

Universität Kassel

Fachbereich 15 – Regenerativen Energien und Energieeffizienz

Energiegenossenschaften in La Guajira, Kolumbien – Chancen und Hürden für eine gerechtere Energiewende

Master-Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades "Master
of Science (M. Sc.)"

vorgelegt von: Gamarra Suarez, Angélica Teresa

Abgabedatum: 15. August 2022

Erstgutachter*in: Prof. Dr. Kurt Rohrig

Zweitgutachter*in: Prof. Dr. Heike Wetzel

Betreuer*in: Dr. Ulrike Fuchs

Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich meine Masterarbeit, mit dem Titel „Energiegenossenschaften in La Guajira, Kolumbien – Chancen und Hürden für eine gerechtere Energiewende“ selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe. Alle von anderen Autoren wörtlich übernommenen Stellen, wie auch Ausführungen von engangliegenden Gedankengängen anderer Autoren in meiner Arbeit, sind besonders gekennzeichnet.

Kassel, den 15. August 2022

Unterschrift

.

Kurzzusammenfassung

In dieser Arbeit wird analysiert, welche Rolle Energiegenossenschaften für die gerechte Energiewende spielen können und welche Modelle in La Guajira umgesetzt werden könnten. Darüber hinaus wird untersucht, wie gerecht die Energiewende in Kolumbien umgesetzt wird, wobei der Schwerpunkt auf der Region La Guajira liegt. Diese Region soll das Zentrum der Energiewende in Kolumbien werden. Gleichzeitig steht diese Region vor großen sozialen Problemen wie Wasserknappheit, mangelndem Zugang zu Energie, Konflikten und Umweltverschmutzung durch den Kohlebergbau. Mit den Kategorien Verteilungsgerechtigkeit, Anerkennende Gerechtigkeit und Verfahrensgerechtigkeit nach Jenkins et al. (2016) und Sovacool et al. (2017) werden Fahrpläne und Strategien für die Energiewende analysiert und daraufhin überprüft, wie sie zu mehr oder weniger Energiegerechtigkeit beitragen.

Die Analyse zeigt, dass die Regierung zentrale Großprojekte vor allem in Regionen mit besseren klimatischen Bedingungen priorisiert. Wichtige Aspekte wie Mechanismen für eine gleichberechtigte Beteiligung, die Vertretung von Nachbargemeinden und die Bewältigung wichtiger sozialer Probleme wie Energiearmut wurden jedoch vernachlässigt. Die Einführung des Net-Billing-Systems hat jedoch eine Attraktive Möglichkeit für Selbsterzeuger geschaffen. Auch für dezentralisierte Erzeuger wurden Anreize geschaffen. Auktionen für Großprojekte begünstigen Großinvestoren, da das entscheidende Kriterium der Strompreis ist und andere Aspekte wie die Bürger*innenbeteiligung, die Schaffung lokaler Arbeitsplätze oder die Verwendung lokaler Materialien und Ressourcen nicht berücksichtigt werden, was dazu beiträgt, dass bürger*innennahe Projekte, wie die von Genossenschaften, nicht wettbewerbsfähig sind. Energiegenossenschaften können aber dazu beitragen die Energiewende in Kolumbien zu demokratisieren. Die direkte Beteiligung von Bürger*innen trägt zu mehr Akzeptanz, Wissensverbreitung und Stärkung der Gemeinschaften bei. Das Genossenschaftsmodell hat noch einige Hindernisse zu überwinden. Zum Beispiel der Zugang zur Finanzierung, zu qualifizierten Personal und notwendigen Wissen. In La Guajira können Selbstbaugenossenschaften dabei helfen die Investitionskosten für PV-Anlagen zu senken, bessere Finanzierungsmöglichkeiten zu erschließen und die Gemeinschaft durch gegenseitige Unterstützung und Wissensaustausch zu stärken. Bei Kooperationsprojekten, bei denen Anlagen an zentrale Einrichtungen, wie z. B. Schulen, vermietet werden, profitieren beide Parteien wirtschaftlich von der Anlage. Photovoltaikanlagen für das Laden von Batterien in nicht angeschlossenen Gebieten, bieten eine Alternative für die Grundversorgung, die mit Dieselsystemen wettbewerbsfähig ist, aber für einige Menschen mit begrenzten finanziellen Mitteln unzugänglich bleibt, wenn es keine Subventionen zur Senkung der Investitionskosten zur Verfügung stehen. Generell ist festzuhalten, dass es viele Aspekte gibt, die verändert werden können, um die Energiewende in Kolumbien gerechter zu gestalten. Die Stärkung von Energiegenossenschaften kann dazu beitragen, die Energiewende als mehr als nur die Dekarbonisierung der Energiematrix und als echten Katalysator für Veränderungen in der Lebenswirklichkeit von vielen Menschen zu sehen.

Schlüsselwörter: Bürgerenergie, Energiegenossenschaften, Energiegerechtigkeit.

Abstract

This thesis analyzes how the just energy transition is implemented in Colombia, focusing on the region of La Guajira. This region is supposed to become the center of the energy transition in Colombia. At the same time, this region faces major social problems such as water scarcity, lack of access to energy, conflict, and pollution from coal mining. Using the categories of distributive justice, recognition justice, and procedural justice according to Jenkins et al. (2016) and Sovacool et al. (2017), roadmaps and strategies for energy transition are analyzed and reviewed to see how they contribute to more or less energy justice. In addition, this paper examines the role that energy cooperatives can play in the just energy transition and what models could be implemented in La Guajira.

The analysis shows that the government prioritizes central large-scale projects primarily in regions with better climatic conditions. However, important aspects such as mechanisms for equal participation, representation of neighboring communities and addressing important social problems such as energy poverty have been neglected. However, the introduction of the net billing system has created an attractive opportunity for self-generators. Incentives have also been created for decentralized generators. Auctions for large projects favor large investors because the decisive criterion is the price of electricity and other aspects such as citizen participation, the creation of local jobs, or the use of local materials and resources are not taken into account, which contributes to the fact that citizen-led projects, such as those of cooperatives, are not competitive. However, energy cooperatives can help democratize the energy transition in Colombia. The direct participation of citizens contributes to greater acceptance, knowledge dissemination, and community empowerment. The cooperative model still has some obstacles to overcome. For example, access to financing, qualified personnel and necessary knowledge. In La Guajira, self-build cooperatives can help reduce the investment cost of PV systems, access better financing options, and strengthen the community through mutual support and knowledge sharing. In cooperative projects where systems are leased to central institutions, such as schools, both parties benefit economically from the system. Photovoltaic systems for battery charging in unconnected areas, provide a basic service alternative that is competitive with diesel systems, but remains inaccessible to some people with limited financial resources unless subsidies are available to reduce investment costs. In general, it should be noted that there are many aspects that can be changed to make the energy transition in Colombia more equitable. Strengthening energy cooperatives can help to see the energy transition as more than just decarbonization of the energy matrix and as a real catalyst for change in the lives of many people.

Keywords: *Community energy, energy cooperatives, energy justice*

Inhaltsverzeichnis

Erklärung	2
Kurzzusammenfassung	3
Abstract	4
Inhaltsverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	8
Abkürzungsverzeichnis	9
1 Einleitung	10
1.1 Aufgabenstellung	10
1.2 Ziele	11
1.3 Vorgehensweise	12
2 Grundlagen	13
2.1 Community Energy / Bürger Energie	14
2.1.1 Energiegenossenschaften	15
2.1.2 Arten und Ziele von Energiegenossenschaften	16
2.1.3 Vor- und Nachteile	17
2.1.4 Hürden und ermöglichende Faktoren	18
2.2 Provinz La Guajira.....	19
2.2.1 Allgemeine Information	19
2.2.2 Energetische Situation.....	20
2.2.2.1 Abdeckung Energieversorgung	20
2.2.2.2 Elektrische Netze.....	21
2.2.2.3 Erneuerbare Erzeugung	23
2.2.2.4 Verbrauch von erneuerbarer Energie.....	24
2.2.3 Technisches Potential für erneuerbare Erzeugung	24
2.2.3.1 Solarenergie	24
2.2.3.2 Windenergie	25
2.2.3.3 Biogas / Biomasse aus Reststoffen.....	26
2.2.3.4 Technisches Potenzial für kommunale Eigenverbrauchsanlagen.....	28
2.3 Energiegerechtigkeit	29
3 Regulatorischen Rahmen	34
3.1 Für erneuerbare Erzeugung	34
3.1.1 Mögliche Formen der erneuerbaren Erzeugung.....	34
3.1.2 Förderungen und Anreize.....	35
3.1.2.1 Spezielle Anreize für Selbsterzeuger.....	38
3.1.2.2 Spezielle Anreize für dezentrale Erzeuger	42
3.1.2.3 Finanzielle Förderungen	42
3.1.3 Vergabeverfahren	43
3.2 Für Energiegenossenschaften	47
3.2.1 Bewertung des regulatorischen Rahmens für erneuerbaren Erzeugung im Bezug auf Energiegenossenschaften	47
4 Bewertung der Energiewende in Kolumbien bzgl. Energiegerechtigkeit	51
4.1 Verteilungsgerechtigkeit.....	51
4.2 Anerkennende Gerechtigkeit	53
4.3 Verfahrensgerechtigkeit.....	55

5	Energiegenossenschaften in La Guajira	56
5.1	Mögliche Modelle.....	56
5.2	Spezifische Hürden für Energiegenossenschaften in La Guajira	60
5.3	Finanzierung	61
5.4	Auswahl der zu untersuchenden Modelle.....	63
5.4.1	Selbstbaugenossenschaft	64
5.4.2	Verpachtung von Photovoltaik Anlagen an kommunale Einrichtungen.	66
5.4.3	Infrastruktur für das Laden von Batterien in nicht angeschlossene Gebiete	67
6	Bewertung der Modelle.....	68
6.1	Selbstbaugenossenschaft	71
6.1.1	Wirtschaftliche Bewertung.....	76
6.1.2	Bewertung bzgl. Energiegerechtigkeit	82
6.2	Verpachtung von Photovoltaik Anlage an einer Schule in Uribia.....	83
6.2.1	Wirtschaftliche Bewertung.....	86
6.2.2	Bewertung bzgl. Energiegerechtigkeit	91
6.3	Infrastruktur für das Laden von Batterien in nicht angeschlossenen Gebieten	92
6.3.1	Wirtschaftliche Bewertung.....	95
6.3.2	Bewertung bzgl. Energiegerechtigkeit	97
6.4	Allgemeine Sozio-ökonomische Auswirkungen der Energiegenossenschaften.	98
6.4.1	Auf die Gemeinden	98
6.4.2	Auf die Energiewende	99
7	Fazit	100
8	Ausblick.....	104
9	Literaturverzeichnis.....	107

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Stand der Netze in Kolumbien in 2019, mit Vergrößerung auf die Provinz La Guajira. Vgl. UPME (2019a)	21
Abbildung 2.2: Vision für die Netze in Kolumbien in 2033, mit Vergrößerung auf die Provinz La Guajira. Vgl. (UPME 2019b)	22
Abbildung 2.3: Geplante Projekte für erneuerbare Energien in La Guajira und Projektion Indepaz für 2030. Eigene Darstellung nach UPME (2021) und Gonzales Posso und Barney (2019)	23
Abbildung 2.4: Photovoltaik Potential in Kolumbien, Vergrößerung auf die Provinz La Guajira. Vgl. Global Solar Atlas (2021)	25
Abbildung 2.5 Mittlere Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe in La Guajira. Quelle: Global Wind Atlas (2021).....	26
Abbildung 3.1 Energieflüsse für Verbraucher mit Eigenerzeugung und Nettoverbrauch > 0 kWh. Vgl. epm (2019)	39
Abbildung 3.2 Energieflüsse für Verbraucher mit Nettoverbrauch = 0 kWh Vgl. epm (2019).....	40
Abbildung 6.1: Jährlicher und kumulierter Geldfluss für die SBG Anlage im Basis Szenario für die Schicht 1	77
Abbildung 6.2: Jährlicher und kumulierter Geldfluss für die SF Anlage im Basis Szenario für die Schicht 1	78
Abbildung 6.3: Jährlicher und kumulierter Geldfluss für die SBG Anlage in das Szenario 3 für die Schicht 3	80
Abbildung 6.4: Jährlicher und kumulierter Geldfluss für die SBG Anlage in das Szenario 3 für die Schicht 3	81
Abbildung 6.5: Entwicklung der Energiekosten und der Einsparungen der Schule.....	87
Abbildung 6.6: Jährliche und kumulierter Geldfluss der Genossenschaft in Szenario 1	88
Abbildung 6.7: Jährliche und kumulierter Geldfluss der Genossenschaft in Szenario 3	89
Abbildung 6.8: Jährlicher und kumulierter Geldfluss der Genossenschaft in Szenario 3 ohne steuerliche Anreize.....	90

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Energetisches Potential für die Nutzung von Restbiomasse aus dem landwirtschaftlichen Sektor nach (Escalante et al. 2018)	27
Tabelle 2.2: Energetisches Potential für die Nutzung von Restbiomasse aus der Viehwirtschaft nach (Escalante et al. 2018)	27
Tabelle 2.3: Prinzipien der Energiegerechtigkeit nach Sovacool et al. (2017), geclustert nach dem Kategorien der Energiegerechtigkeit nach Jenkins et al. (2016).....	33
Tabelle 3.1: Zusammenfassung aller Anreize für die Stromerzeugung mit Hilfe von nicht-konventionellen regenerativen Quellen	37
Tabelle 3.2: Vor- und Nachteile von Vermarktungsmechanismen für EE Anlagen vor die Einführung von Auktionen.	45
Tabelle 6.1: Kostenaufstellung für Schlüsselfertige 1,63 kWp Photovoltaik Anlage	72
Tabelle 6.2: Kostenaufstellung für genossenschaftlich Selbstgebaute 1,63 kWp Photovoltaik Anlage	73
Tabelle 6.3: Vergleich der Kosten der Schlüsselfertige und Selbstbauanlage	75
Tabelle 6.4: Energieflüsse aus der Simulation.....	75
Tabelle 6.5: Ergebnisse für das Basis Szenario	77
Tabelle 6.6: Ergebnisse für das Szenario 1	79
Tabelle 6.7: Ergebnisse für das Szenario 2.....	79
Tabelle 6.8: Ergebnisse für das Szenario 3	80
Tabelle 6.9: Nettbarwerte für alle Anlagen in den unterschiedlichen Szenarien, farbkodiert nach Wirtschaftlichkeit.	82
Tabelle 6.10: Kosten für den Bau eine 29,68 kWp Anlage	84
Tabelle 6.11: Energieflüsse für eine 29,68 kWp Anlage	85
Tabelle 6.12: Ergebnisse und Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Schule.....	86
Tabelle 6.13: Energiekosten der Schule für 20 Jahre mit und ohne PV-Anlage	86
Tabelle 6.14: Wirtschaftlichkeit der Anlage für die Genossenschaft	87
Tabelle 6.15: Effekt von steuerlichen Anreize auf die Wirtschaftlichkeit	89
Tabelle 6.16: Angenommener täglicher Verbrauch der Nutzer von Batterien	92
Tabelle 6.17: Preise für die Schlüsselfertige Photovoltaik Anlage, um Batterien zu laden	93
Tabelle 6.18: Preise für die selbstgebaute Photovoltaik Anlage um Batterien zu laden	94
Tabelle 6.19: Ergebnisse für die Anlage für das Laden von Batterien.	95

Abkürzungsverzeichnis

ANDEG	Asociación Nacional de Empresas Generadoras	Nationaler Verband der Stromerzeugungsunternehmen
ASIC	Administrador del sistema de intercambios comerciales	Handelssystemadministrator
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas	Regulierungskommission für Energie und Gas
Corpoguajira	Corporación Autónoma Regional de La Guajira	Autonome Regionale Körperschaft von La Guajira
FAZNI	Fondo de apoyo financiero para la energización de las zonas no interconectadas	Finanzieller Unterstützungsfonds für die Energieversorgung von Gebieten, die nicht an das Stromnetz angeschlossen sind
FENOGE	Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía	Fonds für nicht-konventionelle Energie und effizientes Energiemanagement
IEA	International Energy Agency	Internationale Energieagentur
IRENA	International Renewable Energy Agency	Internationale Agentur für erneuerbare Energien
IPSE	Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas	Institut für die Planung und Förderung von Energielösungen für nicht angeschlossene Gebiete
INDEPAZ	Instituto de Estudios para el Desarrollo y la Paz	Institut für Entwicklungs- und Friedensstudien
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje	Nationaler Ausbildungsdienst
OCAD PAZ	Órgano Colegiado de Administración y Decisión - Paz	Kollegiales Verwaltungs- und Entscheidungsgremium - Frieden
OEF	Obligaciones de energía firme	feste Energieverpflichtungen
UPME	Unidad de Planeación Minero Energética	Planungseinheit Bergbau und Energie

1 Einleitung

Die Halbinsel La Guajira im Nordosten Kolumbiens ist eine Region mit trockenem Klima, das Gebiet ist teilweise mit echten Wüsten bedeckt. Diese Region wird hauptsächlich von indigenen und afrokolumbianischen Gemeinschaften bewohnt, die hauptsächlich von Fischfang und Viehzucht leben. Aufgrund ihrer geografischen Lage verfügt die Region über ein großes Potenzial für die Erzeugung von Wind- und Sonnenenergie.

In der Region gibt es auch große Kohle- und Gasvorkommen. Der größte Kohletagebau in Lateinamerika (El Cerrejón) ist seit 1985 in der Region in Betrieb. Von Anfang an wurde der Tagebau von Protesten der umliegenden Gemeinden, insbesondere der indigenen und afrokolumbianischen Gemeinden, begleitet. Der wasserintensive Tagebau belastet die knappen Wasserressourcen der Region; viele Flüsse, die für viele Bewohner der Region äußerst wichtige Lebensgrundlagen darstellen, wurden umgeleitet oder sind versickert. Auch die Luftverschmutzung ist ein großes Problem für die umliegenden Gemeinden. Protest ist für die Bewohner*innen der Region gefährlich, laut Global Witness war Kolumbien im Jahr 2019 das gefährlichste Land für Land- und Umweltaktivisten. 64 soziale Führer*innen und Gewerkschafter*innen wurden in Kolumbien gefoltert und ermordet, weil sie gegen die Bergbauindustrie protestierten (Global Witness 2020).

Mit dem weltweiten Kohleausstieg steht die Kohleindustrie in Kolumbien und die Region vor großen Veränderungen. Die kolumbianische Regierung hat die Notwendigkeit der Energiewende erkannt und sieht in La Guajira eine Region, die den Wandel vorantreiben kann. Aufgrund des großen Potenzials an Solar- und Windenergie ist die Region wie geschaffen für den groß angelegten Ausbau erneuerbarer Energien. Ziel ist es, bis Ende 2022 in Kolumbien eine installierte Leistung von 2500 MW zu erreichen. Der Fokus der Regierung liegt dabei auf Megaprojekten.

