

Ausbaustrategie für netzgebundene Erneuerbare Energien (mit Netzstudie)

Durchgeführt durch das unabhängige, vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) beauftragte Konsortium



2. Evaluierungszyklus 2017-2021 der Internationalen Klimaschutzinitiative (IKI)

Die in dem IKI-Projektevaluierungsbericht vertretenen Auffassungen sind die Meinung unabhängiger Gutachterinnen und Gutachter des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) zur Durchführung von IKI-Einzelprojektevaluierung beauftragten Konsortiums bestehend aus adelphi consult GmbH, arepo consult, CEval GmbH, FAKT Consult for Management, Training and Technologies, und GOPA Gesellschaft für Organisation, Planung und Ausbildung mbH und entsprechen nicht notwendigerweise der Meinung des BMU, der Zukunft - Umwelt - Gesellschaft (ZUG) gGmbH oder der GFA Consulting Group GmbH.

Innerhalb des zur Durchführung von IKI-Einzelprojektevaluierung beauftragten Konsortiums ist sichergestellt, dass keine Firma und keine unabhängigen Gutachterinnen und Gutachter in die Planung und / oder Durchführung des zu evaluierenden Projekts involviert waren und sind.

Ansprechpartner:

Evaluierungsmanagement der Internationalen Klimaschutzinitiative (IKI) - im Auftrag des BMU
GFA Consulting Group GmbH
Internationales Handelszentrum (IHZ) Büro 4.22
Friedrichstr. 95
10117 Berlin

E-mail: info@iki-eval-management.de



INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	1
Projektbeschreibung	1
Ergebnisse der Evaluierung	2
Lessons learned und Empfehlungen	2
SUMMARY	4
Project description	4
Evaluation findings	5
Lessons learned and recommendations	5
1 PROJEKTBSCHREIBUNG	7
1.1 Rahmenbedingungen und Bedarfsanalyse	7
1.2 Interventionsstrategie und/oder Theory of change	7
2 EVALUIERUNGSDESIGN UND METHODOLOGIE	8
2.1 Evaluierungsdesign	8
2.2 Evaluierungsmethodologie	8
2.3 Datenquellen und -qualität	8
3 ERGEBNISSE DER EVALUIERUNG	9
3.1 Relevanz	9
3.2 Effektivität	10
3.3 Effizienz	11
3.4 Impakt	12
3.5 Nachhaltigkeit	13
3.6 Kohärenz, Komplementarität und Koordination	14
3.7 Projektplanung und -steuerung	15
3.8 Zusätzliche Fragen	16
3.9 Ergebnisse der Selbstevaluierung	17
4 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	18
5 ANNEXE	20
5.1 Abkürzungen	20
5.2 Aufstellung der Outcomes/Outputs	21
5.3 Theory of change	22

ZUSAMMENFASSUNG

Projektsignatur		09_I_113_CHL_G_Ausbaustrategie	
Projekttitel		Ausbaustrategie für netzgebundene Erneuerbare Energien (mit Netzstudie)	
Partnerland		Chile	
Durchführungsorganisation		Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH	
Politischer Projektpartner		Ministerio de Energía (MinEnergía), Chile	
Projektbeginn	16.10.2009	Projektende	31.12.2014
Fördervolumen IKI	3.294.459,94 €	Fördervolumen anderer Quellen	500.000,00 €

Projektbeschreibung

Vor Projektbeginn 2008 deckte Chile mehr als 70% seines Primärenergiebedarfs aus fossilen Energieträgern (Erdöl, Gas und Kohle). Parallel zum Wirtschaftswachstum verzeichnete vor allem die Stromnachfrage hohe Wachstumsraten. Bis 2020 sollte sich die Kraftwerksleistung von 13.000 Megawatt (MW) auf 26.000 MW verdoppeln und bis 2030 sogar auf 40.000 MW anwachsen. Wichtigste eigene Ressource ist die Wasserkraft, die knapp 40% des Strombedarfs deckte, jedoch aufgrund von periodischen Trockenheiten und Auswirkungen des Klimawandels (El Niño, La Niña, Abschmelzen der Gletscher) zunehmend als unzuverlässig galt. 60% des Strombedarfs wurden durch importierte fossile Brennstoffe gedeckt. Nicht konventionelle erneuerbare Energien (Energías Renovables No Convencionales, ERNC, erneuerbare Energien ohne Großwasserkraft) hatten Ende 2008 einen Anteil von 2,7% an der Stromerzeugungskapazität. Durch den drastischen Rückgang billiger Erdgaslieferungen aus Argentinien und Preissteigerungen bei Erdöl investierten die privaten Stromkonzerne im deregulierten Stromsektor damals vor allem in den Bau von Kohlekraftwerken. Der prognostizierte Anstieg der Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) durch den Kohleausbau lag allein bei der Stromversorgung bis 2050 um 130%. 2008 lagen die durchschnittlichen Kohlendioxidemissionen in Chile mit 3,9 Tonnen Kohlenstoffdioxid (tCO₂) pro Kopf deutlich über dem Durchschnitt Lateinamerikas (2,6 tCO₂/Kopf). Angesichts starker Wachstumsraten und der hohen Importabhängigkeit im Stromsektor war die Energiesicherheit die zentrale energiepolitische Herausforderung.

Die chilenische Regierung forderte daher eine stärkere Diversifizierung der Energiesysteme und setzte sich mit großem Nachdruck für die verstärkte Nutzung von ERNC ein, und hat 2008 als erstes Land in Lateinamerika per Gesetz einen Portfolio-Standard erlassen, der die Stromerzeuger verpflichtete, ab 2010 zunächst 5% des Stroms aus ERNC einzuspeisen. Eine verbesserte Regulierung und zusätzliche Investitionsanreize haben bei den netzgebundenen ERNC eine dynamische Entwicklung in Gang gesetzt. So waren Ende 2008 bereits Projekte mit mehr als 1.900 MW Leistung zur Umweltverträglichkeitsprüfung angemeldet. Bei Umsetzung aller Projekte entspräche dies einer CO₂-Minderung von etwa 3,5 Millionen (Mio.) t pro Jahr.

Chile verfügt wegen seiner geographischen Lage über erhebliche Potenziale an ERNC. Beim Ausbau der Energiesysteme könnten ERNC aufgrund der verfügbaren Energie- und Flächenpotenziale, der erwarteten Effizienzsteigerungen und Kostensenkungen für die Technologien sowie der erheblichen THG-Minderungspotenziale deutlich höhere Anteile an der Stromversorgung übernehmen als bei den konventionellen Ausbaupfaden. Dem verstärkten Einsatz von ERNC im Strombereich sind jedoch vor allem durch die Netzinfrastruktur enge Grenzen gesetzt. So reichte die damalige Netzstruktur nicht aus, um große Mengen an ERNC-Strom aufzunehmen und aus dem dünnbesiedelten Norden in die großen Verbrauchszentren des Landes zu transportieren.

Um den Ausbau von ERNC-Technologien zu forcieren, mussten politische Weichen gestellt und die notwendigen Veränderungen und Modernisierungen im Bereich der Netzinfrastruktur und Regulierung eingeleitet werden. Im Rahmen dieses Projektes wurden Szenarien für den Ausbau der Stromsysteme und die optimale Einbindung von ERNC analysiert. Anhand unterschiedlicher Ausbauszenarien mit Zeithorizont 2020 und 2030 wurde untersucht, wie sich die Stromsysteme entwickeln, mit welchen strukturellen, ökonomischen und ökologischen Auswirkungen zu rechnen war und welche Risiken für die

Energiesicherheit bestanden. Darüber hinaus wurden Maßnahmen für die verbesserte Systemintegration der ERNC in die Stromsysteme entwickelt und die Entscheidungsgrundlagen für die Umsetzung einer nationalen Strategie für den ERNC-Ausbau geschaffen.

Ergebnisse der Evaluierung

Die Evaluierung hat gezeigt, dass sich der Erfolg des Projektes lässt an mehreren Faktoren festmachen lässt: Ehemalige Vertreter*innen des Implementierungspartners (IP) haben bestätigt, dass in sehr enger Zusammenarbeit mit (IP) (Ministerio de Energía, MinEnergía) gearbeitet wurde, und das Projekt flexibel auf aktuelle politische Fragestellungen reagiert und diese unterstützt hat. Im Gegensatz zu Projekten, die eher punktuelle Unterstützung zu bestimmten Fragestellungen leisten, wurde hier die Institutionalisierung von Kapazitäten im Energiesektor in Chile erreicht. Das Projekt baute auf der Zusammenarbeit zwischen dem IP mit dem Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) seit 2004 auf. Zwischen 2005 und 2009 wurde unter anderem die ERNC-Quote vorangetrieben, und es wurden relevante Daten für den Wind- und Solaratlas für den Norden Chiles gesammelt (Projekt der Internationalen Klimaschutzinitiative (IKI) "Staatliche Liegenschaften für Projekte zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien", 2008-2012).

Zu Projektbeginn 2009 war die Frage des gesellschaftlichen Optimums des ERNC-Ausbaus relevant, insbesondere welche Kosten gerechtfertigt waren. Opposition kam laut dem IP von großen Firmen und Sektorexpert*innen, die aufgrund der damals noch hohen Kosten nicht an das Potenzial und die technische Machbarkeit glaubten. Das MinEnergía forderte deswegen eine Diskussion basierend auf einer soliden Datenbasis. Die im Rahmen des Projektes durchgeführten Studien trugen dazu bei, die optimale Erweiterung der ERNC zu bestimmen. Laut dem IP im MinEnergía war es das erste Mal, dass der Sektor anerkannt hat, dass das Ministerium nicht nur die politische Entscheidungsmacht, sondern auch das notwendige technische Wissen hat, um transformative Veränderungen anzustoßen. Die befragten Vertreter*innen IPs haben bestätigt, dass das Projekt dazu die notwendigen Informationen und Analysemethoden beigetragen hat, wie z.B. Details zu Standorten, Potenzial, Netzausbau und inwieweit der Staat ordnend eingreifen muss, um dieses Potenzial zu nutzen. Da die damalige Regierung im selben Zeitraum wichtige Entscheidungen zum ERNC-Ausbau treffen musste, kamen diese Informationen zu einem guten Zeitpunkt, und konnten direkt genutzt werden.

Lessons learned und Empfehlungen

Empfehlung an das BMU/ die IKI:

Während der Projektlaufzeit gab es zwei Regierungswechsel (2010 und 2014). Im Projektvorschlag wurde ein Risiko formuliert, dass nach dem Regierungswechsel 2010 die neue Regierung den Ausbau der ERNC nicht mit der gleichen Priorität verfolgen könnte wie die Regierung davor. Dieses Risiko ist nicht eingetreten, beide Regierungswechsel hatten jedoch einen Änderungsantrag zur Folge: 2010 aufgrund von Prioritäten- und Zuständigkeitswechseln und einer dadurch entstehenden Verzögerung bei Projektaktivitäten, 2013, um die Projektergebnisse an die neue Regierung zu kommunizieren und die Methoden und Ergebnisse zu institutionalisieren. Beide Regierungswechsel hatten Veränderungen in der Leitungsebene beim IP sowie fast allen relevanten Institutionen im Energiesektor zur Folge. Weiterhin haben sich zahlreiche Personalwechsel (5 verschiedene Energieminister*innen zwischen 2010 und 2014), und die Einarbeitung thematisch unerfahrener Counterparts negativ auf die Effizienz ausgewirkt. Das vorliegende Projekt hat dem in mehrerer Hinsicht entgegengewirkt, so ist zum Beispiel eine über das Projekt systematisch aufgebaute Berater*in und Mitarbeiter*in der Durchführungsorganisation (DO) in den Personalstamm des MinEnergías übergegangen und hat so nachhaltig Wissen und die kontinuierliche Anwendung dieses Wissens gesichert. Politikberatungsprojekte und ähnliche wissensintensive Projekte könnten insbesondere diesen Wissenstransfer und die Sicherstellung der Effektivität und Nachhaltigkeit bereits in der Projektplanung berücksichtigen.

