual del Hidrógeno Verde*. Abgerufen am 15. 05. 2023. von https://www.ah2vbiobio.cl/wp-content/themes/lms_mooc/assets/Manual_Del_Hidr%C3%B3geno_Verde_Ah2VBiob%C3%ADo.pdf
- Allianz Trade. (01. 2023). *Uruguay- Economic Research, Country Risk*. Abgerufen am 08. 03. 2023 von https://www.allianz-trade.com/en_global/economic-research/country-reports/Uruguay.html
- ALUR. ((o.J.)). *Planta Bioetanol - Paysandú*. Abgerufen am 28. 04. 2023 von <https://www.alur.com.uy/agroindustrias/paysandu/>
- ALUR. ((o.J.)). *Biocombustibles*. Abgerufen am 28. 03. 2023 von <https://www.alur.com.uy/productos/biocombustibles.php>
- ALUR. ((o.J.)). *Planta 2 Biodiesel - Capurro*. Abgerufen am 30. 04. 2023 von <https://www.alur.com.uy/agroindustrias/capurro/>
- ALUR. (2023). *Biocombustibles*. Abgerufen am 23. 05. 2023 von <https://www.alur.com.uy/productos/biocombustibles.php>
- ALUR. (2023). *Biocumbustibles- Innovación, Investigación y Desarrollo*. Abgerufen am 28. 03. 2023 von <https://www.alur.com.uy/productos/biocombustibles.php>,
- ALUR. (2023). *Planta 2 Biodiesel - Capurro, Montevideo*. Abgerufen am 30. 03. 2023 von <https://www.alur.com.uy/agroindustrias/capurro/>
- ALUR. (2023). *Planta Bioetanol - Paysandú*. Abgerufen am 28. 03. 2023 von <https://www.alur.com.uy/agroindustrias/paysandu/>
- ALUR, E. (10. 05. 2023). Umfrage.
- ANCAP - ARPEL. (26. 04. 2023). Conference - Challenges of Energy Transitions. Montevideo, Uruguay. Abgerufen am 28. 04. 2023 von <https://www.youtube.com/watch?v=At1hhJXc-98>
- ANCAP. ((o.J.)). *Preguntas Frecuentes*. Abgerufen am 28. 03. 2023 von [https://www.ancap.com.uy/2148/1/preguntas-frecuentes.html#:~:text=El%201%C3%ADmite%20admisibile%20de%20Bioetanol,el%205%25%20\(E5\)](https://www.ancap.com.uy/2148/1/preguntas-frecuentes.html#:~:text=El%201%C3%ADmite%20admisibile%20de%20Bioetanol,el%205%25%20(E5))
- ANCAP. (26. 04. 2023). *Conferencia ANCAP - ARPEL "Los desafíos de las transiciones energéticas"*. Abgerufen am 28. 04. 2023 von <https://www.youtube.com/watch?v=At1hhJXc-98>
- Ancap. (02. 2023). *H2U Offshore Round*. Abgerufen am 04. 05. 2023 von <https://www.ancap.com.uy/17068/6/h2u-offshore-round.html>

- ARD Alpha. (06. 05. 2021.). *Biodiesel, Bioethanol und Biomethan im Tank*. Abgerufen am 22. 05. 2023 von <https://www.ardalpha.de/wissen/umwelt/nachhaltigkeit/biokraftstoff-nachwachsende-rohstoffe100.html#:~:text=Pflanzen%C3%B6l%2C%20Biodiesel%20und%20Bioethanol%20z%C3%A4hlen,Pflanze%20zur%20Produktion%20von%20Energie>
- Argus. (03. 01. 2023). *Uruguay exports biodiesel to Europe*. Abgerufen am 28. 03. 2023 von <https://www.argusmedia.com/en/news/2405827-uruguay-exports-biodiesel-to-europe>
- Auswärtiges Amt. (14. 02. 2023). *Uruguay Politisches Porträt*. Abgerufen am 08. 03. 2023 von <https://www.auswaertiges-amt.de/de/service/laender/uruguay-node/politisches-portraet/201182>
- Auswärtiges Amt. (14. 02. 2023). *Uruguay: Politisches Porträt*. Abgerufen am 20. 04. 2023 von <https://www.auswaertiges-amt.de/de/service/laender/uruguay-node/politisches-portraet/201182>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Hidrógeno Verde y el Potencial para Uruguay*. Abgerufen am 17. 05. 2023 von [Hidrogeno-verde-y-el-potencial-para-Uruguay-insumos-para-la-elaboracion-de-la-Hoja-de-Ruta-de-Hidrogeno-Verde-de-Uruguay.pdf](#),
