Factsheet

Netzferne und dezentrale Stromversorgung mit grünen Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien global

Grüne Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien bieten global in einem breiten Anwendungsspektrum Potential zur Dekarbonisierung, Elektrifizierung und Steigerung der Versorgungssicherheit für Energieverbrauchsstellen und Anwendende.

Chile steht vor der Herausforderung, den steigenden Bedarf an grüner Elektrizität, der abgeleitet aus den durch seine Regierung formulierten Klimazielen entsteht, auf umweltfreundliche und ressourcenschonende Art und Weise zu decken. Diese Ambitionen werden von einem hohen Maß an politischer Unterstützung flankiert und vorangetrieben. Grüner Wasserstoff spielt als Energieträger sowohl für die Transformation der Energiematrix als auch für die Diversifizierung der Außenwirtschaft, basierend auf der Erweiterung um grünen Wasserstoff als Exportgut, in der Strategie des Landes mittel- und langfristig eine bedeutende Rolle. Brennstoffzellentechnologien stellen auf diesem Transformationspfad die Nutzung des grünen Wasserstoffs zur lokalen, dezentralen Stromversorgung sicher, bieten dabei ein breites und vielfältiges Spektrum möglicher Einsatzfelder und können schon heute wirtschaftlich zur netzfernen bzw. dezentralen Energieversorgung und für den Ersatz bestehender Dieselgeneratoren in Chile eingesetzt werden.

Politische und wirtschaftliche Situation

- Ende 2021 ging der linksgerichtete Präsident Gabriel Boric (35) aus den Präsidentschaftswahlen als Sieger hervor. Es wird weitgehend von einer Kontinuität der Politik in Bezug auf die Energiewende im Vergleich zur Vorgängerregierung ausgegangen. In seinem Wahlprogramm hat Boric außerdem die Notwendigkeit von Energiespeichertechnologien hervorgehoben, um die Dekarbonisierung voranzutreiben.[1]
- Erholung der Wirtschaft in 2021 mit rund 6,2% Wachstum nach starkem Einbruch im Jahr 2020 von –5,8% des BIP. Für 2022 wird ein Wachstum von 3,8% vorhergesagt.
- Chile hat zurzeit 26 Freihandelsabkommen mit mehr als 59 Ländern (inkl. DE), starke Integration in Weltmarkt. Keine zusätzlichen Importzölle für Technologieimporte aus Deutschland und EU.

Energiepolitischer Rahmen

- Über die vergangenen Regierungsperioden hinweg ist auch unter Regierungen verschiedener politischer Richtungen die Energiepolitik Chiles durch Konstanz und parteiübergreifendes Handeln geprägt. Dabei ist der Rahmen der chilenischen Energiepolitik mit Blick auf 2050 gesteckt und richtet sich u.a. an übergeordneten Zielen zur Erhöhung der **Versorgungssicherheit und-qualität** (insb. dezentral), der **Modernisierung der Energiematrix** und der **Nachhaltigkeit** der Energieversorgung aus. Daraus abgeleitet hat Chile auch das Ziel formuliert, **2050 die Treibhausgasneutralität** zu erreichen[5]. Im Wesentlichen sollen die Minderung des Dieselverbrauchs, Elektrifizierung und Einsatz grünen Wasserstoffs in allen relevanten Sektoren auf dieses Ziel einzahlen.
- **Schließung von 8 Kohlekraftwerken bis 2024 (-20% CO2-Emissionen), übrige 20 bis 2040** [3]
- Nicht zuletzt über die Ausgestaltung der Wasserstoffstrategie gewinnt auch vor dem Hintergrund der sehr günstigen natürlichen Bedingungen für den Einsatz von erneuerbaren Energien in Chile durch die hohe Sonneneinstrahlung im Norden und die starken kontinuierlichen Winde in Teilen des Nordens und des extremen Südens auch der Energieexport an Bedeutung. [4]
- Auch steigt der Strombedarf des Landes kontinuierlich, bis zum Jahr 2025 wird eine Steigerung gegenüber 2021 von 13,7% prognostiziert, bis 2030 sogar von 25,5%. [5]

Energieversorgung – aktuell & Ausblick

Aktuell **27 GW installierte Gesamtleistung** (Dez.2021) [6]

112 Mio. t CO2-Ausstoß in 2016, davon **32% durch Stromerzeugung** verursacht [7]

Ca. **9 GW EE**-Stromerzeugungskapazität (entspricht 32,5% Gesamtkapazität) [8]

Elektrifizierungsgrad: 99,6% der Einwohner, auf dem Land 96,5,% weiterhin 75.000 Menschen ohne Zugang zu Stromversorgung [7]