Empfehlungen an die IKI/ die DO:

Das Projekt hat verdeutlicht, dass sich Energiesektoren äußerst dynamisch entwickeln können. Diese Dynamik erfordert, dass vergleichbare Projekte flexibel auf aktuelle technische und politische Schwerpunktsetzungen reagieren. Im vorliegenden Fall wurden beispielsweise kurzfristig die Identifikation und die Kosten von Maßnahmen wie Reservevorhaltung, Speichertechnologien, Leistungsvorhersagen und die kurzfristige Optimierung des Systembetriebs in die Gesamtanalyse einbezogen.

Das chilenische Stromsystem ist durch einige Besonderheiten gekennzeichnet, was die Übertragung von

bewährten Konzepten aus anderen Ländern, insbesondere Deutschland, erschwert hat. Beispiele sind die voneinander getrennten Stromnetze (Sistema Interconectado Central de Chile, SIC und Sistema Interconectado del Norte Grande, SING), sowie die fehlende Verbindung zu den Netzen der Nachbarländer, die langen Stromtransportleitungen, die hydrologischen Schwankungen, die geringe Flexibilität der thermischen Kraftwerke und damit enge Grenzen der Steuerbarkeit. Die Zusammenarbeit mit chilenischen Forschungsinstitutionen hat die Entwicklung von kontextspezifischen Lösungen erlaubt und gleichzeitig zum Wissensaufbau beigetragen. Weiterhin war klar, dass ein Einspeisevergütungsgesetz mit festen Einspeisetarifen wie in Deutschland, in Chile nicht mehrheitsfähig und politisch durchsetzbar wäre. Deshalb war es unerlässlich, objektive und technisch detaillierte Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung zu stellen. Die DO wurde dadurch als verlässlicher Partner angesehen und wurde auch zu anspruchsvollen technischen Detailfragen der Netzintegration variabler ERNC und zu deutschen Erfahrungen angefragt. Langfristiges, konstantes Engagement der DO baut so Vertrauen auf und schafft Offenheit für längerfristige Partnerschaften und Wissenstransfer, auch in sensiblen Themen. Die Internationale Klimaschutzinitiative (IKI) sowie die DO könnte ähnliche technische, kontextspezifische und gesellschaftspolitische Innovationen mithilfe solcher längerfristiger Partnerschaften anstoßen. Ein Grund für die Verzögerungen im Projektverlauf war der stufenweise Aufbau der Studien. Verzögerungen in einer Studie haben daher auch Verzögerungen für Folgestudien verursacht. Das entsprechende Risiko solcher Dominoeffekte sollte in vergleichbaren Projekten bereits in der Projektplanung durch die DO und die IKI berücksichtigt werden.

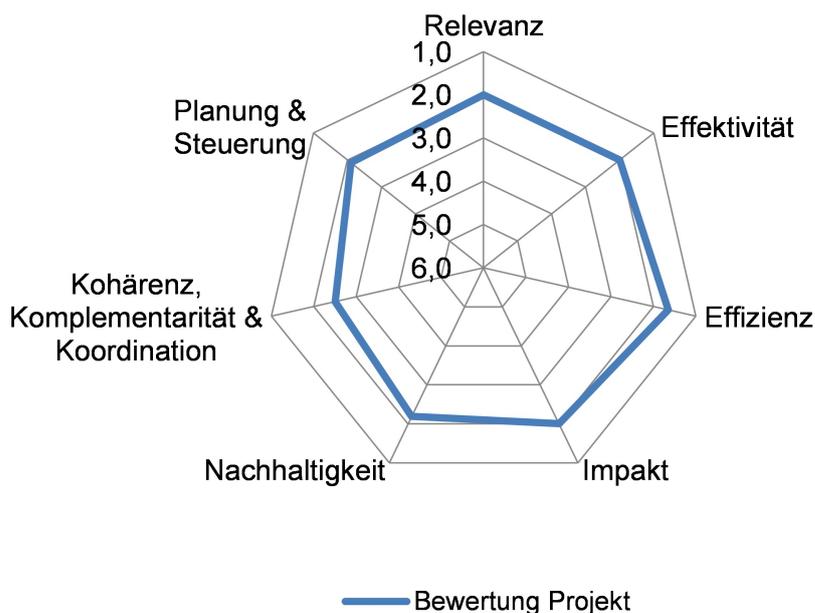


Abbildung 1: Netzdiagramm

SUMMARY

Project number		09_I_113_CHL_G_Ausbaustrategie	
Project name		Expansion Strategy for Grid-Connected Renewables (with Grid Study)	
Country of implementation		Chile	
Implementing agency		Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH	
Political project partner		Ministerio de Energía (MinEnergía), Chile	
Project start	16.10.2009	Project end	31.12.2014
Project IKI budget	€3,294,459.94	Project budget from non-IKI sources	€500,000.00

Project description

Before the start of the project in 2008, Chile covered more than 70% of its primary energy needs from fossil fuels (oil, gas and coal). Parallel to economic growth, demand for electricity in particular recorded high growth rates. By 2020, power plant capacity was expected to double from 13,000 Megawatt (MW) to 26,000 MW, and by 2030 it would even increase to 40,000 MW. The most important national resource is hydropower, which covered almost 40% of the electricity demand, but was increasingly considered unreliable due to periodic droughts and the effects of climate change (El Niño, La Niña, melting of glaciers). 60% of electricity demand was covered by imported fossil fuels. Non-conventional renewable energies (Energía Renovable No Convencional, ERNC, renewable energies excluding large hydropower) accounted for 2.7% of electricity generation capacity at the end of 2008. As a result of the drastic decline in cheap natural gas supplies from Argentina and oil price increases, private power companies in the deregulated electricity sector invested primarily in the construction of coal-fired power plants at the time. The projected increase in greenhouse gas (GHG) emissions due to coal expansion was 130% by 2050 for electricity supply alone. In 2008, average carbon dioxide emissions in Chile were 3.9 tons carbon dioxide (tCO₂) per capita, well above the average for Latin America (2.6 tCO₂ per capita). In view of strong growth rates and the high dependence on imports in the electricity sector, energy security was the central energy policy objective.

The Chilean government therefore called for greater diversification of the energy systems and strongly advocated the increased use of ERNC. In 2008, Chile was the first country in Latin America to enact a portfolio standard by law, obliging electricity producers to initially feed in 5% of the electricity from ERNC from 2010 onwards. Improved regulation and additional investment incentives have triggered a dynamic development in grid-connected ERNCs. At the end of 2008, for example, projects with a capacity of more than 1,900 MW had already been submitted for environmental impact assessment. If all projects were implemented, this would correspond to a CO₂ reduction of around 3.5 million (Mio.) t per year.

Due to its geographical location, Chile has considerable potential for ERNC. When expanding the energy systems, ERNCs could take on a significantly higher share of the power supply than conventional expansion paths due to the available energy and land potentials, the expected efficiency increases and cost reductions for the technologies and the considerable GHG reduction potential. However, the increased use of ERNC in the electricity sector is subject to tight limits, especially due to the network infrastructure. The network structure at the time was not sufficient to absorb large quantities of ERNC electricity and transport it from the sparsely populated north to the country's major centres of consumption.

In order to push ahead with the expansion of ERNC technologies, the political course had to be set and the necessary changes and modernizations in the area of network infrastructure and regulation had to be initiated. Within the framework of this project, scenarios for the expansion of the electricity systems and the optimal integration of ERNC were analysed. Using different expansion scenarios with time horizons of 2020 and 2030, the project investigated how the electricity systems would develop, what structural, economic and ecological effects could be expected and what risks for energy security existed. In addition, measures for the improved system integration of the ERNC into the electricity systems were developed and the decision bases for the implementation of a national strategy for the ERNC expansion were created.

Evaluation findings

The evaluation has shown that the success of the project can be attributed to several factors: Former representatives of the implementing partner (IP) have confirmed that the project has worked in very close cooperation with the IP (the Ministerio de Energía, MinEnergía) and that the project has responded flexibly to and supported current political issues. In contrast to projects that provide more selective support on specific issues, the project has achieved the institutionalisation of capacities in the energy sector in Chile. The project built on the cooperation between the IP and the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) /and the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) since 2004. Between 2005 and 2009, the ERNC quota was promoted, among other things, and relevant data was collected for the wind and solar atlas for northern Chile (Project of the International Climate Initiative (IKI) "State properties for renewable electricity generation projects", 2008-2012).

At the beginning of the project in 2009, the question of the social optimum of the ERNC expansion was relevant, especially which costs were justified. According to the former IP, opposition came from large companies and sector experts who did not believe in the potential and technical feasibility due to the high costs at that time. The MinEnergía therefore called for a discussion based on a solid database. The studies carried out in the course of the project helped to determine the optimal extension of the ERNC. According to the IP in the MinEnergía at the time, it was the first time that the sector recognized that the ministry not only has the political decision-making power but also the necessary technical knowledge to initiate transformative changes. The IPs interviewed confirmed that the project has contributed the necessary information and analytical methods to this end, such as details on locations, potential, network expansion and the extent to which the state must intervene in an orderly manner to exploit this potential. As the government at the time had to make important decisions on the ERNC expansion during the same period, this information came at a good time and could be used directly.

Lessons learned and recommendations

Recommendations for the BMU/ IKI:

During the project period there were two changes of government (2010 and 2014). In the project proposal a risk was formulated that after the change of government in 2010 the new government might not be willing to pursue the expansion of the ERNC with the same priority as the government before. This risk did not materialize, but both changes of government resulted in a request for extension: in 2010 due to changes in priorities and responsibilities and a resulting delay in project activities, in 2013 to communicate the project results to the new government and to institutionalize the methods and results. Both changes of government resulted in changes in the management level of the project partner and almost all relevant institutions in the energy sector. Furthermore, numerous personnel changes (5 different energy ministers between 2010 and 2014), and the incorporation of thematically inexperienced counterparts had a negative impact on efficiency. The present project has counteracted this in several respects. For example, a consultant and employee of the implementing organisation, who was systematically built up through the project, has transferred to the staff of the Ministry of Energy and has thus secured knowledge and the continuous application of this knowledge. Policy consulting projects and similar knowledge-intensive projects could in particular take this knowledge transfer and the securing of effectiveness and sustainability into account as early as the project planning stage.

Recommendations for the IKI/ the implementing organisation:

The project has shown that energy sectors can develop extremely dynamically. This dynamic requires that comparable projects react flexibly to current technical and political priorities. In the present case, for example, the identification and costs of measures such as reserve storage, storage technologies, performance forecasts and the short-term optimisation of system operation were included in the overall analysis.

The Chilean electricity system is characterised by some special features, which has made it difficult to transfer proven concepts from other countries, especially from Germany. Examples are the separated electricity grids (Sistema Interconectado Central de Chile, SIC and Sistema Interconectado del Norte Grande, SING), as well as the lack of connection to the grids of neighbouring countries, the long power transmission lines, the hydrological fluctuations, the low flexibility of the thermal power plants and thus narrow limits of controllability. The cooperation with Chilean research institutions has allowed the development of context-specific solutions and at the same time contributed to knowledge building. Furthermore, it was clear that a feed-in tariff law with fixed feed-in tariffs, as in Germany, would not be able

to gain a majority in Chile and would not be politically feasible. It was therefore essential to provide objective and technically detailed bases for decision-making. The implementing organisation was thus seen as a reliable partner and was also asked about challenging technical details of the grid integration of variable ERNCs and about German experience. Long-term, constant commitment of the implementing organisation thus builds trust and creates openness for long-term partnerships and knowledge transfer, even in sensitive issues. The International Climate Initiative (IKI) and the implementing organization could initiate similar technical, context-specific and socio-political innovations with the help of such long-term partnerships.