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Hidrógeno Verde y el Potencial para Uruguay*. Abgerufen am 18. 05. 2023 von <https://publications.iadb.org/es/hidrogeno-verde-y-el-potencial-para-uruguay-insumos-para-la-elaboracion-de-la-hoja-de-ruta-de>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (11. 2022). *Hidrógeno verde: un paso natural para Uruguay hacia la descarbonización*. Abgerufen am 15. 05. 2023 von <https://publications.iadb.org/es/hidrogeno-verde-un-paso-natural-para-uruguay-hacia-la-descarbonizacion>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (11. 2022). *Hidrógeno Verde: un paso natural para Uruguay hacia la descarbonización*. Abgerufen am 17. 05. 2023 von <https://publications.iadb.org/es/hidrogeno-verde-un-paso-natural-para-uruguay-hacia-la-descarbonizacion>
- BID. (09. 01. 2023). *Uruguay productor de hidrógeno verde*. Abgerufen am 27. 04. 2023 von <https://blogs.iadb.org/energia/es/uruguay-productor-de-hidrogeno-verde-gran-oportunidad-de-destacarse-una-vez-mas/>
- BiomassMuse. ((o.J.)). *Biokraftstoffe wie Biodiesel und Bioethanol*. Abgerufen am 22. 05. 2023 von <https://www.biomasse-nutzung.de/biomasse/energetische-nutzung-bioenergie/biokraftstoffe/>
- BMWK. (16. 06. 2020). *Was ist eigentlich grüner Wasserstoff?* Abgerufen am 24. 03. 2023 von <https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2020/07/Meldung/direkt-erklaert.html>
- BTI. (2022). *Übersicht Uruguay*. Abgerufen am 08.03. 2023 von <https://bti-project.org/de/reports/country-dashboard/URY>
- Chartindustries. ((o.J.)). *Equipo de proceso y transferencia de calor especializado*. Abgerufen am 10. 05. 2023 von <https://es.chartindustries.com/Products/Specialty-Heat-Exchangers>
- CIR Industria Metalúrgica. ((o.J.)). *Tanques de grab porte para almacenamiento de líquidos*. Abgerufen am 24. 05. 2023 von ALUR - Planta Biodiesel Capurro: https://www.ciruy.com/antecedente_tanques_planta_biodiesel_355#prettyPhoto
- ClimateScope by BloombergNEF. (2023). *Uruguay*. Abgerufen am 03. 04. 2023 von <https://www.global-climatescope.org/markets/uy/>
- ClimateScope by BloomberNEF. (2023). *Uruguay*. Abgerufen am 25. 05. 2023 von <https://www.global-climatescope.org/markets/uy/>
- Correa, C., & Gischler, C. (09. 01. 2023). *Uruguay productor de hidrógeno verde: gran oportunidad de destacarse una vez más*. Abgerufen am 27. 04. 2023 von <https://blogs.iadb.org/energia/es/uruguay-productor-de-hidrogeno-verde-gran-oportunidad-de-destacarse-una-vez-mas/>
- Die Bundesregierung. (07. 06. 2022). *Wasserstoff - Energieträger der Zukunft*. Abgerufen am 29. 05. 2023 von <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/wasserstoff-technologie-1732248>
- Economist Intelligence Unit. (2021). *Democracy Index 2021*. Abgerufen am 08.03. 2023 von <https://www.eiu.com/n/campaigns/democracy-index-2021/>
- El Avisador. (30. 12. 2022). *Una inversión de US\$ 800 millones hará la empresa alemana para producir hidrógeno verde en Tambores*. Abgerufen am 30. 03. 2023 von <https://avisador.com.uy/una-inversion-de-us-800-millones-hara-la-empresa-alemana-para-producir-hidrogeno-verde-en-tambores/>