Chiles aktuelle Stromversorgung hängt in kleinen, mittleren und großen Versorgungsnetzen noch stark von fossilen Energieträgern ab. Insbesondere in kleinen und mittleren Netzen birgt dies Versorgungslücken und -unsicherheiten für die Verbraucher und kommt auch mit öffentlichen Ausgaben in Form von Subventionszahlungen zum Tragen, mithilfe derer der Strompreis für die Endkunden in kleinen und mittleren Netzen auf dem Niveau der Hauptnetze gehalten werden soll. Geprägt ist die Struktur chilenischer Versorgungsnetze durch die spezifischen geographischen Gegebenheiten:

Drei große Hauptnetze: SEN (27.007 MW), SEA (66 MW), SEM (116 MW): Energieträger EE ca. 53,6%, fossil ca. 46,4% [6]

9 regionale, mittelgroße Netze (1,5 MW bis 200 MW), mit häufig einem hohen Anteil an Dieselgeneratoren

Ca. 111 kleine Netze <1,5 MW, davon ca. 50% <100 kW und 25% zwischen 1 – 1,5 MW
-> Ca. 40% der kleinen Netze ohne durchgehende Versorgung
-> Ca. 65% der installierten Kapazität der kleinen Netze sind Dieselgeneratoren

Erwartet wird eine Fortsetzung der steigenden Integration EE-Quellen, (20% Steigerung zw. 2015-2020) [12], um die Potentiale zur EE-Erzeugung (1.400-1.800 GW) weiter auszuschöpfen (insb. Solar und Windkraft) [13]

Potential Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien in Chile

Nationale Wasserstoffstrategie inkl. Roadmap bis 2050 November 2020 [14] veröffentlicht: Richtlinien zu Regulierung und Markthochlauf Wasserstoffproduktion, Förderung Pilotprojekte, Entwicklung Humankapital, Finanzierungsinstrumente.

Wichtige staatliche Akteure:

Energieministerium erarbeitet Gesetze und Regulierung und subventioniert Strompreis in kleinen Stromnetzen

Aufsichtsbehörde für Strom und Kraftstoffe SEC (Superintendencia de Electricidad y Combustibles) überprüft Einhaltung von Regulierungen und bearbeitete Genehmigungsverfahren

Gesellschaft für Produktionsförderung CORFO (Corporación de Fomento de la Producción) fördert größere Forschungsprojekte im Bereich Wasserstoff

Lokale Stromnetzbetreiber kleiner Netze: sind teilweise privat und teilweise staatlich, häufig auch in kommunaler Hand

Kernziele zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft:
-> Bis 2025 5 Mrd. USD internationale Investitionen in Wasserstoffprojekte, 5 GW installierte Elektrolysekapazität, mind. 200.000 Tonnen Wasserstoffproduktion pro Jahr
-> Bis 2030: Export von Wasserstoff(-derivaten) im Wert von 2,5 Mrd. USD/Jahr, Erzeugungskosten <1,5 USD/kg H2, 25 GW installierte Elektrolysekapazität

Energiepolitischer Rahmen und Fokussierung auf Ziele, um die Energieversorgung der Sektoren Industrie, Gebäude, Transport und Strom zu dekarbonisieren; Herausforderungen in der aktuellen Energieversorgung

Stetig steigende Integration erneuerbarer Energieträger, große natürliche Erzeugungspotentiale PV (insb. im Norden verbunden mit hohen Sonneneinstrahlungsintensitäten) und Windkraft (insb. im Süden) sowie niedrige Stromgestehungskosten (Solarstrom schon heute bei weniger als 0,02 USD/kWh)

Erste Projekte mit Einsatz von BZ (CORFO gefördert): Entwicklung und Umrüstung von Bergbaufahrzeugen, Einsatz der Brennstoffzelle in Bergbau-Transportzügen bis 2023 [15]; zwei Projekte zum Einsatz für Gabelstapler in Logistik, inkl. H2-Tankstelle [10]

Rahmen für H2-Projekte:
Wasserstoffprojekte können über die Klassifizierung von Sonderprojekten der Aufsichtsbehörde für Strom und Kraftstoffe (SEC) nach Vorlage folgender Dokumente eine Genehmigung zum Bau und zum Betrieb erhalten: Kopie des zu verwendenden ausländischen Standards, Risikoanalyse, Berechnungsspeicher, Konstruktionszeichnungen, Zertifizierte Materialien und Geräte, Technische Merkmale der Anlage, Charakterisierung des Kontextes (siehe auch Leitfaden der SEC 2021 [13])
Der regulatorische Rahmen für H2-Projekte wird durch das zuständige Energieministerium weiterentwickelt