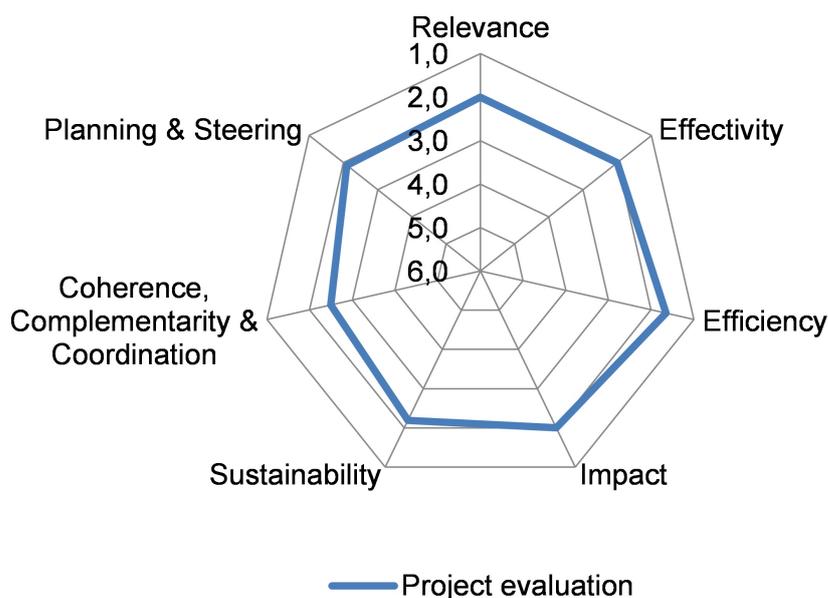


Figure 1: Spider web diagram

1 PROJEKTBE SCHREIBUNG

1.1 Rahmenbedingungen und Bedarfsanalyse

Vor Projektbeginn 2008 deckte Chile mehr als 70% seines Primärenergiebedarfs aus fossilen Energieträgern (Erdöl, Gas und Kohle). Parallel zur wirtschaftlichen Entwicklung verzeichnete vor allem die Stromnachfrage hohe Wachstumsraten. Bis 2020 sollte sich die Kraftwerksleistung von 13.000 Megawatt (MW) auf 26.000 MW verdoppeln und bis 2030 sogar auf 40.000 MW anwachsen. Wichtigste eigene Ressource ist die Wasserkraft, die knapp 40% des Strombedarfs deckte, jedoch aufgrund von periodischen Trockenheiten und der Auswirkungen des Klimawandels (El Niño, La Niña, Abschmelzen der Gletscher) zunehmend als unzuverlässig galt. 60% des Strombedarfs wurden durch importierte fossile Brennstoffe gedeckt. Erneuerbare Energien ohne Großwasserkraft (Energía Renovable No Convencional, ERNC) hatten Ende 2008 einen Anteil von 2,7% an der Stromerzeugungskapazität. Durch den drastischen Rückgang billiger Erdgaslieferungen aus Argentinien und Preissteigerungen bei Erdöl investierten die privaten Stromkonzerne im deregulierten Stromsektor damals vor allem in den Bau von Kohlekraftwerken. Der prognostizierte Anstieg der Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) durch den Kohleausbau lag allein bei der Stromversorgung bis 2050 um 130%. 2008 lagen die durchschnittlichen Kohlendioxidemissionen in Chile mit 3,9 Tonnen Kohlenstoffdioxid (tCO₂) pro Kopf deutlich über dem Durchschnitt Lateinamerikas (2,6 tCO₂/Kopf). Angesichts starker Wachstumsraten und der hohen Importabhängigkeit im Stromsektor war die Energiesicherheit die zentrale energiepolitische Herausforderung. Die chilenische Regierung forderte daher eine stärkere Diversifizierung der Energiesysteme und setzte sich mit großem Nachdruck für die verstärkte Nutzung von ERNC ein, und hat 2008 als erstes Land in Lateinamerika per Gesetz einen Portfolio-Standard erlassen, der die Stromerzeuger verpflichtete, ab 2010 zunächst 5% des Stroms aus ERNC einzuspeisen. Eine verbesserte Regulierung und zusätzliche Investitionsanreize haben bei den netzgebundenen ERNC eine dynamische Entwicklung in Gang gesetzt. So waren Ende 2008 bereits Projekte mit mehr als 1.900 MW Leistung zur Umweltverträglichkeitsprüfung angemeldet. Bei Umsetzung aller Projekte entspräche dies einer CO₂-Minderung von etwa 3,5 Millionen (Mio.) t pro Jahr.

Chile verfügt wegen seiner geographischen Lage über erhebliche Potenziale an ERNC. Beim Ausbau der Energiesysteme könnten ERNC aufgrund der verfügbaren Energie- und Flächenpotenziale, der erwarteten Effizienzsteigerungen und Kostensenkungen für die Technologien sowie der erheblichen THG-Minderungspotenziale deutlich höhere Anteile an der Stromversorgung übernehmen als bei den konventionellen Ausbaupfaden. Dem verstärkten Einsatz von ERNC im Strombereich sind jedoch vor allem durch die Netzinfrastruktur enge Grenzen gesetzt. So reichte die damalige Netzstruktur nicht aus, um große Mengen an ERNC-Strom aufzunehmen und beispielsweise aus dem dünnbesiedelten Norden in die großen Verbrauchszentren des Landes zu transportieren. Um den Ausbau von ERNC-Technologien zu forcieren, mussten politische Weichen gestellt und die notwendigen Veränderungen und Modernisierungen im Bereich der Netzinfrastruktur und Regulierung eingeleitet werden.

1.2 Interventionsstrategie und/oder Theory of change

Das Projekt umfasst ein Outcome und drei Outputs. Das Outcome war die Entwicklung einer mittel- und langfristigen Strategie für den Ausbau der erneuerbaren Energien in den Stromverbundsystemen in Übereinstimmung mit den energiepolitischen Zielsetzungen Energiesicherheit, ökonomische Effizienz und Nachhaltigkeit, sowie die Vorbereitung von Regulierungsvorschlägen zur Umsetzung der Strategie. Der erste Output war die Analyse verschiedener Ausbauszenarien in Bezug auf die Netzkapazitäten sowie die Kosten der erforderlichen Anpassungen und Netzerweiterungen für den optimalen Ausbau der Stromsysteme und die verbesserte Einbindung der Erneuerbaren Energien. Der zweite Output war die Untersuchung der Umweltverträglichkeit und der Klimawirkungen verschiedener Szenarien für den Ausbau der elektrischen Systeme und der erneuerbaren Energien. Der dritte Output war die Untersuchung der Auswirkungen verschiedener Ausbauszenarien auf die Diversifizierung des Energiemix und die Energiesicherheit unter Berücksichtigung von physischen Versorgungsrisiken und von Risiken durch Energiepreisentwicklungen und Preissprüngen bei fossilen Energieträgern.

2 EVALUIERUNGSDESIGN UND METHODOLOGIE

2.1 Evaluierungsdesign

Die Evaluierung dieses Einzelprojektes ist eine ex-Post Evaluierung 5 Jahre nach Projektende und folgt dem standardisierten Evaluierungsdesign der IKI-Einzelprojektevaluierung (IKI EPE). Im Mittelpunkt der Evaluierung steht das Ziel, eine einheitliche Bewertung aller Projekte durchzuführen, um Aussagen sowohl über das Gesamtprogramm der IKI als auch über die individuellen Projekte treffen zu können.

Hierfür wurde ein Standard-Bewertungsschema durch das Evaluierungsmanagement (EM) der IKI entwickelt, welches die Vergleichbarkeit der Ergebnisse gewährleisten soll, ergänzt durch die Analyse der Evaluator*innen. Der Bewertungsrahmen basiert auf den Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) Development Assistance Committee (DAC) Kriterien. Auf der Basis dieses einheitlichen Schemas, können die Projekte gemäß der Indikatoren Relevanz, Effektivität, Effizienz, Impact, Nachhaltigkeit, Kohärenz, Komplementarität und Koordination sowie Projektplanung und -steuerung beurteilt werden.

Die Bewertungen für den vorliegenden Evaluierungsbericht werden mittels Schulnoten von 1 (sehr gut) bis 6 (ungenügend) vergeben und auf die jeweiligen Leitfragen und zugeordneten Teilaspekte bezogen.

Generell wird in diesem Evaluierungsbericht die gendergerechte Sprache mit der Schreibweise „-*innen“ verwendet. Hierbei wird für die verbesserte Lesbarkeit die feminine Form, z.B. „die Vertreter*in“, angewandt und umschließt alle Geschlechter. Bei Textstellen, bei denen der/die Autor*in des Evaluierungsberichts genannt wird, wird die Form „die Evaluator*in“ angewandt.

2.2 Evaluierungsmethodologie

Methodisch wurde bei der vorliegenden Evaluierung zunächst die Projektdokumentation herangezogen, auf deren Basis sich weiterführende Fragestellungen ergaben. Für die vorliegende Vor-Ort-Evaluierung wurden semi-strukturierte Interviews mit Vertreter*innen der Durchführungsorganisation (DO) und dem Implementierungspartner (IP), weiteren Subunternehmern (SU) und Zielgruppenvertreter*innen durchgeführt.

Außerdem wurde eine individuelle Literaturrecherche v.a. zu den Kriterien Relevanz (Kapitel 3.1.) und Kohärenz, Komplementarität und Koordination (Kapitel 3.6.) durchgeführt.

2.3 Datenquellen und -qualität

Die jeweiligen IKI Monitoring and Evaluation (M&E) Hinweise bzw. IKI-Förderinformationen der wurden je nach Jahr der Beantragung- bzw. Durchführung mit einbezogen.

Die Datenqualität (Projektdokumentation, Interviews, Vor-Ort-Evaluierung, weitere Quellen) wird von der Evaluator*in folgendermaßen beurteilt: Die Projektdokumentation war vollständig, den IKI-M&E-Hinweisen entsprechend, und ausreichend detailliert. Die wichtigsten Projektoutputs sind auf den Webseiten der IP öffentlich zugänglich, alle Projektoutputs wurden der Evaluator*in von der DO zur Verfügung gestellt. Auch 5 Jahre nach Abschluss des Projektes standen alle gewünschten Interviewpartner*innen zur Verfügung, obwohl sie teilweise nicht mehr für die DO, IP oder SU arbeiten. Da die DO noch mehrere Nachfolgeprojekte mit demselben IP und Personen durchführt, konnten Aktivitäten von den Interviewpartner*innen teilweise nicht zugeordnet werden. Dies ließ sich jedoch mithilfe von Datentriangulation und Rücksprache mit der DO lösen.