Die Energiewende in der Region kann eine Chance sein, nicht nur die Energiewende in Kolumbien voranzubringen und die Energiearmut in der Region zu bekämpfen, sondern auch echten wirtschaftlichen und sozialen Fortschritt in die Region zu bringen. Um dies zu erreichen, ist es jedoch notwendig, die Energiewende als einen sozio-politischen Prozess zu betrachten und die Umsetzung von Plänen und Strategien stets unter sozio-ökonomischen Gesichtspunkten zu bewerten, wobei der Nutzen für die Gemeinden im Mittelpunkt stehen sollte.

1.1 Aufgabenstellung

Die Bestrebungen die Energiewende in Kolumbien voranzutreiben, bedeuten für La Guajira viele neue Veränderungen und Herausforderungen. Es kann aber auch neue Möglichkeiten eröffnen. Unter der Leitfrage, wie die Energiewende als Chance für marginalisierte Gemeinschaften gestaltet werden kann, befasst sich dieser Arbeit mit der Energiewende in Kolumbien, insbesondere in der Region La Guajira. Derzeit gilt die Region, aufgrund des hohen Potential für Wind- und Solarenergie, als das Herzstück der Energiewende im Land. Hier sind derzeit mehr als 30 Projekte mit mehr als 4700 MW installierte Kapazität geplant. Währenddessen hat nicht die komplette Bevölkerung, die

hauptsächlich aus der indigenen Gruppe der Wayuú, Afrokolumbianern und Kleinbauern besteht, Zugang zu Energie. Aufgrund von nur 58,85 % Deckung sind mehr als 80.000 Haushalte ohne Strom. Die Menschen in der Region könnten auf mehreren Ebenen von der Energiewende profitieren, dafür müssen geeignete Strategien gefunden werden.

Weltweit gibt es einen Trend zur Dezentralisierung der Energiesysteme, der vor allem durch erneuerbare Technologien vorangetrieben wird. Demokratisierungsprozesse spielen in diesem Prozess eine wichtige Rolle. Durch die Schaffung dezentraler Erzeuger, die nicht mehr im Besitz einiger weniger Konzerne sind, wird das Energiesystem durch eine Vielfalt von Akteur*innen bereichert und demokratischer gestaltet. Energiegenossenschaften sind wichtige Triebkräfte dieses Prozesses. In Ländern des globalen Nordens und insbesondere in Deutschland haben sich Energiegenossenschaften als eine gute Möglichkeit für die Bürgerinnen und Bürger erwiesen, sich an der Energiewende zu beteiligen. Ein gutes Beispiel stellen die Bürgerwerke dar, mit 107 Energiegenossenschaften aus ganz Deutschland betreibt der Verbund 1.400 dezentrale Kraftwerke, die sich in der Hand von ca. 40.000 Bürger*innen befinden¹.

Im Rahmen dieser Arbeit wird die Rolle von Energiegenossenschaften in La Guajira als mögliche Strategie zur Demokratisierung der Energiewende untersucht und geeignete Geschäftsmodelle für die Region formuliert, die auf ihre Kompatibilität mit dem derzeitigen Rechtsrahmen sowie auf die Wirtschaftlichkeit der Projekte geprüft werden. Darüber hinaus wird untersucht, inwieweit die aktuelle Strategie der Regierung sowie der regulatorische Rahmen die Bürgerbeteiligung an Projekten wie Energiegenossenschaften fördert oder behindert und wie gerecht und demokratisch die Energiewende im Land ist. Als Rahmen dient das Konzept der Energiegerechtigkeit, bei dem analysiert wird, wie die Lasten und Vorteile des Energiesystems auf alle Menschen verteilt sind.

1.2 Ziele

Ziel dieser Arbeit ist es, die derzeitigen Rahmenbedingungen für Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien zu erfassen und zu analysieren, einschließlich des rechtlichen Rahmens sowie der Anreize und Subventionen für solche Projekte. Die verschiedenen Optionen für die Kommerzialisierung von Strom aus erneuerbaren Energien, die unter den derzeitigen Bedingungen möglich sind, sollen auch untersucht werden. Insbesondere werden die Vergabeverfahren für Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien, wie z. B. Auktionen, aber auch die Bedingungen für kleine Erzeuger und Selbstversorger untersucht. Damit sollen die vorherrschenden Bedingungen für Energiegenossenschaften untersucht, um zu beurteilen, wie die derzeitigen Bedingungen Energiegenossenschaften fördern oder behindern.

Darüber hinaus werden Energiegenossenschaften als Wegbereiter einer von den Bürgern vorangetriebenen Energiewende untersucht. Es wird analysiert welche Hindernisse und Chancen sich für die Gründung von Energiegenossenschaften in La Guajira ergeben und welche Änderungen der derzeitigen Bedingungen erforderlich wären, um mehr Bürgerenergie zu ermöglichen. Außerdem wird untersucht, welche Auswirkungen Energiegenossenschaften auf die Gemeinden in La Guajira haben könnten und wie sie zu

¹ <https://buengerwerke.de>

mehr Gerechtigkeit führen könnten. Um konkrete Handlungsoptionen zu erarbeiten, werden im Rahmen dieser Arbeit verschiedene Kooperationsmodelle, die in La Guajira umgesetzt werden können, formuliert und analysiert. Dabei wird die wirtschaftliche Machbarkeit, aber auch die Machbarkeit unter den derzeitigen regulatorischen Rahmenbedingungen untersucht.

Sowohl die Energiegenossenschaften als auch der derzeitige Energiewendeprozess in Kolumbien werden durch die Brille der Energiegerechtigkeit untersucht, um zu sehen, wie diese beiden Aspekte die sozialen Probleme im Zusammenhang mit der Energieversorgung angehen und wie sie dazu beitragen können weitere soziale Probleme zu mildern.

Konkret werden mit dieser Arbeit die folgenden Ziele verfolgt:

- Zusammenstellung der aktuellen Bedingungen für Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien
 - o Subventionen und Anreize
 - o Vermarktungsmechanismen
- Untersuchungen der Rahmenbedingungen für Energiegenossenschaften und deren Auswirkungen auf die Gemeinschaft
- Formulierung möglicher Genossenschaftsmodelle für La Guajira und Untersuchung der Durchführbarkeit und wirtschaftlichen Rentabilität unter den derzeitigen Bedingungen.
- Bewertung des Energiewendeprozesses in Kolumbien und der Energiegenossenschaften anhand des Konzepts der Energiegerechtigkeit.

1.3 Vorgehensweise

Um die Ziele dieser Arbeit zu erreichen, wird zunächst der regulatorische Rahmen, unter dem die aktuelle Energiewende in Kolumbien von der Regierung gefördert wird, umfassend untersucht. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den verschiedenen Fördermechanismen und Anreizen, die der Rechtsrahmen bietet. Es wird auch geklärt, wie die Vergabemechanismen im dem Land umgesetzt werden und wie sie die Akteur*innen der Energiewende bestimmen. Die Ergebnisse dieser Recherche werden in gebündelter Form in dieser Arbeit vorgestellt.

Anschließend werden Energiegenossenschaften und das Konzept der Bürgerenergie untersucht. Dabei soll aufgezeigt werden, welche Arten von Energiegenossenschaften es gibt, welche Vor- und Nachteile sie haben und mit welchen Hürden und begünstigenden Faktoren sie konfrontiert sind.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf der Energiewende in der Provinz La Guajira. Um diese besser zu verstehen, werden die wichtigsten Informationen über die Provinz gesammelt. Dazu gehören die allgemeine Situation der Bevölkerung, die Energiesituation einschließlich der Versorgungslage und des Zustands der Netze sowie das Potenzial für die Erzeugung aus erneuerbaren Energiequellen in der Region.

Sowohl der Prozess der Energiewende als auch die Energiegenossenschaften sollen mit Hilfe des Konzepts der Energiegerechtigkeit untersucht werden. Zunächst wird dafür der

Stand der Wissenschaft zu diesem Konzept recherchiert und zusammengefasst. Dabei soll ein Rahmen mit Bewertungskriterien für die in der Arbeit untersuchten Aspekte formuliert werden. Anhand dieses Rahmens wird der Prozess der Energiewende in Kolumbien sowie die Wirkung von Energiegenossenschaften bewertet.

Anschließend werden die Energiegenossenschaften im Kontext der Provinz La Guajira analysiert. Zu diesem Zweck werden verschiedene Modelle aus der Literatur gesammelt, die in der Region umgesetzt werden können. Es wird analysiert, welche spezifischen Barrieren für die Energiegenossenschaften in der Region bestehen und wie die Finanzierung geklärt werden könnte. Danach werden die für die Region am besten geeigneten Modelle ausgewählt. Um diese zu bewerten, werden Referenzprojekte entworfen, um die Wirtschaftlichkeit der Modelle zu überprüfen. Hierfür müssen geeignete Methoden gewählt werden. Diese Modelle sollen auch mit Hilfe des Rahmens für Energiegerechtigkeit untersucht werden.

2 Grundlagen

Die kolumbianische Energiematrix wird hauptsächlich von der Wasserkraft geprägt. 71,85 % der Energie wird durch Wasserkraft erzeugt, gefolgt von der Nutzung von Gas mit 14,36 % und Kohle mit 12,38 % (IEA 2022). Die große Abhängigkeit von der Ressource Wasser stellt eine Herausforderung dar. Das El-Niño-Phänomen, das lange Dürreperioden verursacht, bedroht die sichere Stromversorgung des Landes. Daher ist eine Diversifizierung der Matrix sehr wichtig, um das Energiesystem des Landes auf lange Sicht zu verbessern. Darüber hinaus machen der Klimawandel und die Verpflichtungen des Landes im Rahmen des Pariser Abkommens die Energiewende im Land zu einer Notwendigkeit. Die kolumbianische Regierung hat 2014 begonnen, die regulatorischen Weichen zu stellen, um den Prozess voranzutreiben.

Der Auftakt für die Energiewende war die erste Auktion von Projekten zur Erzeugung mit erneuerbaren Energien im Februar 2019, die wegen Nichterfüllung der Wettbewerbskriterien nicht erfolgreich war. Der Konzentrationsindex, der eine zu hohe Konzentration von Angeboten einer begrenzten Anzahl von Marktteilnehmern erkennen soll, wurde überschritten und der Marktbeherrschungsindex, der die Marktanteilgrenze für erfolgreiche Gebote begrenzen soll, wurde auch nicht erfüllt. Dennoch war das Interesse groß, so dass die Regierung beschloss, neue Auktionen mit angepassten Bedingungen durchzuführen. Bei der zweiten Auktion war das einzige Wettbewerbskriterium dass ein Bieter nicht mehr als 40 % des Volumens erhalten durfte (IRENA 2021). Bislang wurden zwei Auktionen erfolgreich durchgeführt und haben zur Förderung der erneuerbaren Energien im Land beigetragen. Auktionen sind bisher das wichtigste Instrument des Landes für den Einstieg in den Markt für erneuerbare Energien. Die Region La Guajira hat aufgrund ihrer hohen Ressourcen eine wichtige Rolle bei den Auktionen gespielt und wird auch weiterhin eine wichtige Rolle bei der weiteren Entwicklung der Energiewende spielen. Zugleich ist La Guajira ein sehr komplexes Departement mit zahlreichen Konflikten und Problemen. Die Region wird hauptsächlich von der indigenen Bevölkerung der Wayuú-Gruppe, Afrokolumbianer*innen und Kleinbauer*innen bewohnt. Vor allem in der oberen Guajira ist die Wasserversorgung

problematisch, was zu dem weit verbreiteten Problem der Unterernährung von Kindern führt. Außerdem wird in der Region seit Jahrzehnten Steinkohle abgebaut, was eine erhebliche Umweltbelastung mit sich bringt, das Wasserproblem verschärft und die Lebensweise der Wayuú bedroht. Die Einwohner fühlen sich ignoriert und im Stich gelassen, weil ihren Forderungen nicht nachgekommen wird. Wie im Fall der Umleitung des Baches Bruno, einer wichtigen Wasserquelle für die Gemeinden, die auch nach einem Urteil des Verfassungsgerichts für die Fortsetzung des Bergbaus umgeleitet werden könnte und somit nicht mehr für die Gemeinde nutzbar wäre. Der 2017 vom Gericht eingerichtete interinstitutionelle Runde Tisch, der die Situation des Flusses untersuchen und definieren sollte, berücksichtigte die Vorschläge der Gemeinden nicht (El Espectador 2022). Diese Region zeigt sehr gut, dass die Energiewende nicht nur aus einer technischen, sondern auch aus einer sozialen Perspektive betrachtet werden muss, um einen Prozess in Gang zu setzen, der über die Dekarbonisierung der Energiematrix hinaus einen sozialen Wandel und Wohlstand für die Bewohner*innen bringen kann. Deshalb ist es wichtig, nach Konzepten zu suchen, die diese beiden Aspekte, die Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien im Land und die Einbeziehung der Bewohner*innen von Regionen mit hohem Potenzial an erneuerbaren Energien auf allen Ebenen, miteinander verbinden.

2.1 Community Energy / Bürger Energie

In Kolumbien werden die meisten Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien von großen Unternehmen durchgeführt. Diese verfügen über die nötige Finanzkraft, um diese Art von Investitionen in Großprojekte zu tätigen. Den rechtlichen Rahmen und die Vergabeverfahren tragen dazu auch bei. Dieser Trend bedeutet jedoch, dass die Beteiligung an der Energiewende auf sehr wenige Akteur*innen beschränkt ist, so dass die umliegenden Gemeinden keine Möglichkeit haben, sich aktiv an diesem wichtigen Prozess zu beteiligen. Infolgedessen wird die Energiewende die soziale und wirtschaftliche Lage möglicherweise nicht verbessern, da die Gewinne aus der Erzeugung erneuerbarer Energien nur in den Händen von Großunternehmen verbleiben und die Bürgerinnen und Bürger nicht darüber entscheiden können, wo und welche Projekte für die Gemeinschaften von Vorteil sind. Der von der Regierung im Jahr 2022 veröffentlichte Fahrplan für die Wasserstoffproduktion in Kolumbien unterstreicht diesen Trend (Ministerio de Minas y Energía 2022). Ein großer Teil des produzierten Wasserstoffs wird exportiert werden, was zu einem Wettbewerb zwischen der heimischen Versorgung mit erneuerbaren Energien und die Versorgung der Wasserstoffproduktion für den Export führen wird.

Weltweit gibt es aber einen Trend zur Demokratisierung der Energiewende, der darauf abzielt, die beteiligten Akteur*innen zu diversifizieren, um die Vorteile der Energiewende gerechter an mehr Menschen zu verteilen und auch Menschen zu Investitionen zu ermutigen, die als Einzelpersonen nicht in der Lage wären, sich an solchen Projekten zu beteiligen. Unter dem Dach der Bürgerenergie sind verschiedene Initiativen entstanden, die versuchen, Projekte in Erneuerbaren Energie mit Bürgerbeteiligung zu fördern. Diese Projekte können unterschiedliche Formen annehmen, wie z. B. Vereine, Trusts und Stiftungen, kundeneigene gemeinnützige

Unternehmen, Nachbarschaftsverbände oder Genossenschaften. Das Hauptmerkmal dieser Art von Projekten ist, dass es sich um Initiativen handelt, die in den Händen von geografischen Gemeinschaften oder Interessengemeinschaften liegen, die für die Kontrolle, das Management oder den Besitz der Energieprojekte zuständig sind, sei es für die Energieerzeugung, -verteilung oder -vermarktung. Die Projekte zeichnen sich dadurch aus, dass sie kollaborative Lösungen auf lokaler Ebene anbieten, die neben der Förderung erneuerbarer Energien auch einen Mehrwert für die regionale Entwicklung schaffen sollen (REN21 2017). Bürgerenergie kann dazu beitragen, die Beteiligung der Bürger*innen zu ermöglichen, die gesellschaftliche Akzeptanz erneuerbarer Energien zu erhöhen, die Energieerzeugung zu dezentralisieren, das Bewusstsein für Energiefragen zu schärfen, lokale Wertschöpfung zu erzielen, Fähigkeiten zu entwickeln und Kapazitäten aufzubauen (Hanke et al. 2021).

2.1.1 Energiegenossenschaften

Eine der am häufigsten verwendeten Formen von Gemeinschaftsenergieprojekten ist die Genossenschaft. Diese Form wurde in der Vergangenheit in vielen Bereichen wie Landwirtschaft, Ernährung, Kreditwesen und Produktion verwendet.

Eine Genossenschaft kann als soziales und wirtschaftliches Unternehmen definiert werden, das die wirtschaftliche, soziale und kulturelle Förderung seiner Mitglieder*innen anstrebt und dabei andere Ziele als die Gewinnmaximierung verfolgt (Yildiz et al. 2015). Die Sonderverwaltungseinheit für Solidaritätsorganisationen (UAEOS) definiert als Hauptmerkmal von Genossenschaften die Tatsache, dass es sich um gemeinnützige genossenschaftliche Einrichtungen handelt, bei denen die Nutzer*innen sowohl Beitragszahler*innen als auch Manager*innen des Unternehmens sind, dessen Ziel es ist, Waren oder Dienstleistungen für seine Mitglieder*innen und die Gemeinschaft insgesamt zu produzieren oder zu vertreiben (Vásquez 2019).

Genossenschaften zeichnen sich durch ihren demokratischen Charakter aus, bei dem alle Mitglieder*innen nach dem Prinzip "ein Mitglied - eine Stimme" am Entscheidungsprozess beteiligt sind, wodurch alle Prozesse und Investitionen der Genossenschaft demokratisiert werden. Dies bedeutet, dass die Mitglieder*innen eng in die Angelegenheiten der Genossenschaft eingebunden werden müssen. Abgesehen von dieser Besonderheit sind Genossenschaften auch deshalb so attraktiv, weil sie es den Menschen ermöglichen, in Projekte zu investieren, an denen sie sich einzeln nicht beteiligen könnten, da die Genossenschaft durch die Bündelung von Ressourcen und die Teilung von Risiken diesen Menschen die Möglichkeit zur Beteiligung gibt. Im Zusammenhang mit Energiegenossenschaften geben Genossenschaften ihren Mitglieder*innen die Möglichkeit, sich aktiv an der lokalen Energiepolitik zu beteiligen, ohne große wirtschaftliche Risiken eingehen zu müssen. Sie machen ihre Mitglieder*innen zu aktiven Akteur*innen der Energiewende und demokratisieren so den gesamten Prozess und öffnen den Markt für Menschen, die nicht daran interessiert sind oder nicht die Möglichkeit haben, sich über den traditionellen Markt und die Hierarchien zu beteiligen. Die Mitglieder*innen dieser Genossenschaften sind in der Regel nicht nur an finanziellen Gewinnen, sondern auch an anderen Vorteilen für die Gemeinschaft interessiert, und ihre Motivation geht über die Senkung des Preises für die von ihnen

verbrauchte Energie hinaus (Yildiz et al. 2015).

Die Finanzierung von Energiegenossenschaften kann sich aus einer Mischung aus Mitgliedsbeiträgen, Spenden und Kredite finanzieren. Insbesondere bei Projekten im Bereich der erneuerbaren Energien ist der Kapitalbedarf hoch und Genossenschaften sind daher auf Bankkredite angewiesen, um die Projekte zu finanzieren, oder sie müssen mit anderen öffentlichen oder privaten Einrichtungen zusammenarbeiten.