- El Observador. (27. 02. 2013). *Este artículo lo puede ver en este link:*
<https://www.elobservador.com.uy/nota/uruguay-apuesta-a-la-energia-solar-a-bajo-costo-ayudado-por-la-crisis-201322720320>. Abgerufen am 31. 03. 2023 von <https://www.elobservador.com.uy/nota/uruguay-apuesta-a-la-energia-solar-a-bajo-costo-ayudado-por-la-crisis-201322720320>
- EL Telegrafo. (04. 03. 2021). *ALUR abarató costos en Paysandú, y produjo más etanol durante enero*. Abgerufen am 16. 05. 2023 von <https://www.eltelegrafo.com/2021/03/alur-abarato-costos-en-paysandu-y-produjo-mas-etanol-durante-enero/>
- Energetische Biomassenutzung. (2011). *Basisinformationen zur Entwicklung des Biokraftstoffsektors bis 2011*. Abgerufen am 19. 04. 2023 von <https://www.alur.com.uy/productos/biocombustibles.php>
- Energis. ((o.J.)). *Biometha einfach erklärt*. Abgerufen am 24. 04. 2023 von <https://www.energis.de/ratgeber/erdgas/biomethan#:~:text=Biomethan%20ist%20also%20eine%20veredelte,Aufbereitung%20jedoch%20kein%20Co2%20mehr>
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. ((o.J.)). *Hydrierte Pflanzenöle (HVO)*. Abgerufen am 18. 04. 2023 von <https://biokraftstoffe.fnr.de/kraftstoffe/hydrierte-pflanzenoele-hvo>
- Gobierno Uruguay. (2022). *Green Hydrogen Roadmap in Uruguay*. Abgerufen am 20. 04. 2023 von <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/noticias/Green%20Hydrogen%20Roadmap%20in%20Uruguay.pdf>
- Gobierno Uruguay. (2022). *Green Hydrogen Roadmap in Uruguay*. Abgerufen am 12. 05. 2023 von <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/noticias/Green%20Hydrogen%20Roadmap%20in%20Uruguay.pdf>
- Gobierno Uruguay. (2022). *Green Hydrogen Roadmap in Uruguay*. Abgerufen am 24. 04. 2023 von <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/noticias/Green%20Hydrogen%20Roadmap%20in%20Uruguay.pdf>
- Gobierno Uruguay. (20. 12. 2022). *Resolución N 294/022 Se encomienda al Ministerio de Industria, Energía y Minería implementar y administrar el programa H2U*. Abgerufen am 04. 05. 2023 von <https://www.gub.uy/presidencia/institucional/normativa/resolucion-n-294022-se-encomienda-ministerio-industria-energia-mineria>
- Gobierno Uruguay. (11. 05. 2023). *Uruguay firmó acuerdo con el puerto de Róterdam para desarrollo de hidrógeno verde*. Abgerufen am 30. 05 2023 von <https://www.gub.uy/presidencia/comunicacion/noticias/uruguay-firmo-acuerdo-puerto-roterdam-para-desarrollo-hidrogeno-verde>
- Gobierno Uruguay. (kein Datum). *Hidrógeno Verde: directorio de empresas*. Abgerufen am 02. 06 2023 von <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/politicas-y-gestion/hidrogeno-verde-directorio-empresas>
- GTAI. (21. 07. 2021). *Mercosur und EU- Handelsabkommen wird Exporte ankurbeln*. Abgerufen am 08. 03. 2023 von <https://www.gtai.de/de/trade/mercosur/zoll/freihandelsabkommen-mercosur-80048>
- GTAI. (01. 12. 2022). *Wirtschaftsdaten kompakt - Uruguay*. Abgerufen am 08. 03. 2023 von <https://www.gtai.de/de/trade/uruguay/wirtschaftsumfeld/wirtschaftsdaten-kompakt-uruguay-156604>
- GTAI. (01. 12. 2022). *Wirtschaftsdaten kompakt- Uruguay*. Abgerufen am 08.03. 2023 von *Wirtschaftsdaten kompakt. Uruguay*.