3 ERGEBNISSE DER EVALUIERUNG

3.1 Relevanz

Kriterium	Leitfrage	Gewichtung	Benotung
Relevanz	1.1 Grad des Projektbeitrages zu den Programmzielen der IKI	60 %	2,0
	1.2 Relevanz des Projekts für Erreichung der Klimaziele des Landes	25 %	2,0
	1.3 Relevanz des Projekts für die Zielgruppe	15 %	2,0
Gesamtnote der Relevanz			2,0

LF1.1: Zu Projektbeginn hat Chile mehr als 70% seines Primärenergiebedarfs aus fossilen Energieträgern in Form von Erdöl, Gas und Kohle gedeckt. Parallel zur wirtschaftlichen Entwicklung verzeichnete vor allem die Stromnachfrage hohe Wachstumsraten. Schon vor Projektbeginn wurde das Gesetz für ERNC "Ley 20.257" auf den Weg gebracht, das seit 1. Januar 2010 die Stromerzeuger verpflichtet, jährlich 5% der Stromlieferungen aus ERNC bereitzustellen. Das Gesetz sah eine jährliche Anhebung der Quote auf 10% bis 2024 vor. 2011 wurden geschätzte 835.000 tCO₂ eingespart. Im Projektverlauf zwischen 2010 und 2014 wurde die Quote für ERNC von 5% auf 6% erhöht. Zugleich ist die Stromnachfrage stark gestiegen. Die eingespeiste jährliche ERNC-Strommenge hat sich fast verfünffacht. Wäre diese Strommenge durch konventionelle Energieträger erzeugt worden, entspräche dies CO₂-Emissionen von etwa 1,9 Millionen Tonnen Kohlenstoffdioxid Äquivalente (tCO₂eq) (Carga del Sistema Interconectado Central, CDEC-SIC und Ministerio de Energía, MinEnergía). Diese rechnerische Einsparung liegt zum Teil am Wassermangel und dem dadurch verursachten CO₂-haltigeren Energiemix, zeigt aber, dass die deutlich stärkere Nutzung von ERNC einen signifikanten Beitrag zur Einsparung von CO₂-Emissionen geleistet hat. Das Projekt hat durch die Ausschreibung von Studien, die Schaffung einer detaillierten und robusten Datengrundlage sowie durch Politikberatung zu der oben beschriebenen Entwicklung beigetragen. Wie hoch der Projektbeitrag zu dieser Entwicklung ist, lässt sich nicht exakt quantifizieren. Die Projektaktivitäten, -outputs und -outcomes (Details siehe Kapitel zur Effektivität) werden von der Evaluator*in aber als wichtige Faktoren für die Förderung der ERNC und die damit verbundenen, signifikanten CO₂-Emissionseinsparungen bewertet. Der Beitrag des Projekts besteht hierbei in der Ausschreibung von Studien, in der Schaffung einer detaillierten und robusten Datengrundlage, und in der Politikberatung. Somit trug das Projekt vor allem zu den IKI-Programmzielen "Erneuerbare Energien" und "Minderung von Treibhausgasen" bei.

LF1.2: Das Projekt ist sehr relevant für die Erreichung der chilenischen Klimaziele. Die im Projektvorschlag genannten Potenziale wurden im Laufe des Projektes und bis zum Zeitpunkt Evaluierung weitestgehend ausgeschöpft. So wurde z.B. basierend auf den Projektoutputs in Zusammenarbeit mit dem MinEnergía (2010 gegründet, ersetzte die Comisión Nacional de Energía, CNE als direkten IP) ein Maßnahmenkatalog abgeleitet, welcher den weiteren Ausbau und die Integration erneuerbarer Energien in die chilenischen Stromnetze ermöglicht und beschleunigt hat. Die umfassende Analyse und robuste Datenbasis hat zum öffentlichen Diskurs, und zu einer mehrheits- und handlungsfähigen Politik beigetragen. Durch den Ausbau der ERNC hat das Projekt indirekt und langfristig zu den Klimazielen des Landes beigetragen, z.B. zum Kohleausstieg. Als besonders wichtige Elemente des oben genannten Maßnahmenkatalogs sind regulatorische Anpassungen, die einen flexibleren Netzbetrieb ermöglichen und den erneuerbaren Energien gleiche Wettbewerbsbedingungen einräumen, zu nennen. Der Maßnahmenkatalog floss in die Entwicklung der Energieagenda 2014 ein, die einen konkreten Arbeitsplan für die Legislaturperiode 2014-2018 festschrieb. Darüber hinaus bildeten sowohl die erarbeitete Methodik als auch die Projektergebnisse für das MinEnergía die Grundlage für die Entwicklung einer langfristigen Energiestrategie bis 2050.

Das vorliegende zweite IKI-Projekt der DO in Chile stellte die Basis für nachfolgende IKI-Projekte sowie für eine mittel- und langfristige Energieplanung und einer Ausweitung des Stromnetzes in Chile dar. Die Zusammenarbeit mit dem MinEnergía im Rahmen des ersten IKI-Projektes ("Staatliche Liegenschaften für Projekte zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien", 2008-2011, Evaluierungsbericht vorhanden) hat gezeigt, dass viel Basisarbeit notwendig ist (solide wissenschaftliche Datenbasis, Datenverifikation, ausgearbeitete Strategien, aufgearbeitete Erfahrung aus Deutschland, Einspeisungsmöglichkeiten, etc.) um die relevanten Akteure vom konkreten Potenzial der ERNC in Chile zu überzeugen. Basierend auf meteorologischen und GIS-Modellen, und Szenarioanalysen wurde eine Expansionsstrategie entwickelt, die Energieeffizienz, Versorgungssicherheit und ökologische Nachhaltigkeitskriterien beinhaltet. Diese umfassende Analyse des chilenischen Stromsektors hat dazu beigetragen, dass die Opposition gegenüber

dem Ausbau der ERNC (hauptsächlich große Unternehmen sowie Sektorexpert*innen), überzeugt werden konnte, dass der Ausbau technisch (z.B. der Anteil von ERNC in Netzen) und politisch (Entwicklung von Gesetzen und Regularien) möglich ist.

LF1.3: Hauptzielgruppe laut DO waren die Entscheidungsträger*innen des Energiesektors, darunter die staatlichen Institutionen des Stromsektors: CNE, die 2010 durch das neugegründete MinEnergía ersetzt wurde; die zentralen Koordinationsstellen für den Netz- und Systembetrieb (Centro de Despacho Económico de Carga CDEC-SING, CDEC SIC); die Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC); das 2009 gegründete Zentrum für Erneuerbare Energien (Centro de Energías Renovables, CER, seit 2014 Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables, CIFES), das 2010 gegründete Umweltministerium (Ministerio del Medio Ambiente, MMA) sowie die nachgeordneten Behörden auf regionaler Ebene; Abgeordnetenhaus, Senat, parlamentarische Energiekommissionen; der Verband der Energieversorgungsunternehmen, Unternehmen der Stromwirtschaft, Beratungsunternehmen und Universitäten; Verbände und zivilgesellschaftliche Organisationen aus den Bereichen Umwelt und Energie. Da eine der zentralen energiepolitischen Herausforderungen Chiles angesichts starker Wachstumsraten und Importabhängigkeit von fossilen Energieträger die Energiesicherheit war, setzte sich die Regierung mit Nachdruck für eine Diversifizierung der Energiesysteme und die Nutzung von ERNC ein. Seit 2008 durch die Vorgabe einer ERNC-Quote. Ausdrückliches Ziel der Regierung war es, dass die Untersuchung zukünftiger Ausbauszenarien durch wissenschaftliche Studien und Analysen die öffentliche Diskussion objektivieren und die Grundlagen für politische Weichenstellungen liefern sollte. Daher können die Projektaktivitäten, -outputs und outcomes als in hohem Maße relevant bewertet werden. Hauptzielsetzung der Regierung war die Minimierung der gesamtwirtschaftlichen Kosten und die Versorgungssicherheit. Das MinEnergía hat hauptsächlich eine marktordnende Rolle.

Laut Projektvorschlag war die Hauptzielgruppe die Stromverbraucher in privaten und öffentlichen Haushalten, im Dienstleistungssektor, in Handel und Industrie und im Transportsektor. Auch für diese Zielgruppen werden die Projektaktivitäten als bedarfsorientiert eingestuft. So wurde beispielsweise nach Projektende unter anderem basierend auf Projektergebnissen ein Gesetz zum Net-Billing verabschiedet, das Vergütung und Einspeisung von Strom auf der Niederspannungsebene (kleine dezentrale Stromerzeuger) regelt. Kleine dezentrale Stromerzeuger und Privathaushalte mit einer Photovoltaikanlage (PV) können dezentral Strom erzeugen und die Einspeisung in das Stromnetz mit den bezogenen Strommengen verrechnen.

3.2 Effektivität

Kriterium	Leitfrage	Gewichtung	Benotung
Effektivität	2.1 Realistische Outcomes aus heutiger Sicht	-	2,0
	2.2 Grad der Erreichung der Outcomes	50 %	2,0
	2.3 Grad der Erreichung der Outputs	50 %	2,0
Gesamtnote Effektivität			2,0

LF2.1: Das Projekt hatte ein Outcome: Entwicklung einer mittel- und langfristigen Strategie für den Ausbau der erneuerbaren Energien in den Stromverbundsystemen in Übereinstimmung mit den energiepolitischen Zielsetzungen Energiesicherheit, ökonomische Effizienz und Nachhaltigkeit, sowie die Vorbereitung von Regulierungsvorschlägen zur Umsetzung der Strategie.

Das Outcome wird aus heutiger Sicht realistisch eingestuft. Das Potenzial der ERNC war bereits bekannt, und es konnte auf deutschen Erfahrungen aufgebaut werden.

LF2.2: LF2.2: Das Outcome wurde durch das Projekt erreicht. 2012 hat die Regierung eine nationale Energiestrategie veröffentlicht, geplante Maßnahmen zur Erhöhung des ERNC-Anteils waren öffentliche Ausschreibungen, Aufbau einer Georeferenz-Plattform zur Bestimmung der ökonomischen Potenziale, Ausbau finanzieller Anreizmechanismen wie Kreditlinien und Garantien, die Entwicklung technologiespezifischer Strategien, der Ausbau der Großwasserkraft sowie die Verbesserung des Stromnetzes. Es herrschten allerdings Einwände zu den technischen Einschränkungen eines ambitionierten Ausbaus, und Uneinigkeit über die Anreizmechanismen. Klar war lediglich, dass eine Einspeisevergütung mit festen Tarifen angesichts der hohen Strompreise nicht notwendig war. Aufgrund der vielen Personalwechsel und der Wahlen 2013 hat die Energiestrategie jedoch nicht zu einer konsensfähigen Umsetzungsstrategie für den ERNC-Ausbau geführt. 2014 hat das MinEnergía unter neuer

Regierung eine langfristige Energiestrategie bis 2050 in einem partizipativen Prozess erarbeitet. Die Frage nach der Rolle von ERNC war dabei von entscheidender Bedeutung. Das vorliegende Projekt lieferte dazu sowohl die methodischen als auch technischen Grundlagen für die Entwicklung einer nachhaltigen Energiestrategie Chiles. Zum einen wurden die im Projekt entwickelten Modelle und Verfahren dem MinEnergía als wichtige Werkzeuge bereitgestellt und von der Universidad de Chile (als Politikberater) im Auftrag des MinEnergías weiterentwickelt und -verwendet. Zudem leiten die Schlussfolgerungen der Analysen ab, welche Themen für die Erreichung einer relevanten Ausweitung der ERNC entscheidend sind und politisches und/oder regulatorisches Handeln erfordern. Zur Erleichterung dieser Diskussionen liefern die Projektergebnisse objektive, fundierte, technisch-wirtschaftliche Entscheidungsgrundlagen. Dazu wurden die Auswirkungen verschiedener Szenarien auf die energiepolitischen Dimensionen Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit und Nachhaltigkeit detailliert dargestellt.