2.1.2 Arten und Ziele von Energiegenossenschaften

Genossenschaften können nach den von ihnen ausgeübten Tätigkeiten klassifiziert werden. Laut UAEOS (Vásquez 2019) lassen sich in Kolumbien fünf verschiedene Arten von Genossenschaften unterscheiden:

- Spezialisierte Genossenschaft: hat eine einzige Tätigkeit, die auf einen bestimmten Bedarf ausgerichtet ist.
- Multiaktive Genossenschaft: bedient mehrere Bedürfnisse durch verschiedene unabhängige Dienste, die in einer einzigen Einheit zusammengefasst sind.
- Integrale Genossenschaft: fasst mehrere Aktivitäten zusammen, die miteinander verbunden sind und sich gegenseitig ergänzen.
- Arbeitnehmergenossenschaft: Natürliche Personen tragen wirtschaftlich zur Genossenschaft bei und bringen auch ihre Arbeitskraft ein.
- Vorgenossenschaften: zeitlich begrenzte Zusammenschlüsse als Maßnahme zur Förderung des Evolutionsprozesses hin zum Genossenschaftsmodell.

Nach dieser Klassifizierung können Energiegenossenschaften je nach der von ihnen ausgeübten Tätigkeit als spezialisierte oder integrale Genossenschaften eingestuft werden. Energiegenossenschaften können sich auf die Erzeugung, die Verteilung oder die Vermarktung spezialisieren und so zu spezialisierten Genossenschaften werden oder zwei oder mehr dieser Tätigkeiten kombinieren und so zu integrierten Genossenschaften werden, da sich diese Tätigkeiten gegenseitig ergänzen.

Die übergeordneten Ziele von Genossenschaften sind die Verbesserung der wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Bedingungen ihrer Mitglieder*innen und der von ihnen beeinflussten Gemeinschaften. Da die Gewinnmaximierung nicht ihre oberste Priorität ist, können sie in ihre Aktivitäten Faktoren einbeziehen, die andere Arten von Nutzen für ihre Mitglieder*innen und ihre Gemeinschaft schaffen.

Im europäischen Kontext ist zu beobachten, dass Energiegenossenschaften in erster Linie den Eigenverbrauch der erzeugten Energie anstreben, gefolgt von dem Wunsch nach Unabhängigkeit von den Preismechanismen des Energiemarktes, der Dezentralisierung der Energieerzeugung mit höherer Effizienz durch Verkürzung des Energietransports, der Teilung finanzieller Risiken und der Diversifizierung der Einkommensquellen, der Einsparung von Energie und der Kosten für den Energietransport, dem Gewinn aus dem Verkauf überschüssiger Energie und der Schaffung sozialer Verbindungen in der Gemeinschaft (Vásquez 2019).

Im nationalen Kontext und je nach dem lokalen Kontext, in dem die Genossenschaft entwickelt wird, können andere Ziele hinzugefügt oder ergänzt werden, wie die

Elektrifizierung von nicht angeschlossenen Gebieten, die Schaffung von Arbeitsplätzen vor Ort, die Ausbildung von Fähigkeiten in der Gemeinschaft und der Schutz der sozialen und kulturellen Identität. Vor allem in indigenen Gebieten können gemeinschaftlich geführte Kooperationsprojekte darauf abzielen, das Gebiet und die angestammten Bräuche der Gemeinschaft zu schützen, die von Megaprojekten betroffen sein könnten.

2.1.3 Vor- und Nachteile

Das einzigartige Merkmal von Genossenschaften ist ihr demokratischer Charakter, der die aktive Beteiligung ihrer Mitglieder*innen fördert, was dazu beitragen kann, das Bewusstsein und die Kapazitäten für Energiefragen und die Bedeutung von Energieeffizienzverbesserungen zu stärken (REN21 2017). Der partizipative Entscheidungsprozess kann im Vergleich zu Projekten traditioneller Unternehmen zu einer größeren gesellschaftlichen Akzeptanz führen. Darüber hinaus ermöglicht der gemeinschaftliche Charakter die Teilung wirtschaftlicher Risiken und den Zugang kleinerer Investoren zu Projekten (Yildiz et al. 2015).

Im ländlichen Raum und in nicht vernetzten Gebieten können Energiegenossenschaften dazu beitragen, Probleme im Zusammenhang mit der Energiearmut zu überwinden. Dieses Modell ist im Vergleich zu anderen ländlichen Elektrifizierungsmodellen vorteilhafter, da es dazu beiträgt, Probleme im Zusammenhang mit fehlenden Investitionen und mangelndem Interesse der Versorgungsunternehmen, Hindernisse im Zusammenhang mit der sozialen Integration und der Akzeptanz erneuerbarer Technologien, der Schulung der Endnutzer und des Kundendienstes sowie der fehlenden lokalen Kapazitäten für die Wartung zu überwinden (Madriz-Vargas et al. 2018).

Nach Siddiqui (2003) sind Energieversorgungsmechanismen auf Gemeindeebene die geeignetste Option für die Einrichtung, Instandhaltung und Verwaltung von Energiedienstleistungen im ländlichen Raum. Sie tragen zur Entwicklung technologischer Fähigkeiten, zur Schaffung wirtschaftlicher Aktivitäten und zur Verbesserung der Lebensbedingungen bei, einschließlich des Zugangs zu Elektrizität für marginalisierte Gemeinschaften.

Der demokratische Charakter von Genossenschaften kann aber auch Probleme mit sich bringen. Eine gerechte und demokratische Entscheidungsfindung braucht Zeit und kann die Dynamik des Projekts verlangsamen. Die gemeinsame Verantwortung kann zu Problemen aufgrund unterschiedlicher Ziele und Visionen führen. Obwohl eine gleichberechtigte Entscheidungsfindung innerhalb der Genossenschaft zu einer größeren Akzeptanz führen kann, können Hindernisse für den Eintritt in die Genossenschaft, wie z. B. hohe Eintrittsgebühren, die Vielfalt der Akteur*innen in der Genossenschaft einschränken. Dies kann zu Problemen mit der übrigen Gemeinschaft führen, da der Genossenschaft aufgrund der fehlenden Vertretung der Gemeinschaft die Legitimität fehlt. Insbesondere in Gemeinschaften, in denen bereits ideologische, politische und soziale Gräben bestehen, können solche Projekte diese Gräben vertiefen und die Zukunft des Projekts gefährden (Yildiz et al. 2015).

Ein weiterer Nachteil ist der Mangel an Kapital und personellen Ressourcen für die Entwicklung großer Projekte im Vergleich zu großen, spezialisierten Bauträgern. Diese

verfügen über einen größeren finanziellen und organisatorischen Apparat mit Zugang zu größeren Kapitalreserven und personellen Ressourcen für den bürokratischen Teil und können leichter mit Unwägbarkeiten umgehen, da sie in der Regel mehrere Projekte gleichzeitig entwickeln und somit die Risiken streuen können. Im Gegensatz dazu können sich Genossenschaften in der Regel nur auf ein Projekt zur gleichen Zeit konzentrieren. Diese Nachteile gewinnen an Bedeutung, wenn sie an Auktionen teilnehmen und somit direkt mit großen Projektentwicklern konkurrieren (REN21 2017).

2.1.4 Hürden und ermöglichende Faktoren

Eines der Haupthindernisse für Energiegenossenschaften ist der Zugang zur Finanzierung. Da ihr Hauptziel nicht die Gewinnmaximierung ist, ist sie für Kreditgeber und Investoren weniger attraktiv. Viele Genossenschaften haben nur Zugang zu dem Kapital, das ihre Mitglieder*innen beisteuern können, was unter Umständen nicht ausreichend ist. Insbesondere in Regionen, in denen marginalisierte Gemeinschaften leben, ist dies das Hauptproblem, wenn sie nicht über Unterstützungsmechanismen für die Projektentwicklung und -finanzierung verfügen. Diese Mechanismen müssen nicht nur von staatlichen Einrichtungen ausgehen, sondern können auch von anderen nichtstaatlichen Institutionen wie Stiftungen, NROs oder Universitäten angeboten werden (Tarhan 2015).

Je nach Geschäftsmodell kann der fehlende Zugang zum Stromnetz ein Hindernis sein. Die Kosten für die Errichtung von Stromnetzen, um sich an das bestehende Netz anzuschließen, können die Wirtschaftlichkeit des Projektes ruinieren. Vergabemechanismen wie Auktionen können ebenfalls ein Hindernis darstellen, wenn genossenschaftliche Projekte direkt mit auf diese Art von Projekten spezialisierten Bauträgern konkurrieren müssen, da Genossenschaften weniger wettbewerbsfähig und weniger in der Lage sind, Risiken zu diversifizieren und den bürokratischen Aufwand für diese Verfahren zu tragen. Vergabemechanismen, die sich nur darauf konzentrieren, den günstigsten Preis für Energie zu erzielen, benachteiligen kooperative Projekte, die nicht auf Gewinnmaximierung abzielen, sondern andere Vorteile für die Gemeinschaften schaffen. Das Haupthindernis ist im Allgemeinen ein Mangel an Vorschriften und Förderprogrammen, die diese Art von Projekten vorrangig behandeln (REN21 2017).

Auf Gemeindeebene ist der Mangel an personellen Ressourcen ein Problem für die Kooperative. Es ist notwendig, motivierte Leute zu haben, um das Projekt voranzutreiben, aber es ist auch wichtig, ein gewisses lokales Know-how zu haben, um den Erfolg des Projekts zu garantieren. Mangelndes Vertrauen in kommunale Strukturen und deren Organisationsfähigkeit sowie falsche Vorstellungen über Technologien zur Erzeugung erneuerbarer Energien können ebenfalls zum Scheitern von Projekten beitragen.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist der Zugang zu geeignetem Land für die Projektentwicklung. Vor allem in Gebieten, in denen die natürlichen Ressourcen optimal sind, konkurrieren die Genossenschaften möglicherweise mit großen Erschließungsunternehmen um das gleiche Land (Tarhan 2015).

Bei der Gründung einer Energiegenossenschaft und der erfolgreichen Entwicklung von Projekten sind mehrere Faktoren ausschlaggebend. Ein Faktor, der einen solchen Prozess

erheblich erleichtert, ist das Vorhandensein oder die Bildung stabiler und dauerhafter sozialer Strukturen innerhalb der Gemeinschaft, die die Projekte in der Planungs- und Installationsphase sowie in der Betriebsphase unterstützen. Diese Strukturen sind wichtig, da sie die erzeugten Erträge verwalten, die Wartungstätigkeiten koordinieren und während des Betriebs und in Notfällen Unterstützung leisten. Robuste soziale Strukturen können zu harmonischeren Entscheidungsprozessen beitragen, die zu einer größeren Akzeptanz führen; bereits bestehende Konflikte in der Gemeinschaft können dabei zusätzliche Probleme aufwerfen. Es ist wichtig, dass das Projekt während des Betriebs weiterverfolgt und überwacht wird, um seine Dauerhaftigkeit zu gewährleisten.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist die technische Konzeption der Projekte, die solide sein und gemeinsam mit der Gemeinde entwickelt werden muss, um lokale Kapazitäten für Wartung und Betrieb aufzubauen und sicherzustellen, dass die Bevölkerung das in Betrieb genommene System versteht. In allen Phasen des Projekts ist es außerdem wichtig, dass sich die Mitglieder*innen der Kooperative darüber im Klaren sind, welche Kenntnisse und Fähigkeiten in der Gemeinschaft vorhanden sind und welche von außen hinzugezogen werden müssen. Vor allem auf der technischen Seite ist es wichtig, die Hilfe von Fachpersonal in Anspruch zu nehmen, ohne dabei zu vergessen, wie wichtig es ist, die Mitglieder*innen der Gemeinschaft in die Entscheidungsfindung und die Gestaltung des technischen Systems einzubeziehen (Madriz-Vargas et al. 2018).

Der rechtliche Rahmen, die Anreizpolitik und die Finanzierungsmechanismen können ebenfalls eine wichtige Rolle für den Erfolg von Energiegenossenschaften spielen. Zuteilungsmodelle, die kommunalen Projekten zugutekommen, gute Kreditbedingungen, Steuerbefreiungen und andere Anreize können den Gemeinden helfen, ihre Energieprojekte erfolgreich durchzuführen (Siddiqui 2003).

2.2 Provinz La Guajira

2.2.1 Allgemeine Information

La Guajira ist die nördlichste Provinz Kolumbiens und liegt an der Karibikküste. Der größte Teil der Provinz liegt auf der Halbinsel Guajira, die überwiegend flach ist und ein trockenes Klima aufweist. Im Süden der Provinz befinden sich die Ausläufer der Sierra Nevada de Santa Marta und der Perijá-Bergkette sowie die Flüsse Ranchería und Cesar. Die Temperaturen in La Guajira liegen zwischen 22 °C und 30 °C, können aber auch Höchsttemperaturen von bis zu 42 °C erreichen. Das Klima ist sehr trocken, mit Niederschlägen nur zwischen September und Dezember; es ist die trockenste Region in Kolumbien (Gobernación de la Guajira).

Die Provinz hat etwa 1.000.000 Einwohner und wird von fünf indigenen Gruppen bewohnt, wobei die Wayuú-Gruppe die bedeutendste in der Region ist. Die Mehrheit der Bevölkerung ist indigen (44,9 %), gefolgt von Mestizen und Weißen (40,3 %), Afrokolumbianern (14,8 %) und einer kleinen Minderheit von Romnja (0,04 %) (DANE 2010).

Die Wirtschaft der Region ist geprägt durch die Gewinnung von mineralischen Rohstoffen. Die größte Kohlemine Südamerikas befindet sich in der Provinz, die auch

eine Güterbahnlinie unterhält, um die geförderte Kohle zum nächstgelegenen Hafen zu transportieren. Auch Erdgas wird in der Provinz gefördert, etwa 500 Millionen Kubikfuß pro Tag. Der Handel spielt in der Region aufgrund der Grenzlage zu Venezuela und der Hafeninfrastruktur eine wichtige Rolle. Der Dienstleistungs- und Handelssektor sind der zweitwichtigste in der Region. Der Rest der Bevölkerung lebt hauptsächlich von Landwirtschaft, Viehzucht und Fischerei. Landwirtschaft und Viehzucht sind aufgrund des trockenen Klimas nur begrenzt möglich (Gobernación de la Guajira).

Eines der Hauptprobleme in der Region ist die weit verbreitete Unterernährung von Kindern. Im Jahr 2015 wurden in La Guajira 46 Todesfälle pro tausend Einwohner bei Kindern unter einem Jahr und 60 Todesfälle pro tausend Einwohner bei Kindern unter fünf Jahren gemeldet (Lennon et al. 2019). Das Problem des mangelnden Zugangs zu Wasser trägt zu dieser Situation bei. Klimatische Phänomene wie lange Dürreperioden verschärfen das Problem. Die Verschmutzung lokaler Wasserquellen durch den Kohlebergbau und die Umleitung von Flüssen zur Versorgung der Minen verschärfen das Problem zusätzlich (Sherriff 2018).

Die Wayúu sind die größte indigene Gruppe in Kolumbien und leben in der Provinz Guajira in Kolumbien und in der Provinz Zulia in Venezuela (DANE 2019). In La Guajira machen sie die wichtigste Bevölkerungsgruppe aus. Ihre Lebensweise ist durch eine matrilineare Clanorganisation gekennzeichnet (Perrin 1979). Es gibt ca. 30 Clans, die in der Nähe von Wasserquellen angesiedelt sind und über eigenen Territorien verfügen. Die traditionelle Lebensweise ist durch die Viehzucht geprägt, die neben dem wirtschaftlichen Aspekt auch eine rituelle Bedeutung hat, da sie als Tauschware, als Mitgift zur Besiegelung von Ehebindnissen, zur Beilegung von Konflikten und als Entschädigung verwendet wird (Vergara Gozález 1990). Heute wird die wirtschaftliche Existenz der Wayúu, der hauptsächlich von Viehzucht und Landwirtschaft in kleinem Maßstab geprägt ist, durch andere Tätigkeiten wie Fischerei, Handel, Herstellung traditioneller Textilien und Lohnarbeit auf Bauernhöfen oder in Kohlebergwerken ergänzt. Auch der Salzabbau war vor der Kolonialisierung ein wichtiger Wirtschaftszweig der Wayúu, aber heute befindet sich der größte Teil des Salzabbaus nicht mehr in indigener Hand.

2.2.2 Energetische Situation

2.2.2.1 Abdeckung Energieversorgung

Die Menge an erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energieressourcen und dem Zugang der Bevölkerung zu Elektrizität stehen in La Guajira in einem Ungleichgewicht. Nach den jüngsten von der Planungseinheit Bergbau und Energie (Unidad de Planeación Minero Energética UPME) veröffentlichten Daten liegt die Provinz La Guajira mit einem Stromversorgungsindex von 58,81 % an dritter Stelle mit dem niedrigsten Versorgungsgrad auf nationaler Ebene und deutlich unter dem nationalen Durchschnitt von 96,5 %. Dies bedeutet, dass mehr als 80.000 Haushalte keinen Zugang zu Elektrizität haben, womit das Departement mit den meisten Haushalten ohne Stromanschluss an der Spitze liegt. Die meisten Haushalte ohne Zugang befinden sich in den ländlichen Gebieten der Provinz. Ein ganz besonderer Fall ist die Gemeinde Uribia, in der heute

mehrere Windparks in Betrieb und geplant sind und die Abdeckung nur 5,63 % beträgt, was vor allem auf die geringe Abdeckung des ländlichen Raums von nur 1,76 % zurückzuführen ist (UPME 2018). Der erste Windpark des Landes ist seit 2004 in Uribia in Betrieb, mit einer installierten Leistung von 19 MW (Rodríguez Lechuga 2021). Dieser besondere Fall verdeutlicht die Asymmetrie zwischen den Energieressourcen und dem Zugang der Bevölkerung zu ihnen.

Die Abdeckung des Erdgasnetzes lag 2019 bei 80,99 % (Ministerio de Minas y Energía 2019). Diese Ressource ist sehr wichtig, da sie der wichtigste Brennstoff zum Kochen in dem Land ist. Langfristig ist es auch wichtig, diesen Brennstoff durch nachhaltigere Optionen zu ersetzen, die besser mit den Zielen der Treibhausgasreduktion übereinstimmen. Die nationale Regierung setzt jedoch weiterhin auf Gas als "emissionsarmen" Brennstoff. Konkrete Maßnahmen zur Substitution dieses Brennstoffs finden sich noch nicht in den Aktionsplänen, sondern eher in der Ausdehnung der Versorgung auf Regionen, die noch nicht über diese Ressource verfügen.

2.2.2.2 Elektrische Netze

Ein wichtiger Aspekt für die Verbreitung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Provinz La Guajira sind die bestehenden Netze. Vor allem bei größeren Projekten spielen die Übertragungsnetze eine wichtige Rolle.