- Gub.Uy. (2023). *Estrategia Climática de Largo Plazo de Uruguay:*. Abgerufen am 18. 05. 2023 von <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/ESTRATEGIA%20CLIMATICA%20A%20LARGO%20PLAZO%20URUGUAY%20CP.pdf>
- H2LAC. (28. 12 2022). *Uruguay llama a interesados en desarrollar proyectos de efuels*. Abgerufen am 31. 03. 2023 von <https://h2lac.org/noticias/uruguay-llama-a-interesados-en-desarrollar-proyectos-de-efuels/>
- IICA. (2022). *Estado de los Biocombustibles Líquidos en las Américas*. Abgerufen am 09.03. 2023 von https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/21279/BVE22118335e_compressed.pdf?sequence=5&isAllowed=y

- IMF. (01. 10. 2022). *World Economic Outlook database- Gross domestic product, constant prices*. Abgerufen am 08.03. 2023 von https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2022/October/weo-report?c=298,&s=NGDP_RPCH,&sy=2001&ey=2027&ssm=0&scsm=1&sc=0&ssd=1&ssc=0&sic=0&sort=country&ds=.&br=1
- IMF. (01. 10. 2022). *World Economic Outlook database- Unemployment rate*. Abgerufen am 08.03. 2023 von <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2022/October/weo-report?c=298,&s=LUR,&sy=2001&ey=2027&ssm=0&scsm=1&sc=0&ssd=1&ssc=0&sic=0&sort=country&ds=.&br=1>
- IMF. (2023). *GDP per capita, current prices*. Abgerufen am 08.03. 2023 von https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPDPC@WEO/OEMDC/ADVEC/WEO_WORLD/URY
- IMPO. (27. 06. 1997). *Ley N 16832*. Abgerufen am 29. 03. 2023 von <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/16906-1998>
- IMPO. (20. 01. 1998). *Ley N 16906*. Abgerufen am 29. 03. 2023 von <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/16906-1998>
- IMPO. (29. 10. 2002). *Ley N 17567*. Abgerufen am 29. 03. 2023 von <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/17567-2002#:~:text=Se%20afaculta%20al%20Poder%20Ejecutivo,de%20origen%20animal%20o%20vegetal>
- IMPO. (28. 11. 2007). *Lez N 18195*. Abgerufen am 17. 04. 2023 von <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/18195-2007>
- IMPO. (16. 10. 2009). *Ley 18597*. Abgerufen am 30. 03. 2023 von <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/18597-2009>
- IMPO. (16. 10. 2009). *Ley N 18597*. Abgerufen am 28. 03. 2023 von <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/18597-2009>
- IMPO. (16.10. 2009). *Ley N 19924*. Abgerufen am 29.03.2023 von <https://www.impo.com.uy/bases/leyes originales/19924-2020>
- IMPO. (09. 11. 2021). *Normas y Avisos Legales del Uruguay*. Abgerufen am 12. 05. 2023 von Ley N 19996: <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19996-2021>
- IMPO. (08. 06. 2023). *Decreto N 173/010*. Abgerufen am 27. 03. 2023 von <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/173-2010/2>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2022). *Estado de los Biocombustibles Líquidos en las Américas 2022*. Abgerufen am 28. 03. 2023 von https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/21279/BVE22118335e_compressed.pdf?sequence=5&isAllo wed=y
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT). ((o.J.)). *BIODIESEL: REQUISITOS DE CALIDAD - PRESENTACIÓN DE LA NORMA UNIT 1100 EN PAYSANDÚ*. Abgerufen am 03. 04. 2023 von <https://www.unit.org.uy/novedades/ver/382/>
- Intendencia Municipal de Montevideo. ((o.J.)). *El Gobierno Departamental*. Abgerufen am 03. 04. 2023 von <https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/5-organizaciondelgobiernodepartamental.pdf>
- Intendencia Municipal de Montevideo. (2023). *El Gobierno Departamental*. Abgerufen am 08. 03. 2023 von <https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/5-organizaciondelgobiernodepartamental.pdf>