LF2.3: Das Projekt umfasste drei Outputs: □□ Output: Analyse verschiedener Ausbauszenarien in Bezug auf die Netzkapazitäten sowie die Kosten der erforderlichen Anpassungen und Netzerweiterungen für den optimalen Ausbau der Stromsysteme und die verbesserte Einbindung der Erneuerbaren Energien. Folgende Indikatoren wurden definiert: 1) Bis 09/2013 liegen die Entscheidungsgrundlagen für eine konsensfähige nationale Strategie mit Zeithorizont 2020 und 2030 für den Ausbau der netzgebundenen erneuerbaren Energien in den regulierten Stromsystemen vor. 2) Bis 09/2012 sind die Kataster über die verfügbaren erneuerbaren Energien im Bereich der regulierten Stromsysteme (umfasst die Verbundsysteme SING und SIC sowie die Inselformen in den Regionen Aysén und Magallanes und Osterinsel) vervollständigt und aktualisiert. Soweit erforderlich wurden ergänzende Messungen an ausgewählten Standorten begonnen. 3) Bis 08/2013 sind die Kosten verschiedener Ausbauszenarien einschließlich Netzausbau sowie die technischen Anforderungen zur verbesserten Systemintegration erneuerbarer Energien analysiert.

Output 2: Untersuchung der Umweltverträglichkeit und der Klimawirkungen verschiedener Szenarien für den Ausbau der elektrischen Systeme und der erneuerbaren Energien. Folgender Indikator wurde definiert: Bis 06/2013 liegen Untersuchungen und Analysen der Umweltverträglichkeit und Klimawirkung für unterschiedliche Ausbauszenarien der Stromsysteme und der netzgebundenen erneuerbaren Energien vor.

Output 3: Untersuchung der Auswirkungen verschiedener Ausbauszenarien auf die Diversifizierung des Energiemix und die Energiesicherheit unter Berücksichtigung von physischen Versorgungsrisiken und von Risiken durch Energiepreisentwicklungen und Preissprüngen bei fossilen Energieträgern. Folgender Indikator wurde definiert: Bis 06/2013 sind die technischen und wirtschaftlichen Versorgungsrisiken (Energiepreissteigerungen, Preisschocks, Versorgungssengpässe) verschiedener Ausbauszenarien analysiert.

Output 1 und 3 wurden vollständig erreicht. Für Output 2 wurde eine Studie zu gesundheitlichen und volkswirtschaftlichen Auswirkungen von Schadstoffemissionen nur für das Gebiet des SING durchgeführt. Die Studie ergab keine signifikanten lokalen Auswirkungen, was auf die geringe Bevölkerungsdichte, die geringe landwirtschaftliche Aktivität und die Entfernung zwischen Kraftwerken und urbanen Zentren zurückgeführt wurde. Im Gebiet des SIC herrschen exakt gegenteilige Bedingungen vor, lokale Auswirkungen waren und sind deshalb sichtbar. Diese konnten jedoch aus Budget- und Kostengründen nicht wie geplant untersucht und quantifiziert werden. Weiterhin konnten die Auswirkungen lokaler Schadstoffemissionen auf die Landwirtschaft nicht wie geplant evaluiert werden, da keine Daten zur Verfügung standen.

3.3 Effizienz

Kriterium	Leitfrage	Gewichtung	Benotung
Effizienz	3.1 Grad der Angemessenheit des eingesetzten Aufwandes im Vergleich mit dem Referenzrahmen	40 %	2,0
	3.2 Grad der Notwendigkeit des eingesetzten Aufwandes für die Erreichung der Projektziele	25 %	2,0
	3.3 Grad der tatsächlichen Verwendung der Projektleistungen (z.B. Kapazitäten, Wissen, Ausrüstung)	35 %	1,0
Gesamtnote Effizienz			1,7

LF3.1: Da es sich um ein Politikberatungsprojekt handelt, ist die Reduktion der THG-Emissionen nicht exakt

quantifizierbar. Weil der Beitrag des Projekts zum nationalen Ausbau der ERNC und den damit verbundenen CO₂-Einsparungen allerdings als signifikant eingestuft wird (siehe Kapitel zur Relevanz und Effektivität) erscheint der erbrachte Aufwand als angemessen.

Aufgrund der großen Opposition gegenüber dem Ausbau der Erneuerbaren Energien und einem detaillierten Datenbedarf, wurde in Interviews deutlich, dass ohne die Unterstützung des Projekts dieser Prozess einige Jahre länger gedauert hätte.

LF3.2: Alle durchgeführten Aktivitäten waren erforderlich für die Zielerreichung. Zahlreiche Personalwechsel im MinEnergía und des Zentrums für Erneuerbare Energien (CER/CIFES) etc. hatten einen erhöhten Aufwand zur Folge, da diese in der Thematik neuen Personen erst eingearbeitet werden mussten.

LF3.3: Der im Projekt entwickelte Maßnahmenkatalog floss in die Entwicklung einer von der neuen Regierung 2014 erstellten Energieagenda ein, die vom Energieminister kurz nach seinem Amtsantritt veröffentlicht wurde und einen konkreten Arbeitsplan für seine Legislaturperiode festschreibt. Darüber hinaus bildeten die im Projekt entwickelte Methodik und Projektergebnisse die Grundlage für die Entwicklung einer langfristigen Energiestrategie bis 2050. Im MinEnergía werden Methoden und Ergebnisse noch für PELP genutzt.

3.4 Impact

Kriterium	Leitfrage	Gewichtung	Benotung
Impact	4.1 Grad der Erreichung qualitativer und quantitativer klimarelevanter Wirkungen	60 %	2,0
	4.2 Grad der Erzielung nicht intendierter relevanter Wirkungen	20 %	3,0
	4.3 Grad der Erreichung von Scaling-Up / Replikation / Multiplikatorenwirkungen hinsichtlich der Verbreitung der Ergebnisse	20 %	1,0
Gesamtnote Impact			2,0

LF4.1: Über die Outcomeebene hinausgehend trug das Projekt in erwartungsübertreffendem Maße zur (potentiellen) CO₂-Minderung bei. Der Ausbau der ERNC erfolgte rascher und in größerem Umfang als erwartet, vor allem ab 2013 im Bereich der Solarenergie. Dies ist unter anderem auf globale Technologiekostensenkungen, vor allem bei der PV und der erfolgreichen Umsetzung von ERNC-Projekten im freien Wettbewerb zurückzuführen. Die CNE veröffentlicht monatlich Daten zur Einspeisung und zur Erfüllung der ERNC-Quote. Allerdings hat laut CNE auch die Nutzung fossiler Energieträger zugenommen. Dies lag an der Nachfragesteigerung im Stromsektor sowie der Erneuerung alter Stromverträge, die nicht der Quote unterliegen, sowie an der aus dem Klimawandel resultierenden andauernden Trockenheit und dem daraus folgenden Rückgang der Wasserkraft. 2013 wurde das Ley 20.257 novelliert (Ley 20.698): der Beitrag der ERNC wurde auf 20% bis 2025 erhöht, und die Ausschreibung von Stromblöcken eingeräumt, sollte der Markt die Quote nicht eigenständig erfüllen. 2017 wurden die beiden Verbundnetze SIC und SING verbunden, was eine bessere Nutzung der hohen ERNC-Potenziale im Norden des Landes zulässt. Weiterhin sind die Projektergebnisse in die Entwicklung der chilenischen Intended Nationally Determined Contributions (INDC) für die Klimaverhandlungen 2015 eingeflossen.

Als sozioökonomische Wirkung nennt der Projektvorschlag vor allem keine Erhöhung der Strompreise für Haushalte und Wirtschaft, sowie positive Beschäftigungseffekte in den Bereichen Technologie, Planung, Genehmigung, Implementierung, Finanzierung, Service etc. Dies wurde aber nicht priorisiert, keine speziellen Aktivitäten dazu geplant und auch keine Daten dazu erhoben, die Wirkungshypothesen können somit im Rahmen der Evaluierung nicht überprüft werden. Laut der Internationalen Energieagentur (International Energy Agency, IEA) sind die Strompreise seit 2009 bis auf kleinere Rückgänge 2012/2013 und 2015 stetig gestiegen. Das chilenische Statistikinstitut (Instituto Nacional de Estadísticas, INE) rechnet Energiekosten den Basisdienstleistungen zu, auch hier sind die Preise bis auf einen leichten Rückgang 2012 stetig angestiegen. Da der Zugang zu ERNC für Privathaushalte (für Eigenbedarf und zur Einspeisung) schwierig geblieben war, wurde dies als Ziel des IKI-Nachfolgeprojekt „Solarenergie zum Eigenbedarf“ aufgenommen. Das MinEnergía sieht seine Rolle als rein marktordnend an, unterstützt aber mittlerweile andere Ministerien in der Ausschreibung von subventionierten Energieprogrammen (z.B. Landwirtschafts-, Gesundheits-, Sozialministerium), was eine höhere Qualität der installierten Anlagen und

niedrigere Preise zur Folge hat.

LF4.2: Ein stärkeres Bewusstsein im Energiesektor kann als positive, nicht-intendierte relevante Wirkung durch das Projekt angesehen werden. Negative, nicht-intendierte relevante Wirkungen konnten durch die Evaluierung nicht ausgemacht werden.

LF4.3: Der hydrologische Atlas wird im Rahmen eines Abkommens zwischen MinEnergía und dem Departamento de Geofísica (DGF) der Universidad de Chile auf andere Regionen ausgeweitet. Alle anderen Analysen und Modelle erfolgten auf nationaler Ebene. Noch während der Projektlaufzeit hat die DO in Mexiko Potenzialanalysen für erneuerbare Technologien nach chilenischem Vorbild entwickelt.

3.5 Nachhaltigkeit

Kriterium	Leitfrage	Gewichtung	Benotung
Nachhaltigkeit	5.1 Grad der Nachweisbarkeit der Projektwirkungen über das Projektende hinaus	25 %	2,0
	5.2 Grad der Fähigkeiten zur Fortführung und zum Erhalt der positiven Projektergebnisse durch nationale politische Träger, Partner und Zielgruppen nach Projektende	30 %	2,0
	5.3 Grad der Weiterführung der Beiträge des Projekts durch nationale Träger/Partner/Zielgruppen und/oder Dritten nach Projektende mit eigenen Mitteln	20 %	2,0
	5.4 Grad der ökologischen, sozialen, politischen und ökonomischen Stabilität im Projektumfeld	25 %	2,8
Gesamtnote Nachhaltigkeit			2,2

LF5.1: Der im Projekt entwickelte Maßnahmenkatalog floss in die Entwicklung einer von der neuen Regierung 2014 erstellten Energieagenda ein, die vom Energieminister kurz nach seinem Amtsantritt veröffentlicht wurde und einen konkreten Arbeitsplan für seine Legislaturperiode festschrieb. Darüber hinaus bildeten die im Projekt entwickelte Methodik und Projektergebnisse die Grundlage für die Entwicklung einer langfristigen Energiestrategie bis 2050. Weiterhin haben auch die Projektergebnisse dazu beigetragen, dass auf Druck von neu entstandenen Branchenverbänden, zivilgesellschaftlichen Organisationen und Parlamentariergruppen die Quote für die ERNC der Energiegesetzgebung von 10% 2024 auf 20% für das Jahr 2025 erhöht wurde. Der vorherige Präsident Piñera hatte schon 2010 angekündigt, die Quote auf 20% bis 2020 zu erhöhen. Dies wurde von einer Expert*innenkommission 2011 bestätigt, ein Gesetzesentwurf wurde von derselben Regierung jedoch nicht verabschiedet. Die Parameter aus dem Windatlas wie installierbare Leistung, Stromerträge und Infrastrukturdaten wurden in die Energieszenarioanalysen und die Netzausbauplanung übernommen und werden noch 2020 vom MinEnergía für PELP benutzt, und aktualisiert. Der hydrologische Atlas zur Bestimmung des Wasserkraftpotenzials für eine Modellregion wurde vom MinEnergía mit eigenen Mitteln erweitert. Das vom Projekt entwickelte räumliche Analysemodell wurde vom MinEnergía für die Auswahl geeigneter Standorte zur Ausschreibung neuer Windparks auf staatlichen Flächen sowie zur Vorbereitung einer Ausschreibung für ein solarthermisches Kraftwerk genutzt. Weiterhin hat sich im Energiesektor ein stärkeres Bewusstsein für die Notwendigkeit zur Untersuchung und Diskussion der drängenden Fragen zur Netz- und Marktintegration von ERNC an der Stromversorgung gebildet. Die Methodik und die Ergebnisse der im Projekt durchgeführten Potenzialuntersuchungen wurden in einer Buchveröffentlichung aufgearbeitet. Alle Messdaten stehen öffentlich auf der Homepage des MinEnergías zur Verfügung. Die Marktstudie von CNE und der DO aus dem Vorgängerprojekt (CNE und Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) heute GIZ) wird viel zitiert, z.B. von der Inter-American Development Bank (IDB). Das Projekt war für die DO ein Türöffner in den chilenischen Energiesektor, und hat durch die erarbeitete solide Datenbasis Vertrauen geschaffen. Die Projektergebnisse wurden 2014 in der folgenden Buchveröffentlichung zusammengefasst: Ministerio de Energía / GIZ (2014): „Energías renovables en Chile. El potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chile.“ Auch diese ist viel zitiert, z.B. 2018 von der IEA. Die International Renewable Energy Agency (IRENA), deren Gründung Chile mit unterstützt hat, bezeichnete den Windatlas als eine der im internationalen Maßstab besten Arbeiten und Datenbanken.