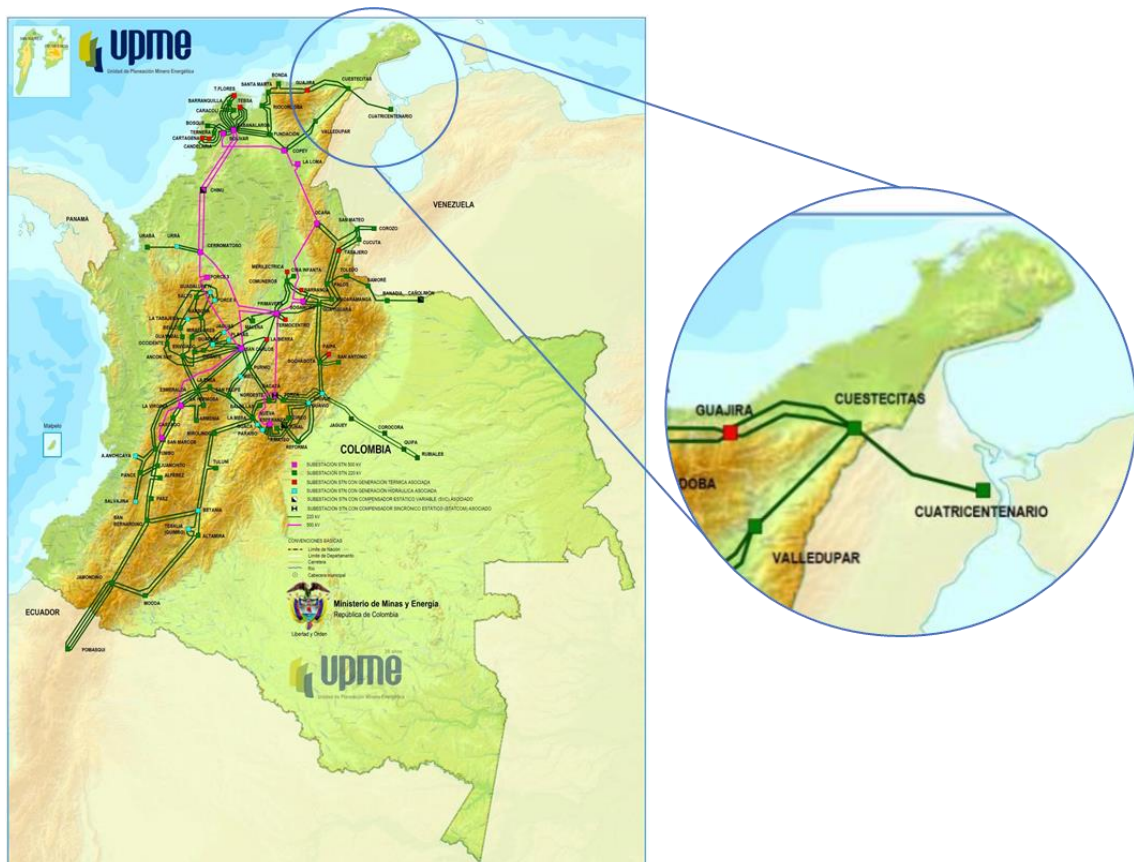


Abbildung 2.1: Stand der Netze in Kolumbien in 2019, mit Vergrößerung auf die Provinz La Guajira. Vgl. UPME (2019a)

Abbildung 2.1 zeigt den Status der Übertragungsnetze in Kolumbien im Jahr 2019. In der Vergrößerung ist die Provinz La Guajira im Detail zu finden. Im Jahr 2019 war die

Provinz nur über drei 220-kV-Stromleitungen an das kolumbianische Verbundnetz und über eine 220-kV-Stromleitung an das venezolanische Verbundnetz angeschlossen. Vor allem im oberen Teil der Provinz, wo die Bedingungen für die Windenergie besser sind, gibt es keine Hochspannungsleitungen, um die dort erzeugte Energie abzufangen. Die nördliche Region des Landes ist nur durch drei 500-kV-Leitungen mit dem Zentrum und dem Südwesten des Landes verbunden, wo sich auch der größte Energiebedarf des Landes befindet. Wenn die Provinz, wie geplant, zum Zentrum der Energiewende wird, müssen nicht nur die Netze in der Provinz, sondern auch die Verbindungen zum Rest des Landes, wo der Verbrauch stattfindet, ausgebaut werden.

Die UPME sieht auch einen erhöhten Bedarf an Netzausbau und stellte einen Plan für den Netzausbau 2019 vor, damit das Verbundnetz unter anderem den Ausbau der erneuerbaren Energien unterstützen kann. Für die Provinz La Guajira bedeutet dies zwei weitere Umspannwerke, die sich bereits im Bau befinden. Im nördlichsten Teil der Provinz sollen ebenfalls zwei weitere Umspannwerke gebaut werden, die sich allerdings noch in der Studienphase befinden, da noch nicht klar ist, ob dort eine Hochspannungs-Gleichstromleitung gebaut wird, die die Provinz direkt mit dem Zentrum des Landes verbinden würde. Sechs neue 500-kV-Leitungen sind ebenfalls im Bau (UPME 2019b). Außerdem werden zwei weitere Trassen gebaut, um die Verbindung zwischen dem Norden, dem Zentrum und dem Südwesten zu verbessern.

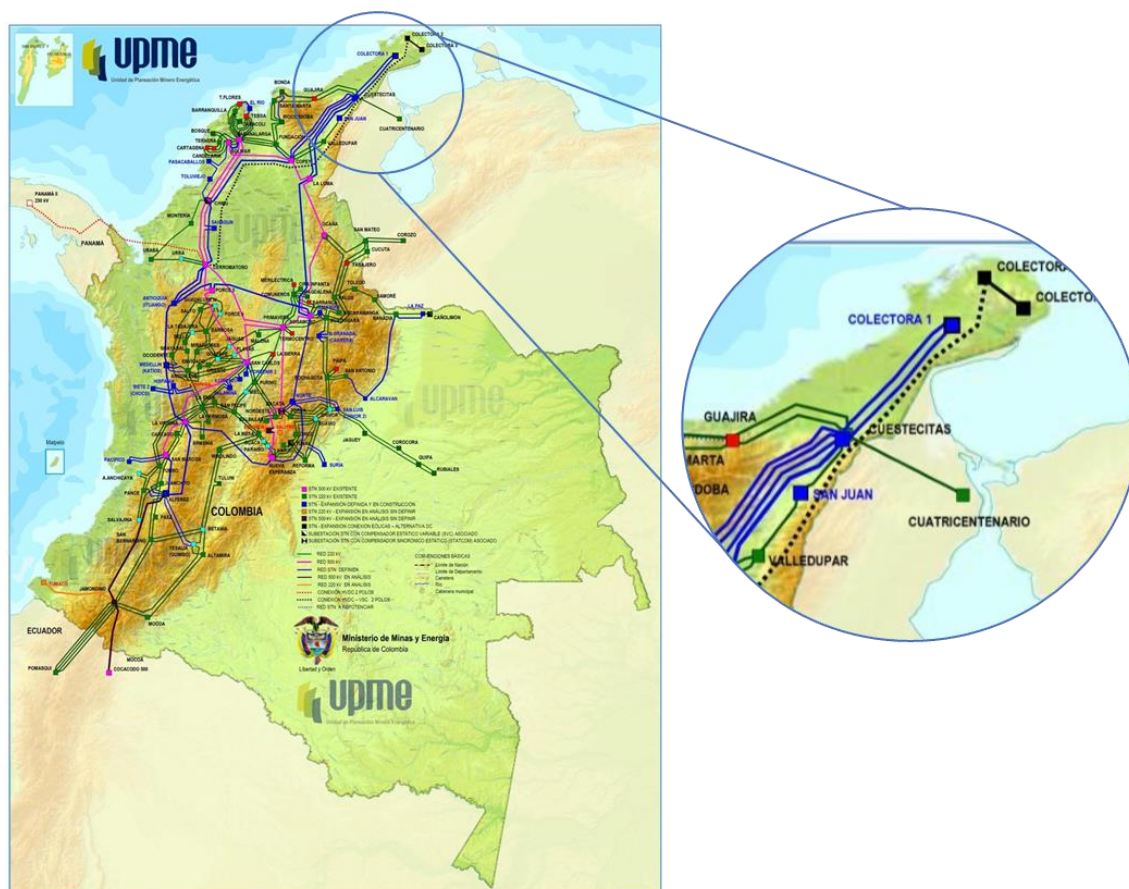


Abbildung 2.2: Vision für die Netze in Kolumbien in 2033, mit Vergrößerung auf die Provinz La Guajira. Vgl.

(UPME 2019b)

2.2.2.3 Erneuerbare Erzeugung

Die erneuerbare Erzeugung in der Region bekommt in dem letzten Jahre eine erhöhte Aufmerksamkeit. In der UPME-Datenbank, in der Projekte im Bereich der nicht-konventionellen erneuerbaren Energieerzeugung registriert sind, waren in der 52. Woche des Jahres 2021 im Departement La Guajira 27 Projekte mit einer Gesamtkapazität von 4851,25 MW registriert. Bei 21 dieser Projekte handelt es sich um Windparks mit einer Gesamtkapazität von 4076 MW, bei den übrigen 6 um Photovoltaik-Projekte mit einer Kapazität von 775,25 MW. 66,6 % der registrierten Projekte befinden sich in Phase 2. In dieser Phase befinden sich die Projekte in der Durchführbarkeitsphase, in der die technische, wirtschaftliche, finanzielle und ökologische Tragfähigkeit des Projekts untersucht wird. Abbildung 2.3 zeigt die geplanten Projekte für erneuerbare Energien in La Guajira sortiert nach ihrer Inbetriebnahme. Von den 27 laufenden Projekten werden 16 bis spätestens 2023 in Betrieb gehen (UPME 2021). Nach Angaben der UPME verfügt die Region über ein Windpotenzial von 15.000 MW, das in den kommenden Jahren genutzt werden kann, wodurch das Departement zur Hauptachse der Energiewende wird (Rodríguez Lechuga 2021). Nach der Indepaz-Projektion für 2030 werden im Departement bis dahin voraussichtlich 57 Windprojekte mit einer installierten Leistung von 6.862 MW in Betrieb sein (Gonzales Posso und Barney 2019).

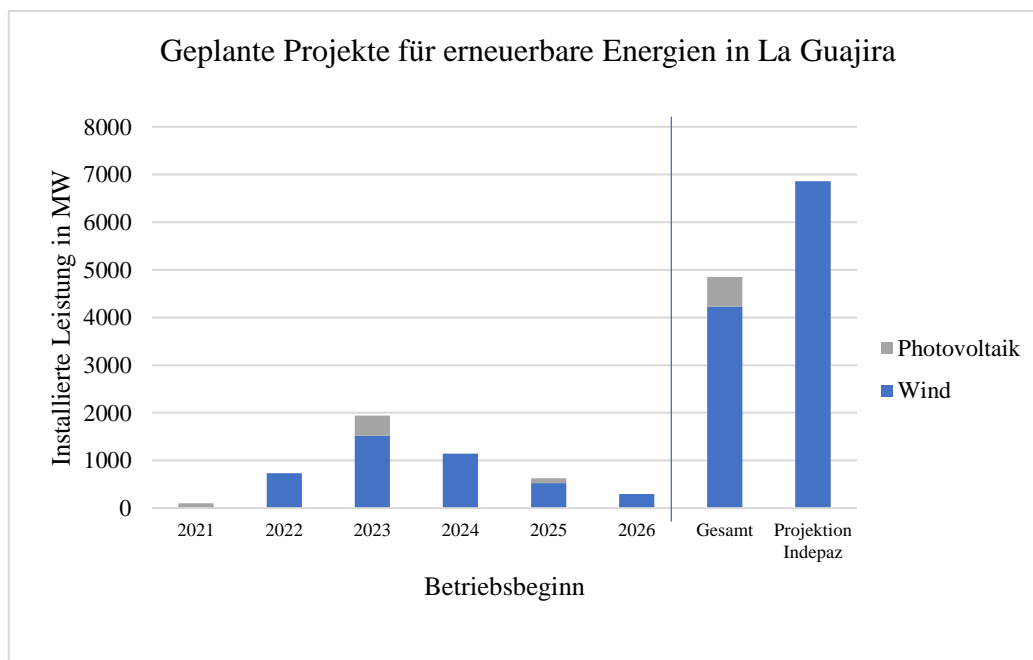


Abbildung 2.3: Geplante Projekte für erneuerbare Energien in La Guajira und Projektion Indepaz für 2030. Eigene Darstellung nach UPME (2021) und Gonzales Posso und Barney (2019)

Im Jahr 2021 war nur der Windpark Jepirachi in Uribia mit einer installierten Leistung von 19 MW in Betrieb. 2021 produzierte dieser Windpark 60,46 GWh, was weniger als 0,08 % der nationalen Erzeugung entspricht. Seit seiner Inbetriebnahme im Jahr 2004 hat dieser Windpark 886,99 GWh Strom produziert (XM 2021a).

2.2.2.4 Verbrauch von erneuerbarer Energie

Durch die voraussichtliche Zunahme an erneuerbare Erzeugung in der Region ist es wichtig zu betrachten wie viel dieser Energie in der Region bleibt und was davon in andere Regionen verbraucht wird. Bei der zweiten Auktion im Jahr 2019 wurden 110 Zuschläge für Energie aus Windprojekten in La Guajira erteilt. Diese 110 Zuschläge wurden an 22 Handelsunternehmen vergeben. Davon war nur einer ein Direktvermarkter in La Guajira. Bei dieser Auktion erhielt das Unternehmen Electrificadora del Caribe S.A. E.S.P., das jetzt Air-e S.A. E.S.P. heißt, den Zuschlag für Energieblöcke aus 5 Windparks in La Guajira. Dieses Unternehmen agiert in der Region als Energieversorgungsunternehmen für Haushalte und Industrie. Die meisten Zuschläge aus diesen Projekten wurden jedoch an andere Vermarktungsunternehmen vergeben, die ihren Wirkungskreis außerhalb der Provinz haben. An der dritten Auktion im Jahr 2021, die von PV-Projekten dominiert wurde, nahmen keine Projekte mit Standort in La Guajira teil.

Projekte in La Guajira haben auch die Möglichkeit, ihre Energie über bilaterale Verträge oder an der Börse zu verkaufen, so dass die Energie über diese Wege auch an Händler in der Region verkauft werden könnte. Da es keine zentrale Datenbank gibt, in der die bilateralen Verträge zusammengefasst sind, ist der Zugang zu diesen Informationen eher intransparent.

Der Windpark Jepirachi I, der derzeit in Betrieb ist, gehört den Stadtwerken von Medellín, die den Strom in der Provinz Antioquia vermarkten. Sollte dieser Trend sich fortführen, besteht die Gefahr, dass das Land mit den besten Bedingungen für die Versorgung anderer Regionen genutzt wird ohne dass sich die energetische Situation in der Region verbessert.

2.2.3 Technisches Potential für erneuerbare Erzeugung

2.2.3.1 Solarenergie

Die Sonneneinstrahlung als Indikator für die Photovoltaik-Ressourcen in der Region zeigt, dass La Guajira über ein enormes Potenzial verfügt. Die Provinz hat eine Sonneneinstrahlung, die 60 % über dem Weltdurchschnitt liegt (Ministerio de Minas y Energía 2021a). Die Provinz hat eine spezifische photovoltaische Leistung von 1636,3 kWh/kWp und eine globale direkte Einstrahlung von 1626,7 kWh/m², womit die Region über dem nationalen Durchschnitt von 1364,8 kWh/m² liegt. Im Vergleich dazu hat Deutschland als Pionier der Photovoltaik und mit einer hohen Durchdringung dieser Ressource in seiner Energiematrix eine globale direkte Einstrahlung von nur 943,9 kWh/m². Chile der Vorreiter in der Region hat in Durchschnitt eine globale direkte Einstrahlung von ca. 2000 kWh/m² (Global Solar Atlas 2021).

Abbildung 2.4 zeigt das Energiepotenzial für Photovoltaik in Kolumbien, in der Vergrößerung ist das Potenzial für die Provinz La Guajira zu sehen. Aus der Abbildung wird deutlich, dass Kolumbien zwar generell ein gutes Potenzial hat. Die Provinz La Guajira und insbesondere der nördliche Teil haben aber das höchste Potenzial und weisen damit die besten Bedingungen für Photovoltaikprojekte im Land auf. Die Daten zum Solarpotential sowie die Abbildung 2.4 stammen aus dem "Global Solar Atlas 2.0", einer kostenlosen, webbasierten Anwendung, die von der Firma Solargis s.r.o. im Auftrag der

Weltbankgruppe unter Verwendung von Solargis-Daten entwickelt und betrieben wird, mit finanzieller Unterstützung durch das Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). Für weitere Informationen: <https://globalsolaratlas.info>.

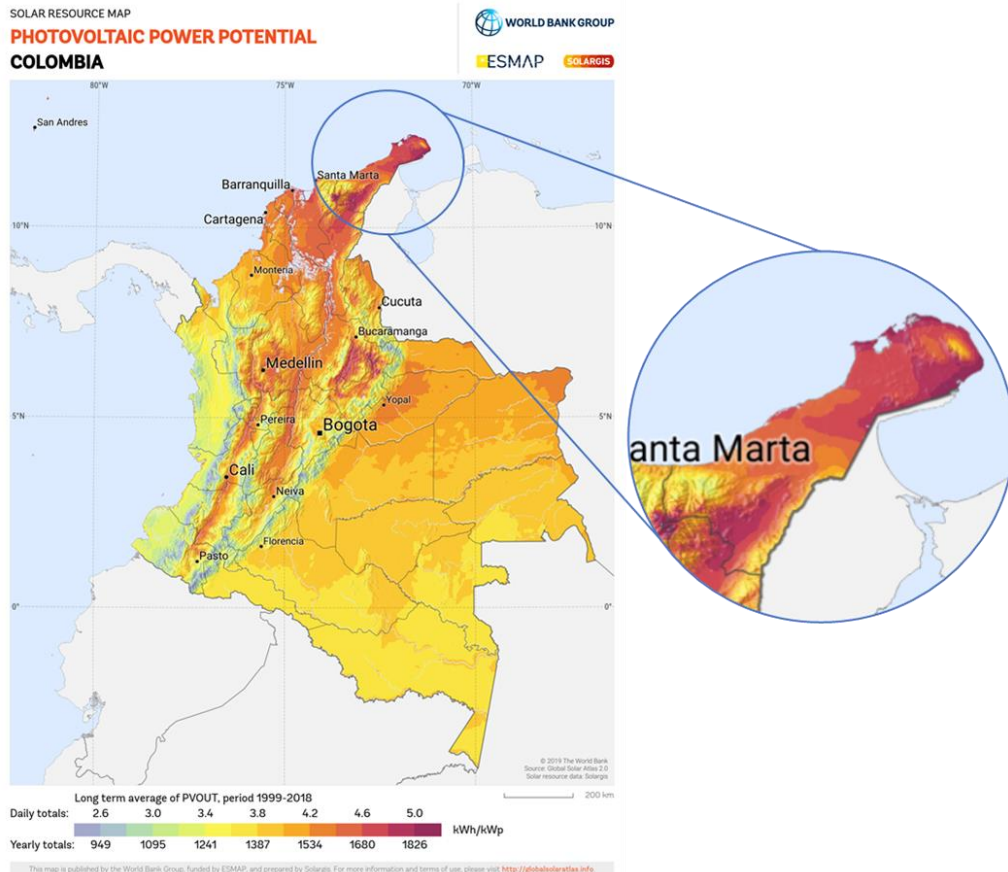


Abbildung 2.4: Photovoltaik Potential in Kolumbien, Vergrößerung auf die Provinz La Guajira. Vgl. Global Solar Atlas (2021)

2.2.3.2 Windenergie

Das Windpotenzial in La Guajira, ausgedrückt in der Windgeschwindigkeit, ist recht groß. Das Departement verfügt in seinen 10 % windreichsten Gebieten über eine Windgeschwindigkeit von 10,59 m/s in 100 m Höhe und liegt damit über dem weltweiten Durchschnitt von 6,72 m/s und weit über dem nationalen Durchschnitt von 3,05 m/s. Damit ist La Guajira das wichtigste Zentrum für Windenergie im Land. Im Durchschnitt hat das Departement eine durchschnittliche Leistungsdichte von 858 W/m².