Aus den günstigen Standortbedingungen leitet sich ein hohes Potential für Produktion von grünem Wassersoff in Chile ab: Produktion von Ammoniak, den Export von synthetischen Brennstoffen, den Einsatz im Transportsektor und im Bergbau (dort vor allem im Transportbereich) und für lokale dezentrale bzw. netzferne Stromversorgung mit Brennstoffzellen

Fokus Inselnetze & Case Study / Standortanalysen & Ergebnisse

Potential des Einsatzes von H2/BZ zur dezentralen bzw. netzfernen Stromversorgung am konkreten Fall 3 chilenischer Inselnetze und hinsichtlich folgender Parameter analysiert[7]:

	Mittelgroßes Netz Aysén	Lachsfarm Molino de Oro	Inselnetz Melinka
Inst. Erzeugungs-kapazität	53 MW (33,2 MW Diesel, 22,6 MW Wasserkraft, 3,8 MW Wind)	742,5 kW (3 Dieselgeneratoren: 297 kW, 247,5 kW und 198 kW)	1.400,06 kW (4 Dieselgeneratoren: 213 kW, 450,26 kW, zwei mit je 368,4 kW)
Stromver-brauch p.a.	131 GWh	407,1 MWh	1.660 MWh
Optimiertes Szenario	Neuinstallation: 30,6 MWp PV, Elektrolyseur 11,3 kW, H2-Speichers mit 2,7 kg, Brennstoffzelle 9 kW Nutzung Dieselkap.: 15,97	Installation von Elekrolyse und Brennstoffzelle ist zurzeit nicht wirtschaftlich darstellbar	Neuinstallation von 660 kWp PV, 574 kW Wind, Elektrolyseur 33 kW, H2-Speicher mit 18 kg, Brennstoffzelle 38 kW, Nutzung Dieselkap.: 249 kW (-82%)
Investitions-kosten	ca. 1,5 Mio. USD	ca. 90.500 USD	ca. 1,5 Mio. USD
Stromgeste-hungskosten	Sinken von 0,067 USD/kWh auf 0,044 USD/kWh	Sinken von 0,14 USD/kWh auf 0,12 USD/kWh	sinken von 0,306 USD/kWh auf 0,13 USD/kWh
Pot. Einsparung	7,4 Mio. l Diesel/Jahr 19.900 tCO2eq	33,400 l Diesel/Jahr 90 tCO2eq	415.800 l Diesel/Jahr – 1.123 tCO2eq
Wirtschaftlich keit gegeben	Ab Dieselpreis > 0,6 USD/l	Nicht unter aktuellen Voraussetzungen	Ja, schon jetzt

Das Inselnetz Melinka hat vor allem durch die im Moment aufgewendeten Subventionen und den öffentlichen Stromversorger das größte Potential für eine zeitnahe Umsetzung. Hier ist ein wirtschaftlicher Einsatz von H2/BZ schon heute möglich:

- Amortisation des Invests für dieses optimierte Basis-Szenario nach ca. 8 Jahren
- Reduktion der öffentlichen Subventionen um -62% nach Amortisation

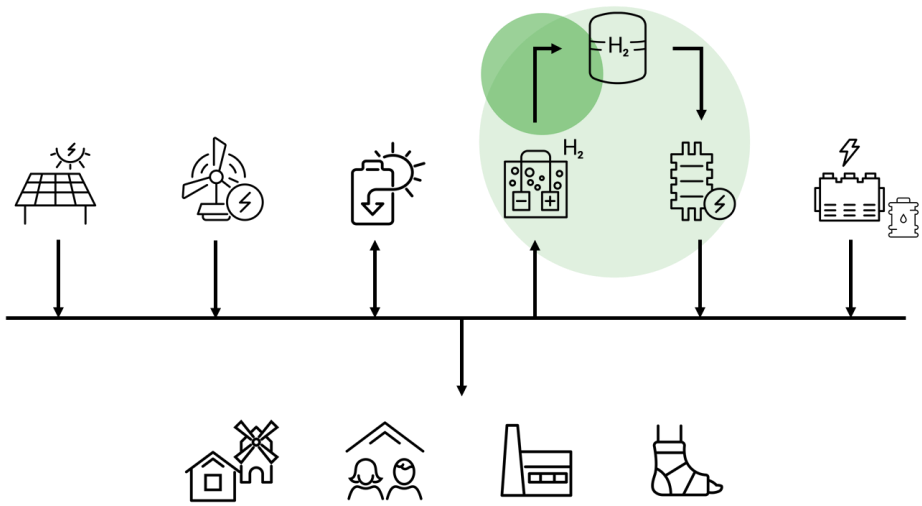
Technische Anforderungen & Lösungen

Technische Anforderungen an ein H2/BZ basiertes Inselnetz in Chile am Beispiel Melinka