LF5.2: Eine im Rahmen des Projektes gegründete Arbeitsgruppe aus Vertreter*innen des Ministeriums und

dem DGF als SU hat auch nach Projektende noch zu anderen Fragestellungen zusammengearbeitet. Die GIS-Expertin wurde durch das Ministerium übernommen und führt dort noch zum Zeitpunkt der Evaluierung die langfristige Energieplanung durch. Das DGF führt weiterhin Studien für die DO sowie eigenständig für das Ministerium durch. Über das im Jahr 2014 begonnene Projekt der Deutschen Klima- und Technologieinitiative (DKTI) "Förderung der Solarenergie in Chile" werden im Zusammenhang mit der Komponente Netzintegration die Umsetzung der Ergebnisse des vorliegenden Projekts weiterhin gefördert.

LF5.3: Der im Projekt weiter entwickelte Windatlas fand auch nach Projektende praktische Anwendung bei der Prospektion von Standorten für Windparks und wurde schon häufig von Projektentwicklern genutzt. Die Solardaten werden ebenso vom Privatsektor nachgefragt und genutzt. Das MinEnergía hat 2012 mit eigenen Haushaltsmitteln den Betrieb aller eingerichteten Solarmessstationen übernommen. Die Solardaten dienen als Potenzialindikator für solarthermische Kraftwerke und konnten somit im IKI-Nachfolgeprojekt "Solarenergie zum Eigenbedarf" und dem DKTI-Projekt "Förderung großer Solarenergie" genutzt werden. Der hydrologische Atlas wird im Rahmen eines Abkommens zwischen MinEnergía und DGF auf andere Regionen ausgeweitet.

LF5.4: Wasserknappheit und Tsunamis wurden vom Projekt als ökologische Risiken identifiziert und in den Potenzialanalysen und dem räumlichen Analysemodell berücksichtigt. Soziale Risiken bestehen durch langjährige soziale Proteste, die zu einer geringeren Beschlussfähigkeit der Regierung führen könnten. Generell ist in der Bevölkerung ein Interesse an nachhaltigeren Energieformen und an deren Beteiligung vorhanden. Zum Beispiel gab es großen Widerstand in der Bevölkerung gegen große Wasserkraft, und Kohlekraftwerke. Möglicher Widerstand könnte gegen nicht sozialverträglich durchgeführte Projekte, z.B. große Wind- und Solarprojekte oder steigende Energiepreise aufkommen. Politische Risiken bestehen bei jedem Regierungswechsel, dies wirkt sich aufgrund der Wichtigkeit des Themas und der Gesetzeslage mehr auf Effizienzen, zum Beispiel bei der Einarbeitung von Personal und der Ausarbeitung neuer Regularien aus. In der Projektplanung wurde darauf verwiesen, und früh eine Verlängerung beantragt, um Wissenstransfer zu leisten. Die Kosten der ERNC sind schneller gesunken als erwartet, sinken weiter und werden damit immer rentabler. Parallel zum allgemeinen Strom- und Energieverbrauch in Chile ist auch der Import von Kohle und der Verbrauch von fossilen Energieträgern bis auf leichte Rückgänge 2009 und 2014 stetig angestiegen, ebenso wie die CO₂-Emissionen, und die CO₂-Intensität. Der Anteil der ERNC sinkt seit 2013 wieder.

3.6 Kohärenz, Komplementarität und Koordination

Kriterium	Leitfrage	Gewichtung	Benotung
Kohärenz, Komplementarität und Koordination	6.1 Grad der Kohärenz und Komplementarität des Projektes zu den Vorhaben anderer Geber (inkl. Anderer Bundesressorts) und des Partnerlandes	50 %	3,0
	6.2 Grad der Angemessenheit der ausgewählten Kooperationsformen während der Projektdurchführung für die Sicherstellung einer ausreichenden Koordination mit anderen Gebern und deutschen Ressorts	25 %	2,0
	6.3 Grad der Angemessenheit der ausgewählten Kooperationsformen während der Projektdurchführung für die Sicherstellung einer ausreichenden Koordination mit nationalen Ressorts und Stakeholdergruppen	25 %	2,0
Gesamtnote Kohärenz, Komplementarität und Koordination			2,5

LF6.1: Die deutsche bilaterale Zusammenarbeit hat sich zwischen 2005 und 2010 (Beendigung der bilateralen technischen Zusammenarbeit, OECD-Beitritt Chiles) auf den Schwerpunkt ERNC und Energieeffizienz konzentriert, das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) hat zwei Vorhaben dazu finanziert, darunter das Projekt "Erneuerbare Energien Chile", der IP war ebenfalls die CNE. Synergien gab es deshalb sowohl aufgrund der schon bestehenden Zusammenarbeit mit dem IP und dem Kenntnisstand über den Energiesektor. Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) stellte zinsverbilligte Mittel zur Refinanzierung von Investitionen im Bereich ERNC bereit. Weiterhin waren in Chile mehrere Fachkräfte des Centrums für internationale Migration und Entwicklung (CIM) im Bereich ERNC eingesetzt. Die beiden letzteren Mechanismen konnten im Rahmen der Evaluierung nicht überprüft werden. Weiterhin hat die IDB von 2012-2018 ein von der globalen Umweltfazilität (Global Environment

Facility, GEF) finanziertes Projekt zur Förderung der Solarenergie in Chile implementiert. Im Projektvorschlag, der 2009 von der GEF genehmigt wurde, werden Potenzialmessungen zitiert, die die DO in Zusammenarbeit mit dem CNE durchgeführt hat. Zu diesem Projekt gibt es keine öffentlich zugänglichen Dokumente, Kohärenz und Komplementarität ließen sich also nicht untersuchen.

LF6.2: Es erfolgte ein Austausch mit anderen deutschen Akteuren in Chile, wie beispielsweise der Außenhandelskammer und verschiedenen Universitäten und Stiftungen, wie z.B. dem Wissenschaftspark Gelsenkirchen im Rahmen einer Deutschlandreise des chilenischen Energieministers sowie in Chile aktiven deutschen Unternehmen, wie der SMA Solar Technology AG im Rahmen eines Workshops in Chile ("Integración de las Energías Renovables No Convencionales a los Sistemas Eléctricos Nacionales", 2012).

LF6.3: Die gewählten Kooperationsformen in der Projektdurchführung stellten eine ausreichende Koordination mit nationalen Ressorts und Stakeholdergruppen sicher. Ausdrückliches Ziel der Regierung war es, dass die Untersuchung zukünftiger Ausbauszenarien durch wissenschaftliche Studien und Analysen die öffentliche Diskussion objektivieren und die Grundlagen für politische Weichenstellungen liefert. Das CNE war an der Konzipierung des Projektes beteiligt, und der damalige Energieminister hat der Durchführung des Vorhabens zugestimmt. Die Rolle des CNE ist später vom 2010 gegründeten MinEnergía und seiner Abteilung für erneuerbare Energien übernommen wurden. Da es zur im Projekt vorgeschlagenen Vorgehensweise zahlreiche methodische Detailfragen gab, wurde zu deren Klärung eine ständige Arbeitsgruppe aus Vertreter*innen des MinEnergía, der beteiligten Fachbereiche der Universität Chiles (Elektrische Energie (Departamento de Ingeniería Eléctrica, DIE) und DGF) und dem Projekt zur Beratung und Vernetzung von Aktivitäten eingerichtet. Weiterhin befanden sich die Projektbüros im Ministerium, das die Büromiete und andere laufende Kosten übernahm, eigenes Personal zur Verfügung stellte und sich über Drittmittel an den Kosten für Studien und Messungen beteiligte.

Alle IPs und SUs wurden direkt und sehr eng in alle Projektaktivitäten eingebunden und kontinuierlich weitergebildet. Zudem konnte eine gute Vertrauensbasis geschaffen werden, welche die Voraussetzung für alle politikberatenden Aktivitäten des Projektes darstellt. Dies wurde während der Evaluierung von IP und allen SUs bestätigt und dies zeigen auch die Folgeprojekte der DO in Chile. Im Bereich der Potenzialanalysen wurde eng mit einer lokalen Fachkraft an der Modell- und Datenbankentwicklung gearbeitet, die nach deren Beendigung in den Personalstamm des MinEnergías übergegangen ist, wo sie noch im März 2020 unter anderem für PELP verantwortlich ist. Auch zum Thema Energieszenarien wurde ein sehr enges Arbeitsverhältnis mit regelmäßigen Abstimmungsrunden unterhalten. Wissenschaftler*innen und Student*innen der Universidad de Chile, welche die Studien im Auftrag der DO und in Abstimmung mit IPs und SUs durchgeführt hat, wurden mit internationalem Wissen und Erfahrungen zu ERNC-relevanten Themen weitergebildet. Die durch das vorliegende Vorhaben fort- und weitergebildeten Expert*innen der Institution traten im chilenischen Markt als Politik- und Wirtschaftsberater*innen auf und erfüllten somit eine erhebliche Multiplikatorwirkung.

3.7 Projektplanung und -steuerung

Kriterium	Leitfrage	Gewichtung	Benotung
Projektplanung & Steuerung	7.1 Grad der Qualität der Projektplanung	50 %	2,2
	7.2 Grad der Qualität der Projektsteuerung	50 %	2,0
Gesamtnote Projektplanung & Steuerung			2,1

LF7.1: Die Rahmenbedingungen wurde detailliert und adäquat analysiert und in der Planung ausreichend berücksichtigt. Der IP und deren Kapazitäten waren bereits aus dem Vorgängerprojekt („Staatliche Liegenschaften für Projekte zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien“) bekannt. Synergien und Komplementaritäten wurden adäquat analysiert (z.B. hat die DO in Chile zwischen 2005 und 2010 noch im Rahmen der Technischen Zusammenarbeit zwei Projekte durchgeführt ("Erneuerbare Energien Chile" und "Förderung von Energieeffizienz"). IP auf chilenischer Seite war ebenfalls die CNE, bzw. das der CNE angegliederte Nationale Energieeffizienzprogramm "Programa País Eficiencia Energética". Weitere Synergien gab es über ein Projekt der KfW, das zinsverbilligte Mittel zur Refinanzierung von Investitionen im Bereich Erneuerbare Energien und Energieeffizienz bereitgestellt hat). Als Hauptrisiken wurden Regierungswechsel und eine mögliche damit einhergehende Prioritätenverlagerung sowie eine geringe Beeinflussbarkeit der Projektentwicklung durch die DO genannt.