Abbildung 2.5 zeigt die Verteilung der Windgeschwindigkeiten in 100 Metern über dem Meeresspiegel, woraus ersichtlich ist, dass die mittleren und oberen Regionen der Provinz das größte Potenzial haben, mit Geschwindigkeiten von bis zu 11,43 m/s in den 10 % der Gebiete mit den höchsten Windgeschwindigkeiten in 100 Metern über dem Meeresspiegel und einer durchschnittlichen Leistungsdichte von 1061 W/m². Dies macht diese Region zu einem idealen Ort für die Nutzung der Windressourcen (Global Wind Atlas 2021). Die Daten und die Karte in Abbildung 2.5 stammen aus dem "Global Wind Atlas 3.0", einer kostenlosen, webbasierten Anwendung, die von der Technischen

Universität Dänemark (DTU) entwickelt wurde, ihr gehört und von ihr betrieben wird. Der Globale Windatlas 3.0 wird in Zusammenarbeit mit der Weltbankgruppe herausgegeben, unter Verwendung von Daten, die von Vortex zur Verfügung gestellt werden, und unter Verwendung von Mitteln, die vom Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP) bereitgestellt werden. Für weitere Informationen: <https://globalwindatlas.info>

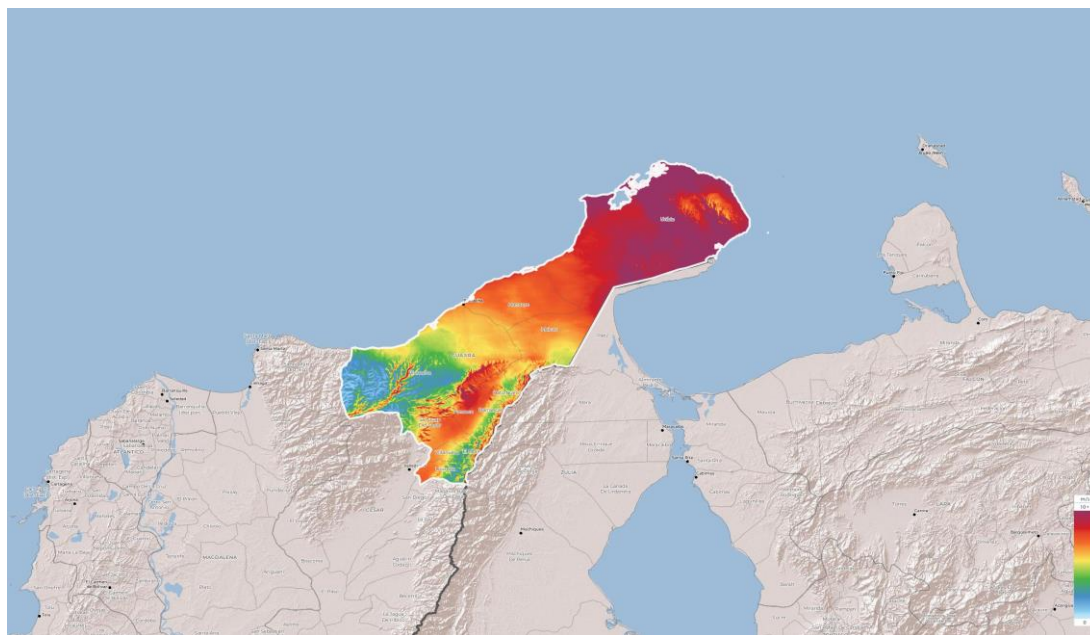


Abbildung 2.5 Mittlere Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe in La Guajira. Quelle: Global Wind Atlas (2021)

2.2.3.3 Biogas / Biomasse aus Reststoffen

Eine weitere Ressource, die in La Guajira genutzt werden kann, sind Abfälle aus der Land- und Viehwirtschaft zur Erzeugung von Biogas, das zum Kochen oder zur Energie- und Wärmeerzeugung verwendet werden kann. Mit dem Ende des Bergbaus wird erwartet, dass die landwirtschaftliche Produktion in der Region als alternative Einkommensquelle zunehmen wird.

Tabelle 2.1 zeigt das energetische Potenzial der Nutzung von Restbiomasse aus dem landwirtschaftlichen Sektor. Der Maisanbau hat das höchste Potenzial, da er mit 19.619 t/Jahr am meisten produziert wird und deren Abfälle eine hohe Energiedichte haben. Reis und Kaffee folgen auf den Plätzen zwei und drei der Produkte mit dem höchsten Energiepotenzial. Das beste Verhältnis zwischen Anbaufläche und Energiepotenzial bietet jedoch die Produktion von Panela-Rohr mit etwa 0,4 TJ/ha und Jahr, was unter anderem auf das Verhältnis zwischen Abfall und Produkt zurückzuführen ist; bei Panela-Rohr beträgt dieses Verhältnis 6,27 t Abfall/t Produkt. Kochbananen sind mit 13.884 t Produkt/Jahr ebenfalls ein wichtiges Produkt in der Region, ihr energetisches Potenzial ist jedoch sehr gering. Obwohl bei der Produktion viel Abfall anfällt (6,15 t Abfall/t Produkt), ist der Energiegehalt so gering, dass das Energiepotenzial eher mittelmäßig ist. Mit 570.982 kJ/t Abfall ist Kochbananenabfall neben Bananen der Abfall mit der geringsten Energiedichte.

Tabelle 2.1: Energetisches Potential für die Nutzung von Restbiomasse aus dem landwirtschaftlichen Sektor nach (Escalante et al. 2018)

Energetisches Potential in La Guajira für die Nutzung von Restbiomasse aus dem landwirtschaftlichen Sektor				
Produkt	Angebaute Fläche [ha]	Produktion [t Produkt/Jahr]	Abfall [t / Jahr]	Energetisches Potenzial [TJ / Jahr]
Reis	2.750	13.480	34.374	152,3
Banane	340	5.200	31.980	18,26
Kaffee	3.380	1.984	10.636	103,4
Panela-Rohr	85	680	4.270	36,38
Mais	13.279	19.619	27.761	298,12
Palmöl	395	737	1.403	13,53
Kochbanane	1.861	13.884	85.384	48,76
Total	22.090	55.584	195.808	670,75

Tabelle 2.2 zeigt das energetische Potenzial für die Nutzung von Restbiomasse aus der Viehhaltung. Die Rinderzucht hat das größte Potenzial in der Provinz. Das liegt daran, dass die Rindbestände am zahlreichsten sind und die Menge an Dung, die sie produzieren, sehr hoch ist. Geflügelmist hat eine sehr hohe Energiedichte (0,17 TJ/t Mist), aber die Tiere produzieren nur eine geringe Menge, deswegen fällt ihr energetisches Potenzial in der Region gering aus. Geflügel kann dennoch für kommunale und individuelle Anlagen, in denen verschiedene Abfälle verwertet werden, eine wichtige Rolle spielen, da die Geflügelzucht weniger Land und Wasser benötigt und in kleinen ländlichen Gebieten weit verbreitet ist.

Tabelle 2.2: Energetisches Potential für die Nutzung von Restbiomasse aus der Viehwirtschaft nach (Escalante et al. 2018)

Energetisches Potenzial in La Guajira für die Nutzung von Restbiomasse aus der Viehwirtschaft			
Typ	Menge [Köpfe / Jahr]	Menge des Dungs [t Dung/Jahr]	Energetisches Potenzial [TJ / Jahr]
Geflügel	18.700	483	80,64
Rinder	293.667	1.289.815	1.181,41
Schweine	108.716	98.102	114,35
Total	421.083	1.388.400	1.376,4

Sowohl in der Landwirtschaft als auch in der Viehzucht ist das Energiepotenzial mittelgroß, aber die Verwendung kann von Vorteil sein, da sie den landwirtschaftlichen Erzeugern eine weitere Einkommensquelle verschafft und eine nachhaltigere Art der Behandlung dieser Art von Abfällen darstellt. Außerdem kann den produzierten Brennstoff in ländlichen Gebieten Holz für die Zubereitung von Speisen ersetzen, was das Fällen von Bäumen und die mit dieser Art des Kochens verbundenen medizinischen Probleme verringern würde. Für die Umsetzung mittlerer und großer Biogasprojekte ist es notwendig, mehrere Erzeuger in der Nähe zu koordinieren, um die notwendigen Mengen für den Betrieb von Biogasanlagen zu erreichen.

2.2.3.4 Technisches Potenzial für kommunale Eigenverbrauchsanlagen

Auf kommunaler Ebene können in Zukunft erneuerbaren Energien eine wichtige Rolle spielen, vor allem in Regionen ohne Zugang zu den elektrischen Netzen. Die Region La Guajira hat sowohl Potenzial wie auch das Bedürfnis auf regionaler Ebene die Energieversorgung zu erweitern und zu sichern. Aufgrund des hohen Wind- und Solarpotenzials in der Region sind beide Technologien sehr gut geeignet für Erzeugung auf kommunaler Ebene. Im städtischen Kontext wird für den Eigenverbrauch der Einsatz von Photovoltaikanlagen auf den Dächern der Häuser empfohlen, da dies eine sehr effiziente Option im Hinblick auf die Nutzung der Fläche ist. Außerdem können die Investitionskosten individueller an die Möglichkeiten der Bewohner der Häuser angepasst werden. Photovoltaiksysteme zeichnen sich dadurch aus, dass sie in ihrer Entwicklung einfacher sind und sich leichter an die verfügbare Fläche anpassen lassen (Yildiz et al. 2015).

In ländlichen Gebieten mit besserem Zugang zu Land haben Windkraftanlagen den Vorteil einer höheren Energiedichte und der Möglichkeit, auch während der Nacht zu produzieren. Da die Investitionskosten für eine einzelne Person oder Familie sehr hoch sind und weil die Investitionskosten umso effizienter sind, je mehr Windturbinen installiert werden, da ein solches Projekt von Skalier-effekten profitiert, können solche Projekte von Gruppen wie ländlichen Gemeinden oder Energiegenossenschaften realisiert werden. Allerdings sind Windkraftprojekte aufgrund der hohen Kapitalinvestitionen mit einem höheren Risiko verbunden. Im Zusammenhang mit La Guajira ist es auch möglich, dass die Gemeinden oder genossenschaftliche Projekte in einen direkten Wettbewerb mit kommerziellen Projektentwicklern um das Land mit den besten Bedingungen treten.

Wie in Escalante et al. (2018) beschrieben, ist die Entwicklung von Biogassystemen auf Gemeindeebene in ländlichen Gebieten mit direktem Zugang zu den erforderlichen Rohstoffen möglich. In den ländlichen Gebieten der Provinz mit landwirtschaftlicher Produktion wäre es möglich, solche Systeme einzuführen, wobei die effizienteste Form die zentralisierte Gemeinschaftsproduktion auf der Grundlage von Abfallverwertung ist, sofern genügend Ressourcen zur Verfügung stehen. Dies erfordert jedoch den Zusammenschluss und die Koordinierung der Erzeuger landwirtschaftlicher Produkte sowie den Bau von Gasnetzen oder Verteilungsinfrastrukturen, falls diese nicht

vorhanden sind, um das erzeugte Gas zu den Verbrauchern zu bringen. Für Regionen, die noch nicht an das Erdgasnetz angeschlossen sind, wäre die Einrichtung von Netzen für erneuerbare Gase eine Möglichkeit, eine nachhaltige Versorgung mit Kochbrennstoffen sicherzustellen.

2.3 Energiegerechtigkeit

Die Energiewende stellt das Land vor große Herausforderungen, die sich jedoch nicht auf die technische Ebene beschränken. Über die Dekarbonisierung der Energiematrix hinaus kann der Prozess der Energiewende das Energiesystem des Landes gerechter machen und dabei helfen andere soziale Probleme zu mildern. Sovacool et al. (2017) betonen, wie wichtig es ist, soziale Aspekte bei der Energiewende zu berücksichtigen. Sie heben hervor, dass es bei Eingriffen in das Energiesystem um mehr als nur um technologische und wirtschaftliche Entwicklung geht. Andere Faktoren wie politische Macht, sozialer Zusammenhalt sowie ethische und moralische Bedenken in Bezug auf Gleichheit, ordnungsgemäße Verfahren und Gerechtigkeit spielen ebenfalls eine wichtige Rolle.

Die Energiewende ist in dem Land eng verknüpft mit dem Kohleausstieg und viele Konflikte rundum den Abbau von Kohle. In der Region La Guajira gibt es große Kohle- und Gasvorkommen. Der größte Kohletagebau in Lateinamerika (El Cerrejón) ist seit 1985 in der Region in Betrieb. Von Anfang an wurde der Tagebau von Protesten der umliegenden Gemeinden, insbesondere der indigenen und afrokolumbianischen Gemeinden, begleitet. Der wasserintensive Tagebau belastet die knappen Wasserressourcen der Region; viele Flüsse, die für viele Bewohner der Region äußerst wichtige Lebensgrundlagen darstellen, wurden umgeleitet oder sind versickert. Auch die Luftverschmutzung ist ein großes Problem für die umliegenden Gemeinden. Es gab auch Proteste von Seiten der Bergleute, aber Proteste sind bei diesem Thema eine gefährliche Angelegenheit. Laut Global Witness (2020) war Kolumbien im Jahr 2019 das gefährlichste Land für Land- und Umweltaktivist*innen: 64 soziale Anführer*innen und Gewerkschafter*innen wurden in Kolumbien gefoltert und ermordet, weil sie gegen die Bergbauindustrie protestierten.

Die angrenzenden Gemeinden profitieren nicht von den Gewinnen des Kohleabbaus. El Cerrejón gehört drei multinationalen Bergbaukonzernen - BGP, Glencore und Anglo American - und die Auswirkungen auf die Schaffung von Arbeitsplätzen im Zusammenhang mit den Minen sind begrenzt. In den Regionen, in denen Kohle abgebaut wird, hat der Sektor nur etwa 2 % zur Schaffung von Arbeitsplätzen vor Ort beigetragen (Meyer 2020; MacDonnell 2020). Mit dem weltweiten Kohleausstieg steht auch die Kohleindustrie in Kolumbien vor großen Veränderungen.

Mit den Bestrebungen der Regierung La Guajira als Hotspot der Energiewende im Land zu machen, steht die Region erneut vor großen Veränderungen. Aufgrund der Erfahrungen mit der Kohleindustrie, und den Umgang der Regierung damit, ist die Bevölkerung skeptisch und resigniert. Die Energiewende in der Region kann eine Chance sein, nicht nur die Energiewende in Kolumbien voranzubringen und die Energiearmut in der Region zu bekämpfen, sondern auch echten wirtschaftlichen und sozialen Fortschritt in die Region zu bringen. Um dies zu erreichen, ist es jedoch notwendig, die

Energiewende als sozio-politischen Prozess zu betrachten und die Umsetzung von Plänen und Strategien stets unter sozio-ökonomischen Gesichtspunkten zu bewerten, hierfür eignet sich das Konzept der Energiegerechtigkeit.

Das Konzept der Energiegerechtigkeit wird in den Sozialwissenschaften zunehmend mit dem Ziel behandelt, unter anderem Energieproduktion und -verbrauch, Energiepolitik und Energiesicherheit auf Gerechtigkeitsaspekte hin zu untersuchen. Jenkins et al. (2016) geben einen Überblick über die wichtigsten Arbeiten in diesem Bereich. Energiegerechtigkeit beruht auf der Idee, dass Energieerzeugung und -nutzung komplexe Systeme sind, die viele Nutzen, aber auch viele Belastungen für Mensch und Umwelt mit sich bringen. Um ein Energiesystem gerecht zu gestalten, muss sichergestellt werden, dass Nutzen und Lasten gerecht verteilt werden.

Dennoch ist die Frage, wie gerecht ein Energiesystem ist, sehr komplex, da mehrere Ebenen eine Rolle spielen. Jenkins et al. (2016) bieten 3 Kategorien zur Untersuchung der Energiegerechtigkeit an. Die erste Kategorie ist die Verteilungsgerechtigkeit („Distributional Justice“). Auf dieser Ebene wird untersucht, wie gerecht sowohl die Vorteile als auch die Lasten des Energiesystems verteilt sind, und es wird dafür plädiert, dass diese gerecht auf alle Mitglieder*innen der Gesellschaft unabhängig von Rassistifizierung, Einkommen, Geschlecht usw. verteilt werden (Jenkins et al. 2016). Viele Aspekte des Energiesystems spielen dabei eine Rolle. Beispielsweise ist es wichtig zu untersuchen, wie sich die Platzierung von Energieinfrastrukturen auf die umliegenden Gemeinden auswirkt; dies kann sowohl negative als auch positive Auswirkungen haben. In Müller und Claar (2021) wird erörtert, dass in Südafrika Entwicklungszonen für erneuerbare Energien geschaffen werden, in denen bessere Investitionsbedingungen gelten. Dies kann zu einer Konzentration der Produktion erneuerbarer Energien in bestimmten Regionen führen, was auch zu einer Konzentration der Wertschöpfungskette der Produktion erneuerbarer Energien in Bezug auf Zulieferer, Arbeitsplätze und Energiedienstleistungen in diesen Regionen führen kann, während andere Regionen weniger von der Zunahme der Produktion erneuerbarer Energien profitieren würden. Vor allem Regionen, in denen viel Kohle abgebaut wird und die von einem Strukturwandel durch den Kohleausstieg betroffen sind, gehören nicht zu diesen Sonderzonen und können daher nicht direkt von der Energiewende profitieren, obwohl diese Regionen den Wandel brauchen. Die Ansiedlung von Energieinfrastrukturen kann auch negative Folgen für die umliegenden Gemeinden haben, z. B. Gemeinden in der Nähe von Kohlekraftwerken haben eine höhere Luftverschmutzung.