- International Trade Administration. (22. 09. 2022). *Uruguay- Country Commercial Guide*. Abgerufen am 27. 03. 2023 von <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/uruguay-renewable-energy-equipment>
- JCB. ((o.J.)). *HVO Hydriertes Pflanzenöl*. Abgerufen am 19. 04. 2023 von <https://www.alur.com.uy/productos/biocombustibles.php>
- Koop, F. (21. 09. 2022). *Mongabay*. Abgerufen am 22. 05. 2023 von Uruguay apuesta al hidrógeno verde para su segunda transición energética: <https://es.mongabay.com/2022/09/uruguay-apuesta-al-hidrogeno-verde-para-su-segunda-transicion-energetica/>
- Lado, M. I. (2017). *Universidad de la República - Facultad de Ciencias Sociales*. Abgerufen am 12. 05. 2023 von La incorporación de biodiesel a la matriz energética uruguaya: una mirada desde la sustentabilidad: https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/10658/1/TDes_LadoIn%C3%A9.pdf
- MIEM. (07. 2022). *Green Hydrogen Roadmap in Europe:*. Abgerufen am 09. 05. 2023 von <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/noticias/Green%20Hydrogen%20Roadmap%20in%20Uruguay.pdf>
- MIEM. (15. 07. 2022). *H2U Program*. Abgerufen am 05. 04. 2023 von <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/politicas-y-gestion/h2u-program>
- MIEM. (20. 12. 2022). *Resoluciones*. Abgerufen am 03. 04. 2023

- Ministerio de Ambiente. (2021). *Plan Nacional de Gestión de Residuos*. Abgerufen am 20. 04. 2023 von <https://www.ambiente.gub.uy/oan/residuos/>
- Ministerio de Industria Energía y Minería (MIEM). (26. 07. 2022). *La segunda transición energética en Uruguay “se va a redoblar y fortalecer”, afirmó el ministro Paganini*. Abgerufen am 22. 05. 2023 von <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/comunicacion/noticias/segunda-transicion-energetica-uruguay-se-va-redoblar-fortalecer-afirmo>
- Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM). (2005). *Política Energética 2005-2030*. Abgerufen am 27. 03. 2023 von <https://www.eficienciaenergetica.gub.uy/documents/20182/22528/Pol%C3%ADtica+Energ%C3%A9tica+2005-2030/841defd5-0b57-43fc-be56-94342af619a0>
- Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM). (2005). *Política Energética 2005-2030*. Abgerufen am 30. 03. 2023 von <https://www.eficienciaenergetica.gub.uy/documents/20182/22528/Pol%C3%ADtica+Energ%C3%A9tica+2005-%202030/841defd5-0b57-43fc-be56-94342af619a0>
- Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM). (24. 08. 2022). *Fondo Sectorial de Hidrógeno Verde: nueve propuestas preseleccionadas para concreción de proyectos piloto*. Abgerufen am 27. 04. 2023 von <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/comunicacion/noticias/fondo-sectorial-hidrogeno-verde-nueve-propuestas-preseleccionadas-para>
- Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM). (16. 05. 2023). *Uruguay da importante paso hacia el desarrollo del hidrógeno verde co la concreción del primer proyecto piloto*. Abgerufen am 16. 05. 2023 von <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. (2021). *Balance Energético 2021*. Abgerufen am 08. 03. 2023 von <https://ben.miem.gub.uy/descargas/1balance/infografia-interactiva-2021.pdf>
- Norton Rose Fulbright. (02. 2017). *Renewable energy in Latin America*. Abgerufen am 27. 03. 2023 von <https://www.nortonrosefulbright.com/-/media/files/nrf/nrfweb/imported/renewable-energy-in-latin-america.pdf?revision=66edb636-af27-43d7-8c44-c65564b1833b&revision=5247924920227387904>
- Oficina de Planeamiento y Presupuesto. (03. 2019). *Presente y futuro de las energías renovables en Uruguay*. Abgerufen am 23. 03. 2023 von https://www.opp.gub.uy/sites/default/files/inline-files/12_%20Presente%20y%20futuro%20de%20las%20Energ%C3%ADas%20Renovables%20en%20Uruguay.pdf