Die Aktivitäten- und Budgetplanungsübersicht des Projekts ist aussagekräftig. Die Aktivitäten sind mit Zwischenergebnissen hinterlegt, die wiederum eindeutig dem Projektziel zuordenbar sind.

Die Indikatoren für die Messung der Zielerreichung sind spezifisch, messbar, erreichbar, relevant und zeitgebunden (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound, SMART) und aussagefähig formuliert und mit geringem Aufwand messbar. Die Indikatoren beziehen sich hauptsächlich auf das Vorliegen von Analysen, Untersuchungen und Modellierungen, die Entscheidungsgrundlagen für den Ausbau netzgebundener ERNC liefern sollten. Die Indikatoren waren somit einfach messbar und reflektieren die spezifischen Outputs und das Outcome.

Der vorgesehene Implementierungszeitraum wurde teilweise realistisch eingeschätzt. Die Projektlaufzeit wurde insgesamt um 24 Monate verlängert. Die Änderungsanträge haben ihre Gründe in Ereignissen, die nicht vom Projekt zu verantworten waren (Gründung des MinEnergía, das neuer IP wurde, sowie das Erdbeben im Februar 2010, und der Regierungswechsel im März 2010). Die beiden letztgenannten Gründe hatten einen Prioritätenwechsel und alle genannten drei Gründe Verzögerungen zur Folge. Eine Erhöhung der Kosten um 120.000 Euro (EUR) lässt sich auf erhöhte Verwaltungsgemeinkosten der DO zurückführen. Der zweite Änderungsantrag bezog sich auf den Regierungswechsel 2014, der ein zusätzliches Risiko für die nachhaltige Wirkung der Projektergebnisse darstellte. Weiterhin ergaben sich Verzögerungen in der Erstellung der Studien, dafür waren die hohe Komplexität der durchgeführten Analysen und ihr stufenweiser Aufbau verantwortlich. Die verwendeten Modelle entsprachen dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Rechentechnik, was die Abschätzung der benötigten Zeiträume für die Durchführung der Analysen erschwerte. Da die verschiedenen Studien aufeinander aufbauten, ergab sich so ein Dominoeffekt. Die Komplexität des hydrothermischen Systems SIC hat bei den Simulationen zu Schwierigkeiten geführt. Vom IP wurde eine höhere Detailschärfe gefordert, um die Ergebnisse zu validieren. Auch mussten die Untersuchungen in ihren Details immer wieder leicht angepasst werden, um ihre Relevanz für den hochdynamischen Energiesektor Chiles beizubehalten. Dies bedeutete vor allem die zusätzliche Einbeziehung von Fragestellungen, die aktuell in der technisch-politischen Debatte standen bzw. neue Entscheidungen zu berücksichtigen. Beispiele hierfür sind die Identifikation und die Kosten von Maßnahmen wie Reservevorhaltung, Speichertechnologien, Leistungsvorhersagen und die kurzfristige Optimierung des Systembetriebs, die ebenfalls in die Gesamtanalyse einbezogen wurden.

Es ist rechtzeitig eine überzeugende Exitstrategie beziehungsweise ein Plan zur Verlängerung des Vorhabens erarbeitet worden. Noch während der Projektlaufzeit wurden Folgeprojekte geplant, zum Beispiel das im Jahr 2014 begonnene vom BMU geförderte DKTI-Vorhaben „Förderung der Solarenergie in Chile“, das einige Projektergebnisse in die Praxis umgesetzt hat. Weiterhin wurde rechtzeitig auf den Regierungswechsel und die Notwendigkeit einer Verlängerung hingewiesen, mit der sichergestellt wurde, dass Personalwechsel nicht zum Verlust von aufgebauten Kompetenzen und Projektergebnissen führten.

LF7.2: Wie den jährlichen Berichten zu entnehmen ist, wurde das Monitoringsystem für adaptives Management genutzt. So wurden rechtzeitig Änderungsanträge gestellt, um die Verzögerungen durch Regierungs- und Personalwechsel im MinEnergía abzufangen. In diesen Änderungsanträgen wurden auch jeweils die Zielindikatoren und Zwischenergebnisse angepasst.

3.8 Zusätzliche Fragen

LF8.1: Der spezifische Kontext erlaubt nur bedingte Replikation der Ergebnisse. Beispiele sind die voneinander getrennten Stromnetze SIC und SING, sowie die fehlende Verbindung zu den Netzen der Nachbarländer, die langen Stromtransportleitungen, die hydrologischen Schwankungen, die geringe Flexibilität der thermischen Kraftwerke und damit enge Grenzen der Steuerbarkeit. Im Gegensatz zu den Ergebnissen weist aber genau dieser kontextspezifische methodische Ansatz mit den dazugehörigen Modellen, Simulationen und darauf aufbauender Politikberatung ein hohes Replikationspotenzial auf.

Weiterhin hat der chilenische Ansatz, den Ausbau erneuerbarer Energien ohne Subventionen voranzubringen, in anderen Ländern für Interesse gesorgt.

Beiträge zum internationalen Klimaregime und/oder dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity, CBD) werden erhöht und wesentliche Voraussetzungen für eine weitere Erhöhung geschaffen. Die Datenbasis wurde verbessert, Kapazitätsaufbau im MinEnergía geleistet, und somit Einfluss auf nationale Politiken geschaffen. Weiterhin sind die Projektergebnisse in die

Entwicklung der chilenischen INDC für die Klimaverhandlungen 2015 eingeflossen.

Die Durchführung des Projekts beinhaltet die (geplante) Anwendung von innovativen Ansätzen zur Emissionsminderung, Anpassung und/oder zum Erhalt der Biodiversität. Beispiele sind die entwickelte Methodik zur Potenzial- und Flächenverfügbarkeitsanalyse, Charakterisierung der ERNC-Potenziale über langfristige Ausbauszenarien bis hin zum operativen Netzbetrieb in Diskussion mit Wissenschaftler*innen, beruhend auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft und auf aktueller Technik und Rechnerleistung. Dabei wurden während der Studien mehrmals Grenzen erreicht, die eine Anpassung der angewandten Methodik erforderlich machten.

LF8.2: Aus Budget- und Kostengründen konnten für das SIC die Bewertung der lokalen Umweltauswirkungen thermischer Kraftwerke sowie die Simulation der Schadstoffausbreitung der Kraftwerksparks nicht durchgeführt werden. Dies war für das SING gemacht worden, das Modell sollte auf das SIC übertragen werden.

LF8.3: Das Zusammenspiel der vier Nachhaltigkeitsebenen und deren Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit des Projekts ist teilweise sichtbar.

LF8.4: Es gab keine Projektstartverzögerung aufgrund einer verspäteten Unterzeichnung der völkerrechtlichen Absicherung.

LF8.5: Angemessene soziale und ökologische Safeguards waren für das Projekt nicht relevant, da es sich um ein Politikberatungsprojekt handelt. Großwasserkraft wurde aufgrund ökologischer Risiken nicht berücksichtigt, weiterhin gab es Studien zu Umweltauswirkungen von Kohlekraftwerken.

LF8.6: Berücksichtigung von Gender-Aspekten sowie benachteiligter Projektgruppen kann nicht bewertet werden.

LF8.7: Periodische Evaluierungen waren nicht vorgesehen.

LF8.8: Das Durchführungskonstrukt zwischen Auftraggeber und Durchführungsorganisationen (inkl. SU) und der Vergabe-/Durchführungsrichtlinien wurde von der DO als geeignet für ein effizientes Arbeiten von der DO eingeschätzt.

LF8.9: Projektprodukte, Analysewerkzeuge und Ergebnisse sind in die Formulierung der Energieagenda 2050 eingeflossen, in Gesetze und regulatorischen Rahmen, und werden vom Ministerium immer noch genutzt. Herausforderungen bestanden in der Systemintegration variabler ERNC, der Anpassung des Marktmodells und des Regulierungsrahmens, hier hat das Projekt erheblich zur Kapazitätsweiterentwicklung beigetragen. Bei der Simulation von Netzeigenschaften von ERNC-Technologien lagen in Chile noch kaum Erfahrungen vor, hier wurden neue Erkenntnisse gewonnen und Kapazitäten entwickelt.

3.9 Ergebnisse der Selbstevaluierung

Die Selbstevaluierungstabelle wurde von der Durchführungsorganisation bisher nicht eingereicht. Da die Evaluierung vor Ort stattfand, gab es jedoch ein persönliches Gespräch mit einer ehemaligen Projektmitarbeiter*in.

4 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

Der Erfolg des Projektes lässt sich an mehreren Faktoren festmachen: Es wurde in sehr enger Zusammenarbeit mit dem IP (CNE/MinEnergía) umgesetzt, und hat flexibel auf aktuelle politische Fragestellungen reagiert und diese unterstützt. Im Gegensatz zu Projekten, die eher punktuelle Unterstützung zu bestimmten Fragestellungen leisten, wurde hier die Institutionalisierung von Kapazitäten im Energiesektor in Chile erreicht. Das Projekt baute auf der Zusammenarbeit zwischen dem IP mit dem BMZ/BMU seit 2004 auf. Zwischen 2005 und 2009 wurde unter anderem die ERNC-Quote vorangetrieben, und es wurden relevante Daten für den Wind- und Solaratlas für den Norden Chiles gesammelt (IKI-Projekt "Staatliche Liegenschaften für Projekte zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien"). Zu Projektbeginn 2009 war die Frage des gesellschaftlichen Optimums des ERNC-Ausbaus relevant, insbesondere welche Kosten für ERNC gerechtfertigt waren. Opposition kam von großen Firmen und Sektorexpert*innen, die aufgrund der damals noch hohen Kosten nicht an das Potenzial und die technische Machbarkeit glaubten. Das MinEnergía forderte deswegen eine Diskussion basierend auf einer soliden Datenbasis. Die im Rahmen des Projektes durchgeführten Studien trugen dazu bei, die optimale Erweiterung der ERNC zu bestimmen. Laut dem damaligen Counterpart im MinEnergía war es das erste Mal, dass der Sektor anerkannt hat, dass das Ministerium nicht nur die politische Entscheidungsmacht, sondern auch das notwendige technische Wissen hat, um transformative Veränderungen anzustoßen. Dazu hat das Projekt notwendige Informationen und Analysemethoden beigetragen, wie z.B. Details zu Standorten, Potenzial, Netzausbau und inwieweit der Staat ordnend eingreifen muss, um dieses Potenzial zu nutzen. Da die damalige Regierung im selben Zeitraum Entscheidungen zum ERNC-Ausbau treffen musste, kamen diese Informationen zu einem guten Zeitpunkt, und konnten direkt genutzt werden.