Ein weiterer Aspekt der Verteilungsgerechtigkeit sind die nicht unmittelbaren Lasten der Energieerzeugung, die sich zeitlich oder örtlich verlagern. Das heißt, die Lasten werden nicht direkt von den Energieverbrauchern getragen, sondern von Menschen in anderen Ländern oder zukünftigen Generationen. Ein Beispiel ist die Kernenergie, die oft als saubere Energiequelle dargestellt wird. Diese Behauptung ignoriert jedoch die Tatsache, dass Kernreaktoren bei der Betrachtung ihrer gesamten Lebensdauer Treibhausgase ausstoßen, insbesondere beim Abbau von Uran (Sovacool et al. 2017). Der Uranabbau ist auch ein schwerer Eingriff in die Natur und eine große Belastung für die umliegenden Gemeinden, die nicht direkt von den Verbrauchern der Kernenergie, sondern von den

Menschen in anderen Regionen getragen wird. Die durch die Emission von Treibhausgasen verursachte Belastung wird von der künftigen Generation und nicht von den derzeitigen Verbrauchern getragen, was ebenfalls ein Gerechtigkeitsproblem darstellt. Den Umgang mit dem Atommüll würde auch unter diese Kategorie fallen.

Der Zugang zu bezahlbarer Energie ist ebenfalls ein Gerechtigkeits Thema. Gerechte Energiesysteme sind solche, die die Bezahlbarkeit und Zugänglichkeit von Energie für alle Menschen sicherstellen. Dies ist ein wichtiger Aspekt, der in der Energiepolitik verankert werden muss. In Jenkins et al. (2016) wird die EEG-Umlage in Deutschland als ein Fall angeführt, in dem die Verteilungsgerechtigkeit gefährdet ist. Obwohl die Strategie der Einführung einer Einspeisevergütung in Deutschland erfolgreich war und zu einem Zuwachs der erneuerbaren Erzeugung geführt hat, belastet die EEG-Umlage einkommensschwächere Bevölkerungsgruppen besonders stark, die infolgedessen höhere Strompreise zahlen müssen. Auch die ungerechte Verteilung der Vorteile von Energieerzeugung und -verbrauch kann zu Ungerechtigkeiten führen. Aufgrund der Regelung der Einspeisevergütung in Deutschland konnten Personen mit hohem und mittlerem Einkommen in den dezentralen Energiemarkt einsteigen und von der festen Vergütung profitieren, die die Rentabilität der Projekte sicherstellte. Die Kosten, die dadurch entstanden sind, wurden jedoch auf alle Bevölkerungsschichten gleichermaßen umgelegt, so dass einkommensschwache Gruppen zwar die Kosten tragen mussten, aber nicht direkt von diesem Modell profitieren konnten, da die Investitionskosten für Sie noch zu hoch waren.

Die zweite Kategorie ist die anerkennende Gerechtigkeit („Recognitional Justice“). In dieser Kategorie geht es um die Notwendigkeit, besonders gefährdete Gruppen zu identifizieren und auf ihre Bedürfnisse einzugehen. Diese Ebene der Gerechtigkeit umfasst auch den Aspekt der Nichtrepräsentation und der fehlenden Partizipationsmöglichkeiten für diese Gruppen, was dazu führen kann, dass ihre Bedürfnisse nicht berücksichtigt werden. Die anerkennende Ungerechtigkeit ist in der Nichtbeachtung besonderer Bedürfnisse und unterschiedlicher Perspektiven verankert, die sich aufgrund unterschiedlicher kultureller, gesellschaftlicher, ethnischer und geschlechtsspezifischer Identitäten ergeben. Das Ignorieren der besonderen Bedürfnisse schutzbedürftiger Gruppen kann dazu führen, dass Projekte für erneuerbare Energien in den Gebieten besonders schutzbedürftiger Gruppen oder Minderheiten vor Ort nicht akzeptiert werden, da die Gemeinschaften nicht beteiligt werden können oder ihre Bedürfnisse nicht berücksichtigt wurden. Jenkins et al. (2016) nennt das Beispiel der Lewis-Inseln in Schottland. Dort wurde die Entwicklung eines Windkraftprojekts mit 1000 MW installierter Leistung gekippt, weil die örtliche Bevölkerung dagegen war. Der größte Widerstand kam von der Abneigung gegen große Unternehmen und externe Interessen, von Umweltbedenken hinsichtlich des lokalen Ökosystems und der Gefährdung ihrer kulturellen Identität, die tief mit der lokalen Natur verwurzelt ist. Die Projektentwickler haben es versäumt, die Verbundenheit der Einheimischen mit ihrem Gebiet zu erkennen und sich dafür entschieden, die wichtige Perspektive der Einheimischen außer Acht zu lassen. Das kostete die Entwickler am Ende das Projekt. Später beschloss eine Gruppe von Gemeindemitglieder*innen, ihr eigenes Windkraftprojekt zu starten, das sorgfältig geplant wurde, um die lokalen Ökosysteme

nicht zu stören, und sich auf die bestehenden Straßen stützte, um die Auswirkungen des Windparks zu minimieren. Dieses Beispiel zeigt, wie wichtig es ist, die Perspektive der lokalen Gemeinschaft anzuerkennen, und dass die Einbeziehung ihrer Sichtweise ein guter Weg sein kann, die Produktion von grüner Energie auszuweiten, ohne die kulturelle, ökologische und soziale Struktur der Gemeinschaften zu gefährden.

Im Bereich der Energiepolitik spielt Energiearmut eine besondere Rolle. Müller et al. (2020) eben die Bedeutung des Themas Energiearmut insbesondere für vulnerable Gruppen hervor und behaupten, dass es ein Zeichen von gerechter Energiepolitik ist, wenn das Ziel der Minimierung von Energiearmut eine besondere Rolle spielt.

Die dritte Kategorie ist die Verfahrensgerechtigkeit („Procedural Justice“). Dieser Aspekt ist eng mit der Anerkennungsgerechtigkeit verbunden. Bei dieser Art von Gerechtigkeit geht es darum, sicherzustellen, dass alle Akteur*innen auf faire und nichtdiskriminierende Weise an den Entscheidungsprozessen teilnehmen können. Dazu gehört auch die Schaffung von Wegen, die eine effiziente Beteiligung gewährleisten. Dies ist auch mit der transparenten Verbreitung von Informationen verbunden, die notwendig sind, um informierte Entscheidungen treffen zu können. Die Energiewende kann dazu genutzt werden, das Energiesystem zu demokratisieren. Dazu müssen aber geeignete Beteiligungskanäle geschaffen werden, die es allen Menschen ermöglichen, ein wichtiger Teil der Transformation zu sein, aber auch, dass ihre Perspektiven, Diskurse und Ansichten vertreten werden (Müller et al. 2020). Um dies zu gewährleisten, muss auch sichergestellt werden, dass alle Menschen in den verschiedenen Institutionen angemessen vertreten sind, da dies dazu beitragen kann, dass diese Perspektiven nicht vergessen werden.

Jenkins et al. (2016) wählen diese Kategorisierung, weil es eine logische Verbindung zwischen diesen drei Kategorien gibt. Zunächst sollte das Problem identifiziert werden, das "Was". Bei der Frage nach der Energiegerechtigkeit ist es nämlich die ungerechte Verteilung von Nutzen und Lasten. Danach kann ermittelt werden, wer von der Ungerechtigkeit betroffen ist, das "Wer", in diesem Fall sind es bestimmte vulnerable Gruppen, die nicht anerkannt werden. Schließlich ist es möglich, nach Lösungen zu suchen, um das Problem zu lösen, oder die Strukturen zu identifizieren, die das Problem verursachen, also das "Wie". In diesem Fall entstehen viele Probleme aufgrund mangelnder Partizipation und Repräsentation von gefährdeten Gruppen.

Sovacool et al. (2017) stellen das bestehende Konzept der Energiegerechtigkeit, das häufig in diesen drei Kategorien gedacht wird, in Frage bzw. versuchen, es zu erweitern, da sie der Meinung sind, dass bei der Entwicklung dieses Konzepts wichtige Perspektiven fehlen. Insbesondere versuchen sie, Ideen von nicht-westlichen Theoretiker*innen einzubeziehen, nicht-menschliche Lebewesen zu berücksichtigen, skalenübergreifende Fragen der Gerechtigkeit zu betrachten, Geschäftsmodelle und die Co-Benefits der Gerechtigkeit zu identifizieren, die Kompromisse innerhalb der Energie-Gerechtigkeitsprinzipien und die Auseinandersetzung mit ungerechten Diskursen besser zu verstehen. Daraus ist ein konzeptioneller Rahmen entstanden, der das Konzept der Energiegerechtigkeit über die drei Kategorien hinaus, mit Hilfe von 10 Grundsätzen detaillierter abdeckt. Diese machen die drei Kategorien jedoch nicht obsolet, sondern

dienen vielmehr als detailliertere Beschreibung der Aspekte, die sich innerhalb der Kategorien ergeben. In Tabelle 2.3 sind diese Prinzipien aufgelistet und nach den Kategorien, unter die sie fallen, gegliedert. Dadurch unterscheidet sich die Reihenfolge der von Sovacool et al. (2017) genannten Prinzipien, aber so ist es möglich, diese beiden konzeptionellen Rahmen miteinander in Einklang zu bringen, so dass sie sich gegenseitig ergänzen können.

Tabelle 2.3: Prinzipien der Energiegerechtigkeit nach Sovacool et al. (2017), geclustert nach dem Kategorien der Energiegerechtigkeit nach Jenkins et al. (2016)

Prinzip	Beschreibung
Verteilungsgerechtigkeit	
Verfügbarkeit	Menschen verdienen ausreichende Energieressourcen von hoher Qualität (geeignet für ihren Endverbrauch)
Bezahlbarkeit	Alle Menschen, einschließlich der Armen, sollten nicht mehr als 10 % ihres Einkommens für Energiedienstleistungen zahlen
Intra-generationale Gerechtigkeit	Alle Menschen haben das Recht auf einen fairen Zugang zu Energiedienstleistungen
Generationengerechtigkeit	Künftige Generationen haben ein Recht auf ein gutes Leben ungestört von den Schäden, die unsere Energiesysteme der Welt zufügen
Verantwortung	Alle Akteure haben die Verantwortung, die natürliche Umwelt zu schützen und energiebedingte Umweltgefahren zu minimieren
Nachhaltigkeit	Die Energieressourcen sollten unter Berücksichtigung von Einsparungen, Gemeinschaftsentwicklung und Vorsorge genutzt werden
Anerkennenden Gerechtigkeit	
Transparenz und Rechenschaftspflicht	Alle Menschen sollten Zugang zu qualitativ hochwertigen Informationen über Energie und Umwelt sowie zu fairen, transparenten und rechenschaftspflichtigen Formen der Entscheidungsfindung im Energiebereich haben.
Intersektionalität	Erweiterung der Idee der aner kennenden Gerechtigkeit, um neue und sich entwickelnde Identitäten in modernen Gesellschaften sowie die Erkenntnis, dass die Verwirklichung von Energiegerechtigkeit mit anderen Formen von Gerechtigkeit verbunden ist, z.B. sozioökonomische, politischen und ökologische Gerechtigkeit
Verfahrensgerechtigkeit	

Ordnungsgemäße Verfahren	Die Länder sollten ordnungsgemäße Verfahren und Menschenrechte bei der Erzeugung und Nutzung von Energie berücksichtigen
Widerstand	Ungerechtigkeiten im Energiebereich müssen aktiv und bewusst bekämpft werden

Die Kombination der Ansätze von Jenkins und Sovacool bietet einen konzeptionellen Rahmen, der die Bewertung von Prozessen innerhalb des Energiesystems in Bezug auf Energiegerechtigkeit ermöglicht. Verteilungsgerechte Prozesse stellen sicher, dass alle Menschen Zugang zu Energie und den Vorteilen des Systems haben, während gleichzeitig versucht wird, die Belastungen zu minimieren und sie gerecht zu verteilen, wobei zeitliche und räumliche Verlagerungen berücksichtigt werden. Um anerkennende Gerechtigkeit zu gewährleisten, sollten die Prozesse sicherstellen, dass alle Menschen Zugang zu Informationen und Möglichkeiten zur Beteiligung haben und dass ihre Perspektiven berücksichtigt werden. Um schließlich Fairness im Bereich der Verfahren zu gewährleisten, ist es wichtig, in allen Prozessen ordnungsgemäße, offene und zugängliche Verfahren einzurichten, die eine anerkennende Gerechtigkeit ermöglichen, und auch Mechanismen einzuführen, die Ungerechtigkeiten im Prozess erkennen und beseitigen.

3 Regulatorischen Rahmen

3.1 Für erneuerbare Erzeugung

3.1.1 Mögliche Formen der erneuerbaren Erzeugung

Innerhalb des derzeitigen regulatorischen Rahmens ist es möglich, Projekte zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien unter verschiedenen Bedingungen zu entwickeln. Die erste Möglichkeit sind Großprojekte, die eine installierte oder nominale Kapazität von mehr als 1 MW haben. Diese erzeugte Energie wird zu 100 % in das Netz eingespeist und kann über Auktionen, bilaterale Verträge oder an der Strombörse verkauft werden. Großanlagen sind zentralisierte Projekte, die an Standorten mit besseren klimatischen Bedingungen entwickelt werden.

Ein weiteres Modell ist die dezentrale Erzeugung. In diesem Fall werden kleinere Erzeugungsanlagen in der Nähe der Verbrauchszentren aufgestellt und an das lokale Verteilernetz angeschlossen. Die maximale installierte oder nominale Erzeugungsleistung beträgt 1 MW. Ziel dieser Art von Generatoren ist es, die Erzeugung zu dezentralisieren und damit die Verluste bei der Energieübertragung zu verringern. Verteilte Erzeuger können an einen Stromhändler verkaufen, der den regulierten Markt bedient, an Erzeuger oder Händler, die ausschließlich nicht regulierte Verbraucher beliefern, oder an die Strombörse.

Schließlich können auch Projekte zur Selbsterzeugung entwickelt werden, die in erster Linie auf die Deckung des Eigenbedarfs der natürlichen oder juristischen Person abzielen,

die die Energie erzeugt. Die Selbsterzeuger können die Verteilungs- und/oder Übertragungsnetze nur nutzen, um überschüssige Energie zu liefern und als Reserve zu verwenden. Selbsterzeuger haben die Möglichkeit, ihre Überschüsse an den Händler zu liefern, der den Verbrauch des Nutzers bedient. Der Händler ist verpflichtet, die Überschüsse entgegenzunehmen, und diese Energie darf ausschließlich an regulierte Nutzer geliefert werden. Überschüsse werden durch das System des Net-Billing verwaltet, d.h. die vom Selbsterzeuger ins Netz exportierte Energie wird gegen den Import von Energie aus dem Netz während eines Abrechnungszeitraums verrechnet.

3.1.2 Förderungen und Anreize

Mit dem Gesetz 1714 von 2014 hat die kolumbianische Regierung begonnen, den Weg für nicht-konventionelle erneuerbare Energien in Kolumbien zu ebnen. Mit diesem Gesetz wurden bestimmte steuerliche, organisatorische, tarifliche und finanzielle Anreize eingeführt, um Investitionen in nicht-konventionelle Energieerzeuger im Land zu fördern und so die Energiematrix in Kolumbien zu diversifizieren. Um bestimmte Defizite dieses Gesetzes zu korrigieren, wurden das Gesetz 1955 von 2019 und das Gesetz 2099 von 2021 ausgearbeitet, um bestimmte Details der Anreize zu verbessern.

Steuerliche Anreize

Den größten Einfluss hat der Staat durch steuerliche Anreize. Um die Erzeugung von Strom aus nicht-konventionellen Energiequellen und ein effizientes Energiemanagement zu fördern, können Einkommenssteuerpflichtige, die Direktinvestitionen in diesen Bereichen tätigen, 50 % der getätigten Gesamtinvestitionen von der Einkommensteuer abziehen. Der Abzug kann auf einen Zeitraum von höchstens 15 Jahren ausgedehnt werden, und der abzuziehende Wert muss weniger als 50 % des Nettoeinkommens des Steuerpflichtigen betragen, das vor Abzug des Wertes der Investition ermittelt wird. Voraussetzung für die Inanspruchnahme dieser Vergünstigung ist, dass das Projekt, in das investiert werden soll, von der Bergbauplanungsstelle als Projekt zur Energieerzeugung aus Energiequellen oder als effiziente Energiemanagementaktion oder -maßnahme zertifiziert ist. Darüber hinaus sieht das Finanzierungsgesetz eine schrittweise Senkung der Einkommenssteuer für nicht-konventionelle Erzeuger² erneuerbarer Energien vor, die 2019 bei 33 % beginnt und 2022 voraussichtlich 30 % erreichen wird. Steuerbefreite Einkünfte aus dem Verkauf von Strom, der aus Windkraft, Biomasse oder landwirtschaftlichen Abfällen, Sonnenenergie, Erdwärme oder Meeresressourcen erzeugt wurde, können jedoch nicht gleichzeitig mit den im Gesetz 1715 von 2014 festgelegten Vergünstigungen geltend gemacht werden.

Ein weiterer Anreiz ist der automatische Ausschluss der Mehrwertsteuer (MwSt.) beim Kauf von Produktionsmitteln für die Erzeugung erneuerbarer Energie. Mit anderen Worten: Alle inländischen oder importierten Geräte, Komponenten, Maschinen und Dienstleistungen, die für Vorinvestitionen und Investitionen in die Erzeugung und Nutzung von Energie aus nicht-konventionellen Quellen sowie für die Messung und

² Als nicht-konventionelle Erzeuger gelten derzeit laut CREG (Regulierungskommission für Energie und Gas) Erzeuger die Photovoltaik, Biomasse, Wind, Atomenergie oder Wasserstoff nutzen. Als nicht-konventionelle Erzeuger erneuerbare Energie gelten nur die Erzeuger die auch erneuerbare Energiequellen nutzen. Wasserkraft zählt nicht zu den nicht-konventionelle Erzeuger

Bewertung potenzieller Ressourcen verwendet werden, sind von der Mehrwertsteuer ausgeschlossen. Darüber hinaus sieht das Finanzierungsgesetz die Anrechnung der beim Erwerb von Investitionsgütern gezahlten Mehrwertsteuer auf die Einkommenssteuer vor, was im Allgemeinen dem Elektrizitätssektor und den Trägern von Erzeugungsprojekten zugutekommt.

Organisatorische Anreize

Der Rechtsrahmen schreibt auch eine Reihe von organisatorischen Maßnahmen vor, die die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien fördern sollen. Im Gesetz 1955 aus dem Jahr 2019 wird in Artikel 296 festgelegt, dass Energiehändler, die regulierte Verbraucher beliefern, 8 bis 10 % der von ihnen bezogenen Energie über langfristige Verträge aus nicht-konventionellen Projekten zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien beziehen müssen, was mehr Sicherheit für Investitionen in Projekte dieser Art bietet.

Das Dekret 2462 aus dem Jahr 2018 ändert das Dekret 1076 aus dem Jahr 2015 und legt fest, dass Projekte zur Erzeugung von Solar-, Wind-, Gezeiten- oder Erdwärmeenergie von der Umweltprüfung von Alternativen ausgenommen sind, da der Standort der Projekte in direktem Zusammenhang mit der Ressource steht, die für einen rentablen Betrieb erforderlich ist. Dies bedeutet einen Schritt weniger bei der Projektplanung. Biomasseerzeugungsprojekte mit einer Kapazität von mehr als 10 MW sind nicht ausgenommen und müssen daher eine Umweltprüfung von Alternativen durchführen.