- Skalierbarkeit für Einbezug weiterer Nutzer
- Abbildung unterschiedlicher Lastprofile durch Anschluss unterschiedlicher Nutzer (Privat, produzierendes Gewerbe, öffentliche Einrichtungen u.a.)
- Integration erneuerbarer Stromerzeugungsquellen (insb. Wind und PV)
- Systemaufbau ggf. unter Einbezug bestehender, fossil basierter Back-Up und Erzeugungsanlagen

In Abhängigkeit des Standorts Nutzung der Abwärme durch Wärmeauskopplung
Welche Komponenten/Leistungen werden benötigt?

- Brennstoffzellen und deren Systemkomponenten, (Gehäuse, Regeltechnik, Gasaufbereitung, Prozesstechnik, Kühlung, Inverter, Sensorik, Betriebselektrik, Abwärmenutzung)
- Pufferbatterie inkl. Systemkomponenten und Regeltechnik
- Elektrolyseureinheiten und deren Systemkomponenten (inkl. Gehäuse, Strom-, Wasserversorgung/-aufbereitung, Ventile, Systemanschluss, Regeltechnik)
- H2-Speicher und dessen Systemkomponenten, (Druckminderer, Kompressor, Sensorik, Regeltechnik)
- Einbindung in bestehende Netzinfrastruktur/Verteilnetz, Energiemanagementsystem



- Planungsdienstleistungen: technische Konzeptionierung zur Umsetzung, Systemdimensionierung, Koordination und Begleitung der Umsetzung
- Instandhaltung/Wartungsdienstleistungen
- Leistungsklassen: mittlere Netze 1,5 MW bis 200 MW, kleine Netze bis 1,5 MW Gesamtleistung, Skalierungspotential
- Durch Nutzung der Abwärme und auch des produzierten Sauerstoffs kann die Wirtschaftlichkeit des Systems weiter gesteigert werden

Marktpräsenz:
Bestehende Preissensibilität chilenischer Integratoren und Kunden, die durch internationale Marktintegration Chiles einfache Zugänglichkeit bspw. auch zu Produkten weiterer internationaler (insb. asiatsicher) Technologieanbieter bestärkt wird. Für eine Etablierung auf dem Markt können sich Anbieter mit innovativen Qualitätsprodukten, Fachkompetenz und Produkt Know-How, persönlicher Beratung, zuverlässiger Service Vertrieb und Aftersalesangebot sowie Berücksichtigung, lokaler Wertschöpfung positionieren.

Die ausführliche Potentialanalyse der AHK Chile steht hier zum Download bereit. Sie möchten grüne Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien zur dezentralen Stromversorgung in Chile einsetzen? Die NOW GmbH und die AHK Chile stehen Ihnen für Projektideen und Förderinformationen rund um die Exportinitiative Umwelttechnologien als Ansprechpartnerinnen zur Verfügung: exportinitiative@now-gmbh.de

Quellen

[1] Boric, Gabriel (2021) Programa de Gobierno Apruebo Dignidad
[2] Ministerio de Energía (2019) Carbono Neutralidad en el sector energético
[3] Ministerio de Energía, GIZ (2019) Estrategia de descarbonización: retiro y/o reconversión de unidades a carbón
[4] Ministerio de Energía (2015) Energía 2050
[5] Ministerio de Energía (2021) Planificación Energética de Largo Plazo - Demanda Eléctrica
[6] Ministerio de Energía (2021) Energía Abierta: Capacidad instalada
[7] AHK Chile (2021) Einsatz von grünem Wasserstoff zur netzfernen Stromversorgung in Insel- und kleineren Stromnetzen in Chile
[8] ACERA (2021) Estadísticas, Mai 2021
[9] Ministerio de Energía (2021) Informe de seguimiento año 2020: Política Energética de Chile
[10] Ministerio de Energía (2019) Energía Abierta: Reporte Mensual ERNC Julio 2019
[11] Ministerio de Energía (2020) National Green Hydrogen Strategy
[12] Ministerio de Energía (2021) Transporte con hidrógeno
[13] Ministerio de Energía (2021) Guia de Apoyo para Solicitud de Autorización de Proyectos Especiales de Hidrógeno

Autoren:
Annika Schüttler
Christoph Meyer

Im Auftrag des:
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

UMWELTSCHUTZ made in Germany

AHK Deutsch-Chilenische Industrie- und Handelskammer
Cámara Chileno-Alemana de Comercio e Industria