Empfehlung an das BMU/die IKI:

Während der Projektlaufzeit gab es zwei Regierungswechsel (2010 und 2014). Im Projektvorschlag wurde ein Risiko formuliert, dass nach dem Regierungswechsel 2010 die neue Regierung den Ausbau der ERNC nicht mit der gleichen Priorität verfolgen könnte wie die Regierung davor. Dies ist nicht eingetreten, beide Regierungswechsel hatten jedoch einen Änderungsantrag zur Folge: 2010 aufgrund von Prioritäten- und Zuständigkeitswechseln und einer dadurch entstehenden Verzögerung bei Projektaktivitäten, und 2013 um die Projektergebnisse an die neue Regierung zu kommunizieren und die Methoden und Ergebnisse zu institutionalisieren. Beide Regierungswechsel hatten Veränderungen in der Leitungsebene beim IP sowie bei fast allen relevanten Institutionen im Energiesektor zur Folge. Weiterhin haben sich zahlreiche Personalwechsel (5 verschiedene Energieminister*innen zwischen 2010 und 2014) und die Einarbeitung thematisch unerfahrener Counterparts negativ auf die Effizienz des Projekts ausgewirkt. Das vorliegende Projekt hat dem in mehrerer Hinsicht entgegengewirkt, so ist zum Beispiel eine über das Projekt systematisch aufgebaute Berater*in und Mitarbeiter*in der DO in den Personalstamm des MinEnergías übergegangen und hat so nachhaltig Wissen und die kontinuierliche Anwendung dieses Wissens gesichert. Politikberatungsprojekte und ähnliche wissensintensive Projekte könnten insbesondere diesen Wissenstransfer und die Sicherstellung der Effektivität und Nachhaltigkeit bereits in der Projektplanung berücksichtigen.

Empfehlungen an die IKI/ die DO:

Das Projekt hat verdeutlicht, dass sich Energiesektoren äußerst dynamisch entwickeln können. Diese Dynamik erfordert, dass vergleichbare Projekte flexibel auf aktuelle technische und politische Schwerpunktsetzungen reagieren. Im vorliegenden Fall wurden beispielsweise kurzfristig die Identifikation und die Kosten von Maßnahmen wie Reservevorhaltung, Speichertechnologien, Leistungsvorhersagen und die kurzfristige Optimierung des Systembetriebs in die Gesamtanalyse einbezogen.

Das chilenische Stromsystem ist durch einige Besonderheiten gekennzeichnet, was die Übertragung von bewährten Konzepten aus anderen Ländern, insbesondere Deutschland, erschwert hat. Beispiele sind die voneinander getrennten Stromnetze SIC und SING, sowie die fehlende Verbindung zu den Netzen der Nachbarländern, die langen Stromtransportleitungen, die hydrologischen Schwankungen, die geringe Flexibilität der thermischen Kraftwerke und damit enge Grenzen der Steuerbarkeit. Weiterhin war klar, dass ein Einspeisevergütungsgesetz mit festen Einspeisetarifen wie in Deutschland, in Chile nicht mehrheitsfähig und politisch durchsetzbar wäre. Deshalb war es unerlässlich objektive und technisch detaillierte Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung zu stellen. Die DO wurde dadurch als verlässlicher Partner angesehen und wurde auch zu anspruchsvollen technischen Detailfragen der Netzintegration variabler erneuerbarer Energien und deutschen Erfahrungen angefragt. Langfristiges, konstantes Engagement der DO baut so Vertrauen auf und schafft Offenheit für längerfristige Partnerschaften und Wissenstransfer, auch in sensiblen Themen. Die IKI sowie die Durchführungsorganisation könnte ähnliche

technische, kontextspezifische und gesellschaftspolitische Innovationen mithilfe solcher längerfristiger Partnerschaften anstoßen.

Ein Grund für die Verzögerungen im Projektverlauf war der stufenweise Aufbau der Studien. Verzögerungen in einer Studie haben daher auch Verzögerungen für Folgestudien verursacht. Das entsprechende Risiko solcher Dominoeffekte sollte in vergleichbaren Projekten bereits in der Projektplanung durch die DO und die IKI berücksichtigt werden.

5 ANNEXE

5.1 Abkürzungen

ÄA	Änderungsantrag
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
CBD	Convention on Biological Diversity
CDEC	Carga del Sistema Interconectado Central
CER	Centro de Energías Renovables
CIFES	Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables
CIM	Centrum für internationale Migration und Entwicklung
CNE	Comisión Nacional de Energía
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
COP	Conference of Parties
CSP	Concentrated Solar Power
CSP	Konzentrierende Solarthermie
DAC	Development Assistance Committee
DAC	Development Assistance Committee
DGF	Departamento de Geofísica (Universidad de Chile)
DIE	Departamento de Ingeniería Eléctrica
DKTI	Deutsche Klima- und Technologieinitiative
DO	Durchführungsorganisation
EE	Erneuerbare Energien
ERNOC	Energías Renovables No Convencionales
EUR	Euro
FCFM	Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
G	Giga
GEF	Global Environment Facility
GIS	Geografisches Informationssystem
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GTZ	Gesellschaft für technische Zusammenarbeit
h	Stunden
ha	Hektar
IADB	Inter-Amerikanische Entwicklungsbank
IDB	Inter-American Development Bank
IEA	International Energy Agency
IKI	Internationale Klimaschutzinitiative
IKI-M&E	IKI-Monitoring and Evaluation
INDC	Intended nationally determined contributions
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
IP	Implementierungspartner
IRENA	International Renewable Energy Agency
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
M&E	Monitoring und Evaluierung
MAE	Modelo Analítico Espacial
MinEnergía	Ministerio de Energía
Mio.	Millionen
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
MW	Megawatt
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development

PELP	Planificación energética de largo plazo
PV	Photovoltaik
SIC	Sistema Interconectado Central de Chile
SING	Sistema Interconectado del Norte Grande
SMART	Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound
t	Tonnen
tCO ₂ eq	Tonnen Kohlenstoffdioxid Äquivalente
THG	Treibhausgase
ToC	Theory of Change

5.2 Aufstellung der Outcomes/Outputs

Ziel	Indikator	Erreichungsgrad
Outcome 1: Entwicklung einer mittel- und langfristigen Strategie für den Ausbau der erneuerbaren Energien in den Stromverbundsystemen in Übereinstimmung mit den energiepolitischen Zielsetzungen Energiesicherheit, ökonomische Effizienz und Nachhaltigkeit, sowie die Vorbereitung von Regulierungsvorschlägen zur Umsetzung der Strategie.	Es wurde kein Indikator definiert. Der Erreichungsgrad wird basierend auf den Outputindikatoren bewertet.	98%
Output 1: Analyse verschiedener Ausbauszenarien in Bezug auf die Netzkapazitäten sowie die Kosten der erforderlichen Anpassungen und Netzerweiterungen für den optimalen Ausbau der Stromsysteme und die verbesserte Einbindung der erneuerbaren Energien.	Bis 09/2013 liegen die Entscheidungsgrundlagen für eine konsensfähige nationale Strategie mit Zeithorizont 2020 und 2030 für den Ausbau der netzgebundenen erneuerbaren Energien in den regulierten Stromsystemen vor.	100%
	Bis 09/2012 sind die Kataster über die verfügbaren erneuerbaren Energien im Bereich der regulierten Stromsysteme (umfasst die Verbundsysteme SING und SIC sowie die Inselfsysteme in den Regionen Aysén und Magallenes und Osterinsel) vervollständigt und aktualisiert. Soweit erforderlich wurden ergänzende Messungen an ausgewählten Standorten begonnen.	100%
	Bis 08/2013 sind die Kosten verschiedener Ausbauszenarien einschließlich Netzausbau sowie die technischen Anforderungen zur verbesserten Systemintegration erneuerbarer Energien analysiert.	100%

Ziel	Indikator	Erreichungsgrad
Output 2: Untersuchung der Umweltverträglichkeit und der Klimawirkungen verschiedener Szenarien für den Ausbau der elektrischen Systeme und der erneuerbaren Energien.	Bis 06/2013 liegen Untersuchungen und Analysen der Umweltverträglichkeit und Klimawirkung für unterschiedliche Ausbauszenarien der Stromsysteme und der netzgebundenen erneuerbaren Energien vor.	90%
Output 3: Untersuchung der Auswirkungen verschiedener Ausbauszenarien auf die Diversifizierung des Energiemix und die Energiesicherheit unter Berücksichtigung von physischen Versorgungsrisiken und von Risiken durch Energiepreisentwicklungen und Preissprüngen bei fossilen Energieträgern.	Bis 06/2013 sind die technischen und wirtschaftlichen Versorgungsrisiken (Energiepreissteigerungen, Preisschocks, Versorgungsengpässe) verschiedener Ausbauszenarien analysiert.	100%

5.3 Theory of change

Die grafische Darstellung einer Theory of Change / eines LogFrames ist der folgenden Seite zu entnehmen.

Entwicklung einer mittel- und langfristigen Strategie für den Ausbau der erneuerbaren Energien in den Stromverbundsystemen in Übereinstimmung mit den energiepolitischen Zielsetzungen Energiesicherheit, ökonomische Effizienz und Nachhaltigkeit, sowie die Vorbereitung von Regulierungsvorschlägen zur Umsetzung der Strategie.

Analyse verschiedener Ausbauszenarien in Bezug auf die Netzkapazitäten sowie die Kosten der erforderlichen Anpassungen und Netzerweiterungen für den optimalen Ausbau der Stromsysteme und die verbesserte Einbindung der Erneuerbaren Energien.

Untersuchung der Umweltverträglichkeit und der Klimawirkungen verschiedener Szenarien für den Ausbau der elektrischen Systeme und der erneuerbaren Energien.

Untersuchung der Auswirkungen verschiedener Ausbauszenarien auf die Diversifizierung des Energiemix und die Energiesicherheit unter Berücksichtigung von physischen Versorgungsrisiken und von Risiken durch Energiepreisentwicklungen und Preissprüngen bei fossilen Energieträgern.

Bis 09/2013 liegen die Entscheidungsgrundlagen für eine konsensfähige nationale Strategie mit Zeithorizont 2020 u. 2030 für den Ausbau der netzgebundenen erneuerbaren Energien in den regulierten Stromsystemen vor.

Bis 06/2013 liegen Untersuchungen u. Analysen der Umweltverträglichkeit u. Klimawirkung für unterschiedliche Ausbauszenarien der Stromsysteme u. der netzgebundenen erneuerbaren Energien vor.

Bis 06/2013 sind die technischen u. wirtschaftlichen Versorgungsrisiken (Energiepreissteigerungen, Preisschocks, Versorgungsengpässe) verschiedener Ausbauszenarien analysiert.

Bis 09/2012 sind die Kataster über die verfügbaren erneuerbaren Energien im Bereich der regulierten Stromsysteme (umfasst Verbundsysteme SING / SIC u. Inselsysteme Aysén, Magallanes, Osterinsel) vervollständigt u. aktualisiert. Soweit erforderlich wurden ergänzende Messungen an ausgewählten Standorten begonnen.

Bis 08/2013 sind die Kosten verschiedener Ausbauszenarien einschließlich Netzausbau sowie die technischen Anforderungen zur verbesserten Systemintegration erneuerbarer Energien analysiert.

Lokale Luftschadstoffemissionen und THG-Minderungspotenzial

Kataster der energetisch nutzbaren EE-Potenziale

Empfehlung von Maßnahmen und Regulierungsvorschlägen zur Umsetzung der EE-Ausbaustrategie

Geoinformationssystem Erneuerbare Energien u. räumliches Analysemodell

Energieszenarienanalysen bis 2030 für das nördliche Verbundsystem SING u. für das zentrale Verbundsystem SIC

Netzstudien zur Optimierung der EE-Einbindung in die Stromsysteme

Definition der Leitfragen u. Methodik (für alle Indikatoren relevant)

Keine Verschiebung der Prioritäten durch Regierungs- und Ministerwechsel

Potenziale sowie Wirtschaftlichkeit von Erneuerbaren Energien in Chile sind gegeben und hinreichend quantifiziert

Politische Diskussion entwickelt sich zu Gunsten von Erneuerbaren Energien und spiegelt sich in einem verbesserten regulatorischen Rahmen wieder, z.B. zur dezentralen Stromerzeugung oder der EE-Quote