Ein weiterer wichtiger Faktor für die Förderung der Energieerzeugung aus nicht-konventionellen erneuerbaren Energiequellen ist die Garantie, dass kleine und große Selbsterzeuger ihre Überschüsse in das Netz einspeisen können. Dies wird durch Artikel 8 des Gesetzes 1714 von 2014 garantiert. Bei kleinen Selbsterzeugern werden die Überschüsse, die sie in das Verteilungsnetz einspeisen, als Energiegutschriften über ein bidirektionales Zählsystem in Übereinstimmung mit den von der Regulierungskommission für Energie und Gas (Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG) zu diesem Zweck aufgestellten Regeln anerkannt.

Zollrechtliche Anreize

Das Gesetz 1714 von 2014 sieht die Befreiung von Einfuhrzöllen auf Maschinen, Ausrüstungen, Materialien und Betriebsmittel für Vorinvestitionen und Investitionen in Projekte für nicht-konventionelle erneuerbare Energien vor. Diese Vergünstigung gilt nur für Maschinen, Ausrüstungen, Materialien und Vorleistungen, die nicht von der inländischen Industrie hergestellt werden und für die eine Einfuhr erforderlich ist.

Finanzielle Anreize

Im Finanzbereich sieht das Gesetz 1715 von 2014 außerdem vor, dass Projekte zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien von einer beschleunigten Abschreibungsregelung für Maschinen, Ausrüstungen und Bauarbeiten profitieren können, die für die Vorinvestition, die Investition und den Betrieb der Anlage erforderlich sind und ausschließlich zu diesem Zweck erworben und/oder gebaut wurden. Der Abschreibungssatz darf 20 % nicht überschreiten.

In Tabelle 3.1 ist eine Zusammenfassung aller Anreize, die es in den regulatorischen

Rahmen gibt, um die Stromerzeugung auf Basis von nicht-konventionellen regenerativen Quellen zu fördern.

Tabelle 3.1: Zusammenfassung aller Anreize für die Stromerzeugung mit Hilfe von nicht-konventionellen regenerativen Quellen

Anreiz	Rechtsgrundlage
Steuerliche Anreize	
Abzug von 50 % der Investitionen von der Einkommensteuer für 15 Jahre für Investitionen in alternative Energiequellen	Gesetz 1714 von 2014 - Art. 11. Geändert durch Gesetz 1955 von 2019 - Art. 174. Geändert durch Gesetz 2099 von 2021, Art. 8.
Automatischer Ausschluss der Mehrwertsteuer (MwSt.) beim Kauf von Vorleistungen für die Erzeugung erneuerbarer Energie.	Gesetz 1714 von 2014 - Art. 12. Geändert in Dekret 2106 von 2019 - Art. 130. Geändert in Gesetz 2099 von 2021 Art. 9
Schrittweise Senkung der Einkommensteuer. 2019: 33 % --> 2022:30 %	Finanzierungsgesetz
Abzug der beim Erwerb von Investitionsgütern gezahlten Mehrwertsteuer von der Einkommensteuer	Finanzierungsgesetz
Organisatorische Anreize	
Umsetzung der Vorschrift, dass zwischen 8 und 10 % der von den Vermarktern zur Versorgung der regulierten Verbraucher eingekauften Energie aus nicht-konventionellen Projekten zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien stammen muss.	Gesetz 1955 von 2019 - Art. 296
Befreiung von Erzeugungsprojekten, bei denen Solar-, Wind-, Gezeiten- oder geothermische Energiequellen genutzt werden, von der Umweltprüfung von Alternativen (DAA).	Dekret 2462 von 2018
Erlaubnis für kleine und große Selbsterzeuger, ihre Überschüsse in das Verteilungs- und/oder Übertragungsnetz einzuspeisen	Gesetz 1714 von 2014 Art. 8 a)
Zollrechtliche Anreize	
Befreiung von Einfuhrzöllen auf Maschinen, Ausrüstungen, Materialien und Vorleistungen für Vorinvestitionen und Investitionen in nicht-konventionelle Projekte zur Stromerzeugung	Gesetz 1714 von 2014 Art. 13

aus erneuerbaren Energien, die nicht von der nationalen Industrie hergestellt werden.	
Finanzielle Anreize	
Beschleunigte Abschreibungsregelung für Maschinen, Ausrüstungen und Bauarbeiten, die für die Vorinvestition, die Investition und den Betrieb der Stromerzeugung mit erneuerbaren Quellen erforderlich sind und die ausschließlich zu diesem Zweck erworben und/oder gebaut werden.	Gesetz 1715 von 2014 Art. 14

3.1.2.1 Spezielle Anreize für Selbsterzeuger

Die derzeitige Gesetzgebung sieht keine speziellen finanziellen oder steuerlichen Anreize vor, die nur Erzeugung von Strom für den Eigenverbrauch fördern. Selbsterzeuger können von den oben beschriebene Anreize profitieren, es gibt aber keine spezielle Anreize nur für diese Art der Erzeuger. Der Rechtsrahmen hat jedoch Bedingungen festgelegt, unter denen die Eigenerzeugung möglich ist, und fördert bestimmte Arten der Eigenerzeugung sowie den Anschluss von Eigenerzeugungsanlagen an das Netz zur Überschusseinspeisung und Backup-Versorgung. Die Selbsterzeugung kann von jeder natürlichen oder juristischen Person betrieben werden, unabhängig davon, ob sie Eigentümer der für die Selbsterzeugung erforderlichen Anlagen ist oder nicht (Comisión de regulación de energía y gas 2021).

Das System der Energiegutschriften, das zur Regulierung der Selbsterzeugung eingeführt wurde, kann als Anreiz betrachtet werden. Dieses System, besser bekannt als Net-Billing, regelt die Vergütung von überschüssiger Energie aus der Eigenerzeugung über die Abrechnung. Relevant für die Abrechnung sind die Vermarktungskosten die von der CREG monatlich berechnet und veröffentlicht werden.

Für Selbsterzeuger, bei denen die Exporte kleiner oder gleich den Energieimporten sind, erfolgt die Abrechnung wie folgend: Für die exportierte Energiemenge muss der Selbsterzeuger für jede kWh die der Vermarktungsmarge entsprechenden Kosten bezahlen, darüber hinaus muss der Selbsterzeuger die Differenz aus Import minus Export bezahlen. Für kleine Selbsterzeuger mit eine installierte Leistung $< 0,1$ MW entspricht die Vermarktungsmarge nur die administrativen Kosten für den Verkauf des Stromes, für Selbsterzeuger mit eine Leistung von $\geq 0,1$ MW enthält die Vermarktungsmarge zusätzlich die Kosten für die Nutzung des Übertragungs- und Verteilnetzes, die Kosten für den Kauf, den Transport und die Verringerung der Energieverluste sowie die Kosten für Einschränkungen und Dienstleistungen im Zusammenhang mit der Erzeugung.

In Abbildung 3.1 sind die Energieflüsse eines Beispielszenarios wo die Energieexporte kleiner als die Energieimporte sind.

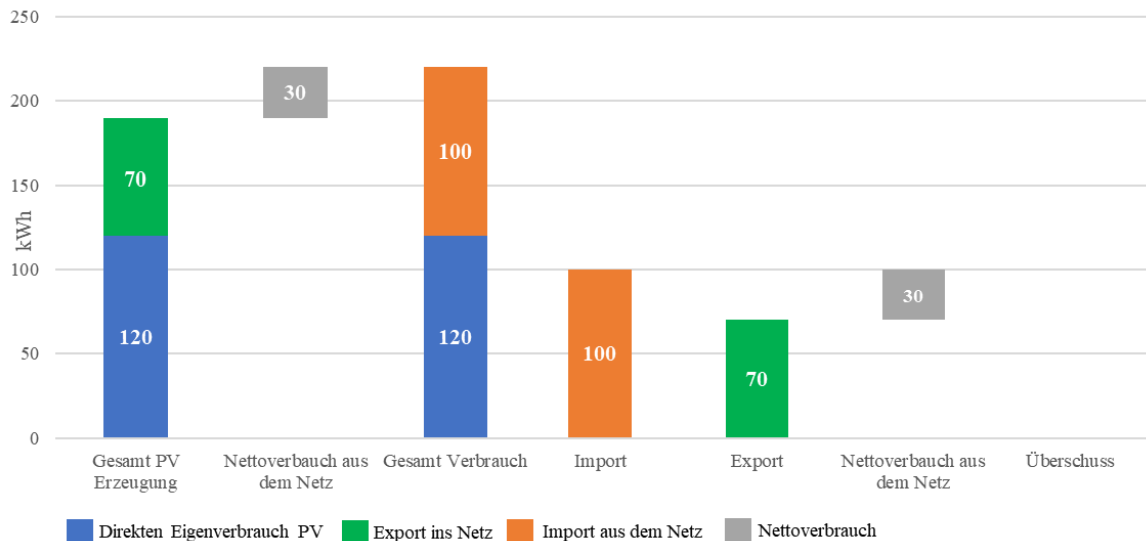


Abbildung 3.1 Energieflüsse für Verbraucher mit Eigenerzeugung und Nettoverbrauch > 0 kWh. Vgl. epm (2019)

Wenn die **installierte Leistung < 0,1 MW** ist, würde die Abrechnung in diesem Beispiel wie folgt erfolgen:

*Kosten wegen Stromverbrauch = Nettoverbrauch * Kosten für Strom*

$$= 30 \text{ kWh} * \left(-500 \frac{\$}{\text{kWh}} \right) = -\$ 15.000$$

Vermarktungskosten

*= Export * Vermarktungsmarge*

$$= 70 \text{ kWh} * \left(-45 \frac{\$}{\text{kWh}} \right) = -\$ 3.150$$

Einnahmen

*= Überschüsse * Börsenstrompreis = \$ 0*

Gesamtkosten

$$= -\$15.000 - \$ 3.150 + \$ 0 = -\$18.150$$

Obwohl der Selbsterzeuger in diesen Beispiel 100 kWh aus dem Netz entnommen hat, muss er nur für die Differenz zwischen Export und Import, den sogenannte Nettoverbrauch mit den vom Händler festgesetzten Energiepreis bezahlen. In der Beispielrechnung beträgt dieser Preis 500 \$/kWh, der Verbraucher hat Netto nur 30 kWh verbraucht (Differenz zwischen Import und Export) so dass er nur \$ 18.150 für den verbrauchten Strom bezahlen muss. Darüber hinaus muss er für jede exportierte kWh die Vermarktungsmarge bezahlen. Hier entspricht die Vermarktungsmarge 45 \$/kWh, da hier 70 kWh exportiert wurden, muss in diesen Fall der Selbsterzeuger \$ 3.150 für die Vermarktung des exportierten Stroms bezahlen. In diesen Fall hat der Selbsterzeuger keine Einnahmen, da es kein Überschuss an Strom gibt. Da hier der Strompreis weit über der Vermarktungsmarge liegt, wird der Verbraucher mit Eigenerzeugung Geld gegenüber einem Verbraucher ohne Eigenerzeugung und den gleichen Verbrauch ersparen können.

Wenn die **installierte Kapazität größer 0,1 MW** ist, sieht die Abrechnung wie folgt aus:

*Kosten wegen Stromverbrauch = Nettoverbrauch * Kosten für Strom*

$$= 30 \text{ kWh} * \left(-500 \frac{\$}{\text{kWh}} \right) = -\$ 15.000$$

Vermarktungskosten

*= Export * Vermarktungsmarge*

$$= 70 \text{ kWh} * \left(-300 \frac{\$}{\text{kWh}} \right) = -\$ 21.000$$

Einnahmen

*= Überschüsse * Börsenstrompreis = \$ 0*

Gesamtkosten

= -\\$15.000 - \$ 21.000 + \$ 0 = -\\$36.000

In diesem Fall beträgt die Vermarktungsmarge 300 \$/kWh. Diese Marge ist höher als für Erzeuger mit installierter Kapazität < 0,1 MW, da für diese Verbraucher die Vermarktungsmarge nur die administrativen Kosten für den Verkauf des Stromes anfallen. Aus diesem Grund erhöht sich in der Beispielrechnung die Vermarktungsmarge von 45 \$/kWh auf 300 \$/kWh. Für die Differenz zwischen Import und Export muss der Selbsterzeuger den vom Vermarkter festgelegten Energiepreis bezahlen. In diesem Beispiel hat der Erzeuger auch keine Einnahmen. Die Gesamtkosten belaufen sich auf - \$ 36.000.

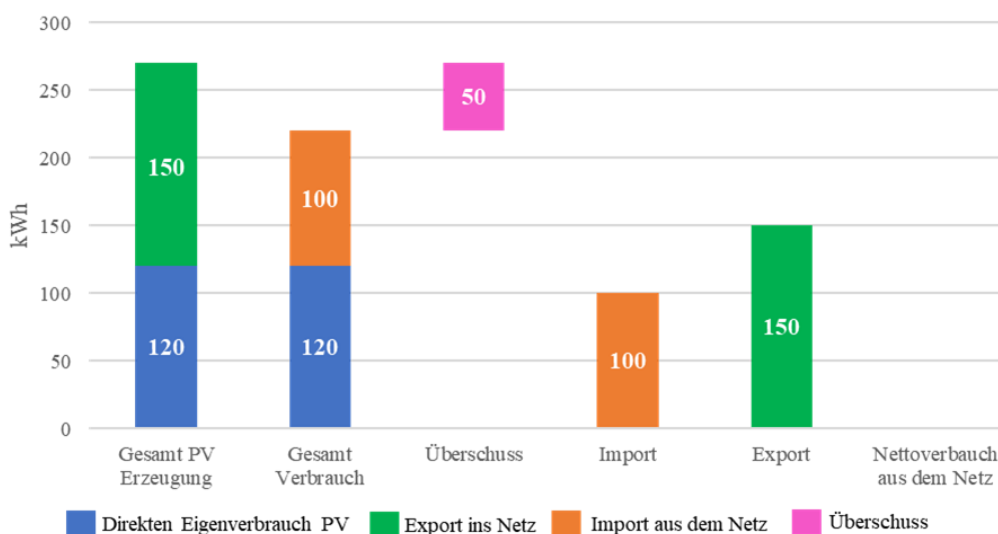


Abbildung 3.2 Energieflüsse für Verbraucher mit Nettoverbrauch = 0 kWh Vgl. epm (2019)

Für Selbsterzeuger, bei denen die Exporte größer sind als die Energieimporte, erfolgt die Abrechnung wie folgt: Für den Überschuss, der sich aus der Differenz zwischen Import und Export ergibt, erhält der Selbsterzeuger den Börsenstrompreis. Für die exportierte Energiemenge abzüglich des Überschusses muss der Selbsterzeuger die Kosten in Höhe der Vermarktungsspanne pro kWh bezahlen. Da der Export den Import übersteigt, hat der Selbsterzeuger einen Nettoverbrauch von Null und somit keine Stromkosten.

In Abbildung 3.2 sind die Energieflüsse für Verbraucher mit Eigenerzeugung und

Nettoverbrauch = 0 kWh zu sehen. Das bedeutet, dass der Verbrauch mehr Strom ins Netz eingespeist hat als es aus dem Netz entnommen hat. Wenn der Export den Import übersteigt, hat der Verbrauch neben den Kosten auch Einnahmen.

Für Selbsterzeuger mit einer **installierte Kapazität < 0,1 MW** würde die Abrechnung wie folgt aussehen:

$$\begin{aligned}
 \text{Kosten Stromverbrauch} &= \text{Nettoverbrauch} * \text{Kosten für Strom} = \$ 0 \\
 \text{Vermarktungskosten} &= (\text{Export} - \text{Überschuss}) * \text{Vermarktungsmarge} \\
 &= (150 - 50) \text{ kWh} * \left(-45 \frac{\$}{\text{kWh}} \right) = -\$ 4.500 \\
 \text{Einnahmen} &= \text{Überschüsse} * \text{Börsenstrompreis} \\
 &= 50 \text{ kWh} * 213 \frac{\$}{\text{kWh}} = \$ 10.650 \\
 \text{Gesamtkosten} &= \$ 0 - \$ 4.509 + \$ 10.650 = \$ 6.150
 \end{aligned}$$

In dem Beispiel muss der Verbraucher nichts für Strom aus dem Netz zahlen, da der Export höher als der Import ist und somit der Nettoverbrauch gleich null ist. Der Verbraucher hat in diesem Fall Überschüsse produziert, die mit dem Börsenstrompreis vergütet werden, dadurch würde der Verbraucher \$ 10.650 einnehmen. Für die exportierte Menge abzüglich des Überschusses muss der Selbsterzeuger für jede kWh die Vermarktungsmarge zahlen, dafür fallen in diesem Beispiel Kosten von \$ 4.500 (Comisión de regulación de energía y gas 2021). Am Ende entstehen für den Verbraucher positiven Kosten bzw. Einnahmen, da die Einnahmen aus dem Verkauf des Überschusses höher als die Vermarktungskosten sind.

Für Selbsterzeuger mit einer **installierte Kapazität > 0,1 MW** würde die Abrechnung wie folgt aussehen:

$$\begin{aligned}
 \text{Kosten Stromverbrauch} &= \text{Nettoverbrauch} * \text{Kosten für Strom} = \$ 0 \\
 \text{Vermarktungskosten} &= (\text{Export} - \text{Überschuss}) * \text{Vermarktungsmarge} \\
 &= (150 - 50) \text{ kWh} * \left(-300 \frac{\$}{\text{kWh}} \right) = -\$ 30.000 \\
 \text{Einnahmen} &= \text{Überschüsse} * \text{Börsenstrompreis} \\
 &= 50 \text{ kWh} * 213 \frac{\$}{\text{kWh}} = \$ 10.650 \\
 \text{Gesamtkosten} &= \$ 0 - \$ 30.000 + \$ 10.650 = -\$ 19.350
 \end{aligned}$$

Aufgrund der höheren Vermarktungsmarge reichen die Einnahmen aus dem Verkauf des Überschusses nicht aus, um die Vermarktungskosten zu decken, so dass der Selbsterzeuger trotz eines Nettoverbrauchs von Null, Kosten für die Stromversorgung hat.

Es ist klar, dass der Rechtsrahmen die Selbsterzeugung mit einer Kapazität von weniger als 0,1 MW begünstigt, da die Vermarktungskosten für diese Kategorie niedriger sind (epm 2019). Wichtig für die Rentabilität der Anlagen ab 0,1 MW sind aber auch die Einsparungen, die durch die selbst erzeugte und verbrauchte Energie erzielt werden, da diese Energie nicht mehr zu den vom Vermarkter festgelegten Kosten eingekauft werden muss. Die Selbsterzeuger haben auch die Möglichkeit, ihre Überschüsse an Erzeuger oder Vermarkter zu liefern, die diese Energie ausschließlich für nicht regulierte Nutzer bereitstellen, wobei der Preis zwischen den beiden Parteien frei vereinbart wird.