- Oficina de Planeamiento y Presupuesto. (03. 2019). *Presente y futuro de las energías renovables en Uruguay*. Abgerufen am 31. 05. 2023 von https://www.opp.gub.uy/sites/default/files/inline-files/12_%20Presente%20y%20futuro%20de%20las%20Energ%C3%ADas%20Renovables%20en%20Uruguay.pdf
- Organización Latinoamericana de Energía. (10. 2021). *Mecanismos para la aplicación de incentivos fiscales para la eficiencia energética y energías renovables*. Abgerufen am 03. 04. 2023 von <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/ola00001.pdf>
- OTU. (2023). *Observatorio Territorio Uruguay*. Abgerufen am 08. 03. 2023 von https://otu.opp.gub.uy/?q=listados/listados_datos_formato&id=3112&cant=0&fecha=2011-01-01 (
- Panarmix. (30. 01. 2020). *Más valor agregado en origen*. Abgerufen am 23. 03. 2023 von <http://panarmix.com/mas-valor-agregado-en-origen-biodiesel-b100-y-coadyuvantes/>
- Panarmix. (2023). *Planta Industrial Nuevo Berlin*. Abgerufen am 23. 03. 2023 von <http://panarmix.com>
- Parlamento del Uruguay. ((o.J.)). *Proceso Legislativo*. Abgerufen am 03. 04. 2023 von <https://parlamento.gub.uy/documentosyleyes/procesolegislativo>
- Parlamento del Uruguay. ((o.J.)). *Comisiones*. Abgerufen am 03. 04. 2023 von <https://parlamento.gub.uy/camarasycomisiones/senadores/comisiones>
- Poder judicial Uruguay. ((o.J.)). *Competencias de la Suprema Corte de Justicia*. Abgerufen am 03. 04. 2023 von <https://www.poderjudicial.gub.uy/institucional/suprema-corte-de-justicia.html>

- 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*. Abgerufen am 30. 03. 2023 von <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/>
- The World Bank. (2022). *Research and Development expenditure (% of GDP)- Uruguay*. Abgerufen am 08. 03. 2023 von <https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=UY-AR-BR-PY-CL-BO-PE-EC-CO-VE-GY-SR>
- The World Bank. (03. 2023). *Central government debt, total (% of GDP)- Uruguay*. Abgerufen am 08. 03. 2023 von <https://data.worldbank.org/indicator/GC.DOD.TOTL.GD.ZS?locations=UY>
- Thyssenkrupp. ((o.J.)). *Die Revolution des grünen Methanols*. Abgerufen am 17. 05. 2023 von <https://www.auswaertiges-amt.de/de/service/laender/uruguay-node/politisches-portraet/201182>
- Transparency International. (2021). *CORRUPTION PERCEPTIONS INDEX*. Abgerufen am 08. 03. 2023 von <https://www.transparency.org/en/cpi/2021>
- Tuchin, F. (31. 01. 2023). *InnContext*. Abgerufen am 18. 05. 2023 von Uruguay: la economía del hidrógeno podría crear unos 34.000 empleos para 2040: <https://inncontext.net/313-uruguay-la-economia-del-hidrogeno-podria-crear-unos-34-000-empleos-para-2040/>
- UDELAR, E. m. (26. 05. 2020).
- Universidad de la República. (2017). *La incorporación de biodiesel a la matriz energética uruguaya*. Abgerufen am 19. 04. 2023 von https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/10658/1/TDes_LadoInés.pdf
- Uruguay XXI. (2021). *Energías Renovables en Uruguay*. Abgerufen am 24. 04. 2023 von <https://www.uruguayxxi.gub.uy/uploads/informacion/95cfe0ad951a9828f3d434931a8fd0de2740b64c.pdf>
- Uruguay XXI. (2023). *About Uruguay XXI*. Abgerufen am 08. 03. 2023 von <https://www.uruguayxxi.gub.uy/en/who-we-are/about-uruguay-xxi/>
- Uruguay XXI. (2023). *Informe Alemania*. Abgerufen am 08. 03. 2023 von <https://www.uruguayxxi.gub.uy/es/>
- Uruguay, Gobierno. (2022). *Green Hydrogen Roadmap in Uruguay*. Abgerufen am 20. 04. 2023 von <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/noticias/Green%20Hydrogen%20Roadmap%20in%20Uruguay.pdf>
- World Justice Project. (2022). *WJP Rule of Law Index*. Abgerufen am 08. 03. 2023 von <https://worldjusticeproject.org/rule-of-law-index/global>