3.1.2.2 Spezielle Anreize für dezentrale Erzeuger

Wie bei der Selbsterzeugung können die dezentralen Erzeuger alle steuerlichen und finanziellen Anreize in Anspruch nehmen, die auch für große Erzeuger gelten. Unter dezentraler Stromerzeugung versteht man die Stromerzeugung in der Nähe von Verbrauchszentren, die an das lokale Verteilernetz angeschlossen ist und eine installierte oder Nennleistung von weniger als 1 MW hat.

Die von einem dezentralen Erzeuger produzierte Energie kann einem Vermarkter angeboten werden, der den regulierten Markt bedient, wofür er an den öffentlichen Ausschreibungen dieser Unternehmen teilnehmen muss. Außerdem können sie diese Energie an Erzeuger oder Vermarkter verkaufen, die ausschließlich nicht regulierte Verbraucher beliefern. Dezentrale Erzeuger können ihre Energie an der Strombörse verkaufen, müssen aber von einem Versorgungsunternehmen vertreten werden und werden von den als nicht zentral koordinierte Anlagen betrachtet.

Eine Möglichkeit, Anreize für diese Art von Erzeugern zu schaffen, sind die Vorteile, die sich aus der Verringerung der Verluste ergeben. Die Förderung ergibt sich aus der Summe von 50 % der anerkannten Verluste bis zur höchsten Ebene, an die der Generator angeschlossen ist, und den Verlusten der Spannungsebene, an die der verteilte Generator angeschlossen ist, je nach Standort in Bezug auf das Umspannwerk, von dem aus die Einspeisung, an die er angeschlossen ist, beginnt. Ist die Entfernung größer als 50 % der Stromkreisentfernung, werden 50 % der anerkannten Spannungspegelverluste anerkannt. Ist der Abstand geringer, wird ein Prozentsatz von 0 % zugewiesen.

3.1.2.3 Finanzielle Förderungen

Neben steuerlichen und organisatorischen Anreizen gibt es verschiedene Arten der finanziellen Unterstützung für erneuerbare Energien durch den Staat.

Der Fonds für nicht-konventionelle Energien und effizientes Energiemanagement FENOGE wurde durch das Gesetz 1714 von 2014 eingerichtet. Ihr Ziel ist die Förderung und Unterstützung von nicht-konventionellen erneuerbaren Energien und Energieeffizienz. Dieser Fonds soll diese Art von Projekten durch rückzahlbare und nicht rückzahlbare Finanzierungsmechanismen je nach Projekt unterstützen (Vargas Guevara et al. 2022). Der Fonds erhält 40 % der für den Finanzieller Unterstützungsfonds für nicht angeschlossenen Gebiete (FAZNI) gesammelten Mittel, der Rest der Finanzierung ist eine Mischung aus Beiträgen der nationalen Regierung, privater Einrichtungen, multilateraler und internationaler Organisationen, unabhängiger Patrimonien, privater,

öffentlicher oder gemischter Fonds sowie aus Spenden und Mitteln der internationalen Zusammenarbeit. Der Fonds stellt rückzahlungspflichtige Finanzierungsquellen zur Verfügung, die jedoch günstigere Konditionen als herkömmliche Kredite haben. Für bestimmte Projekte stellt der Fonds auch nicht rückzahlungspflichtige Finanzierungsquellen zur Verfügung, bei denen die Empfänger weder verpflichtet sind, das Geld zurückzuzahlen, noch finanzielle Gewinne zu erzielen, da sich der Nutzen in den erzielten ökologischen, sozialen und energetischen Vorteilen widerspiegelt. Um für diese nicht rückzahlbare Unterstützung in Frage zu kommen, müssen die Projekte bestimmte Kriterien erfüllen. Beispielsweise wenn die Begünstigten des Projekts zu den Schichten³ eins, zwei oder drei gehören oder wenn der quantifizierbare Nutzen des Projekts nicht ausreicht, um die Anfangsinvestition zu decken.(Vargas Guevara 2020).

Der Finanzieller Unterstützungsfonds für nicht angeschlossenen Gebiete (FAZNI), der eingerichtet wurde, um die Energieversorgung nicht angeschlossener Gebiete zu unterstützen, hat als Hauptziel die Finanzierung von Plänen, Programmen und Investitionsprojekten im Bereich der Energieinfrastruktur in Gebiete, die nicht an das Verbundnetz angeschlossen sind. (IPSE 2022). Die Mittel dieses Fonds stammen aus den Erträgen jeder Einspeisung an der Energiebörse; für jede eingespeiste kWh müssen die Erzeuger 1,00 \$ zahlen, die in diesen Fonds fließen.

Ein weiterer Fond, auf den die Gemeinden zugreifen können, ist das allgemeine System der Konzessionsabgaben, aus dem Investitionsprojekte finanziert werden können, die im Einklang mit dem nationalen Entwicklungsplan stehen, was für Elektrifizierungsprojekte gelten würde (Ministerio de Minas y Energía 2011). Die Konzessionsabgaben sind Abgaben, die bei der Förderung von natürlichen Ressourcen wie Kohle und Öl anfallen.

Eine weitere öffentliche Einrichtung, die finanzielle Unterstützung leistet, ist iNNpuls. Diese nationale Regierungsbehörde ist für die Unterstützung neuer unternehmerischer Vorhaben zuständig. Seit 2019 konzentriert sie sich auf Fragen der erneuerbaren Energien und verwaltet ihre eigenen Ressourcen oder die anderer öffentlicher und privater Einrichtungen sowie die nationale und internationale Zusammenarbeit zur Unterstützung von Projekten im Bereich der erneuerbaren Energien (Vargas Guevara 2020).

3.1.3 Vergabeverfahren

In Kolumbien gibt es einen Energiegroßhandelsmarkt, auf dem der im Lande erzeugte Strom gehandelt wird. Hierfür gab es nur 3 verschiedene Mechanismen, der erste ist der Spotmarkt an der Energiebörse, auf dem die Erzeuger einen Preis für Energie für jeden Tag sowie ihre stündliche Erzeugungskapazität anbieten können. Der stündliche Spotmarktpreis wird durch den teuersten Erzeuger bestimmt, der zur Befriedigung der Nachfrage in der beobachteten Stunde benötigt wird, die übrigen Erzeuger erhalten diesen Preis (IRENA 2021). Dabei handelt es sich um einen kurzfristigen Mechanismus mit stündlicher Auflösung, der die Preise volatil macht und stark von der momentanen

³ In Kolumbien werden alle Gebiete auf einer sozioökonomischen Skala von eins bis sechs eingestuft. Anhand dieser Skala werden die Tarife für öffentliche Dienstleistungen wie Strom-, Wasser- und Gasversorgung festgelegt, die für die jeweilige Zone gelten. Damit wird ein System der Quersubventionierung geschaffen, bei dem reichere Haushalte diese Dienstleistungen für ärmere Haushalte subventionieren.

Situation auf dem Energiemarkt abhängt (Minenergia 2019).

Ein weiterer Mechanismus für den Verkauf von Energie sind bilaterale Verträge zwischen Erzeugern und Energiehändlern sowie unregulierten Verbrauchern. In diesen Verträgen verpflichten sich die Parteien, Energie zu vertraglich festgelegten Preisen und Mengen zu verkaufen und zu kaufen. Diese Verträge zielen darauf ab, die Abhängigkeit beider Parteien von der Preisvolatilität an der Börse zu verringern. Diese Verträge werden frei und ohne Einschaltung einer Regulierungsbehörde geschlossen (Minenergia 2019). Vor allem für neue Erzeuger bietet diese Art von Verträgen ein stabiles und sicheres Einkommen, das zur finanziellen Tragfähigkeit beiträgt, und für bestehende Anlagen mindert es die Abhängigkeit von schwankenden Börsenpreisen. Da diese Art von Verträgen jedoch ohne das Eingreifen einer Regulierungsbehörde geschlossen wird, sind die Preise nicht transparent, und es ist für neue Akteure schwierig, auf diese Weise in den Markt einzutreten. Darüber hinaus hat die Nationale Vereinigung der Stromerzeugungsunternehmen (Asociación Nacional de Empresas Generadoras ANDEG) in einer Studie festgestellt, dass der Markt für bilaterale Verträge in Kolumbien aufgrund der geringen Standardisierung der Verträge Liquiditätsprobleme im Vergleich zu internationalen Benchmarks hat und die Laufzeit der Verträge recht kurz ist, da die meisten dieser Verträge eine Laufzeit von weniger als zwei Jahren haben (Minenergia 2019).

Der dritte bestehende Marktmechanismus in Kolumbien ist die Auktion für die Zuteilung von festen Energieverpflichtungen - OEF - der Zuverlässigkeitsabgabe. Bei dieser Auktion bieten die Erzeuger für Erzeugungsgarantien in Zeiten der Knappheit, um die Zuverlässigkeit der Energieversorgung zu gewährleisten (Juvinao Navarro 2021). Erzeuger, die in der Auktion den Zuschlag für feste Energieverpflichtungen erhalten, erhalten eine monatliche Zahlung, die von der Menge der Verpflichtung und dem in der Auktion erzielten Preis abhängt und somit die Verfügbarkeit der Erzeugungsressourcen in Zeiten der Knappheit garantiert. In Zeiten der Knappheit wird der Preis für die erzeugte Energie von der CREG festgelegt und orientiert sich an den Preisen für fossile Brennstoffe. Überschüssige Energie kann vom Erzeuger auf dem Spotmarkt oder durch bilaterale Verträge verkauft werden (IRENA 2021). Die Zuverlässigkeitsabgabe wird auf die Verbraucher umgelegt. Bis 2018 nahmen nur konventionelle Erzeuger an dieser Art von Auktionen teil, aber ab 2019 können auch nicht-konventionelle Erzeuger an diesem Mechanismus teilnehmen, was eine neue Einkommensmöglichkeit für EE-Anlagen darstellt.

Diese drei Mechanismen allein waren nicht in der Lage, das notwendige Interesse an Investitionen in die nicht-konventionelle Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zu wecken, was vor allem auf das Fehlen eines langfristigen Preissignals und das Fehlen eines wichtigen langfristigen Vertragsmechanismus zurückzuführen ist, der Investitionen in diese Art von Technologie attraktiv macht. In Tabelle 3.2 sind die Vor- und Nachteile diesen Vermarktungsmechanismen für Erzeuger erneuerbarer Energie zu sehen.

Tabelle 3.2: Vor- und Nachteile von Vermarktungsmechanismen für EE Anlagen vor die Einführung von Auktionen.

Vermarktung	Vorteile für EE	Nachteile für EE
Spotmarkt an der Energiebörse	Erzeuger können direkt Stromvermarkten, da Erneuerbaren Energie geringen Betriebskosten verursacht, sind diese in der Börse wettbewerbsfähig	Es ist ein kurzfristiger Mechanismus mit stündlicher Auflösung. Keine Langfristige Sicherheit bzgl. Einnahmen
Bilaterale Verträge	Stabiles und Sicheres Einkommen für neue Anlagen. Minderung der Abhängigkeit von schwankenden Börsenpreise.	Intransparenz aufgrund fehlender Regulierung. Schwieriger Markteinstieg für neue Akteur*innen Markt für Bilaterale Verträge in Kolumbien hat Liquiditätsprobleme Kurze Vertragslaufzeiten üblich
Auktion für die Zuteilung von festen Energieverpflichtungen	Kann den Einkommen von EE Anlagen ergänzen	Ist kein Mechanismus, worüber EE Anlagen ihre komplette Erzeugung vermarkten könnten.

Aus diesem Grund beschloss die kolumbianische Regierung im Februar 2019, einen zweigleisigen Auktionsmechanismus für langfristige Verträge einzuführen, der nicht-konventionellen Erzeugern Vorrang einräumt. Damit schließt sich Kolumbien vielen Ländern in Lateinamerika und weltweit an, die diesen Mechanismus zur Förderung der Energiewende nutzen wollen. Bei dieser Auktion gab es zwar Interesse, aber es wurden keine Zuschläge erteilt, weil die Wettbewerbskriterien nicht erfüllt waren. Aufgrund des großen Interesses an der ersten Auktion wurde jedoch beschlossen, noch im selben Jahr eine zweite Auktion durchzuführen und die Bedingungen für die Auftragsvergabe zu verbessern. Die wichtigsten Änderungen bestanden darin, dass die Auktion ausschließlich für den Handel mit nicht-konventionellen erneuerbaren Energien bestimmt war, dass das Gebotsformat von jährlich auf täglich geändert wurde, dass Zeitfenster für die Gebotsabgabe eingeführt wurden, so dass die Erzeuger nur in den Stunden bieten konnten, in denen ihre Ressourcen verfügbar waren, und dass die Teilnahmegebühr abgeschafft wurde. Außerdem wurde die Mindestgröße der Stromerzeuger für die Teilnahme von 10 MW auf 5 MW gesenkt, was die Tür für neue, kleinere Akteure öffnet. Bei beiden Auktionen ging es um die Vergabe von Finanzverträgen mit einer Laufzeit von 15 Jahren auf der Grundlage des Umlageverfahrens. Bei dieser Auktion wurde auch ein zusätzlicher Mechanismus eingeführt, der darauf abzielte, die verbleibende angebotene Energie an Händler zu vergeben, die nicht an der Auktion teilnahmen, aber dennoch Energie benötigten, um die Quote zu erreichen.

Bei der zweiten Auktion Ende 2019 konnten 1,3 GW an neuen Wind- und

Solarkapazitäten im Land gesichert werden. Bei dieser Auktion wurden Durchschnittspreise von 28,40 USD/MWh für Solaranlagen und 27,70 USD/MWh für Windkraftanlagen erzielt, die unter dem weltweiten Durchschnitt für 2019 liegen. Die niedrigen Preise sind vor allem auf die guten Wetterbedingungen im Lande zurückzuführen. Mit Interesse wurde auch zur Kenntnis genommen, dass die drei Windkraftprojekte, die die niedrigsten Preise boten, auch erfolgreich an der Versteigerung der Zuverlässigkeitsabgabe teilgenommen hatten. Es ist erwähnenswert, dass der in den Strombezugsverträgen vereinbarte Strompreis den gebotenen Preis und eine Gebühr zur Deckung der Zuverlässigkeitsabgabe enthält, die die Erzeuger zurückzahlen müssen, wenn sie in Zeiten der Knappheit keinen verbindlichen Strom liefern. Für Projekte, die feste Energieverpflichtungen erhalten haben, wird dieser zweite Posten zu einer zusätzlichen Einnahmequelle, die es ihnen ermöglicht, niedrigere Preise zu bieten. (IRENA 2021) .

Eine dritte Auktion fand im Oktober 2021 statt. Im Gegensatz zu den ersten beiden Auktionen, die von der UPME (Unidad de planeación minero-energética, Planungseinheit Bergbau-Energie) durchgeführt wurden, wurde diese dritte Auktion von XM, dem Stromnetzbetreiber und Marktverwalter, durchgeführt. Ein weiterer signifikanter Unterschied besteht darin, dass bei dieser Auktion Projekte, die feste Energieverpflichtungen erhalten haben oder über andere Verträge verfügen, die im Rahmen langfristiger Auktionen vergeben wurden, nur im Intraday-Block Nr. 3 (von 17:00 Uhr bis 00:00 Uhr) bieten konnten (Ministerio de Minas y Energía 2021a). In dieser Auktion wurden Aufträge an 9 Erzeugungsunternehmen mit 11 Erzeugungsprojekten mit einer Gesamtkapazität von 796,3 MW vergeben. 2.551,27 MWh/Tag wurden in der Auktion zu einem Durchschnittspreis von 34,74 USD/MWh (135,85 COP/kWh) zugeschlagen, und weitere 2044,4 MWh/Tag wurden über den ergänzenden Mechanismus zu einem Preis von 46,32 USD/kWh (180,725 COP/kWh) vergeben. Insgesamt lag der durchschnittliche Energiepreis bei 39,88 USD/MWh (155,81 COP/kWh), wobei die gesamte Energie aus Solarquellen stammt (XM 2021b).

In Kolumbien hat sich das Auktionssystem in seinen beiden erfolgreichen Versionen als wirksamer Mechanismus zur Förderung nicht-konventioneller Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien erwiesen. Generell hat sich das Auktionsverfahren in anderen Teilen der Welt als wirksam erwiesen und ist derzeit das am weitesten verbreitete Verfahren für die Vergabe langfristiger Verträge. Zu seinen Vorteilen gehört, dass es den Verkäufern erneuerbarer Energien einen stabilen und sicheren langfristigen Preis für die erzeugte Energie garantiert und damit den Erzeuger vor den Schwankungen des Spotmarktes schützt und auch die finanzielle Rentabilität dieser Art von Projekten verbessert. Für den Käufer machen solche Verträge die künftigen Energiekosten vorhersehbarer und schützen ihn auch vor den Schwankungen des Spotmarktes. Auktionen können auch von politischen Akteuren genutzt werden, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Dieser Mechanismus trägt auch dazu bei, den tatsächlichen Energiepreis zu ermitteln, und kann die kosteneffiziente Einführung von Technologien unterstützen. Ein weiterer Vorteil ist die Flexibilität, die Auktionen bieten, da ihre Ausgestaltung dazu beitragen kann, verschiedene Ziele zu erreichen, die über den Energiepreis oder die installierte Kapazität hinausgehen, aber auch zu einem gerechten Übergang beitragen und

Inklusivität und Gerechtigkeit beim Übergang fördern können (IRENA 2021).

Die Umsetzung dieses Mechanismus sowie die Reform des Regulierungsrahmens zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien sind zwei wichtige erste Schritte, um die Ziele der Diversifizierung und Dekarbonisierung des Energiesystems in Kolumbien zu erreichen. Der Weg dorthin ist jedoch lang, und eine der Fragen, die noch offen sind, ist die Kontinuität der Versteigerungen, da sie bisher individuell organisiert werden und es ungewiss ist, wie sie langfristig weitergeführt werden sollen. Es ist zweifellos wichtig, langfristige Kontinuität zu schaffen, um mehr Interessenten zu gewinnen und die Energiematrix weiter mit erneuerbaren Energie zu durchdringen. Außerdem ist es wichtig, bei der Weiterentwicklung dieses Mechanismus die Aspekte eine gerechte Energiewende und der Energiegerechtigkeit nicht aus den Augen zu verlieren. Die Region La Guajira, die reich an erneuerbaren Ressourcen ist und in der sechs der in der zweiten Auktion vergebenen Projekte angesiedelt sind, ist eine der Regionen des Landes mit der größten Energiearmut und steht aufgrund der schrittweisen Schließung von Kohleminen, vor großen Herausforderungen. Daher ist es wichtig, Strategien zu entwickeln, die sich nicht nur auf die Vermarktung von Energie konzentrieren, sondern auch Elemente umfassen, die die Schaffung von Arbeitsplätzen und lokalen Industrien sowie die Beteiligung der Gemeinschaft ermöglichen und für kleine Akteure zugänglich sind.

3.2 Für Energiegenossenschaften

Im kolumbianischen Kontext gibt es keinen ausdrücklichen Rechtsrahmen für Energiegenossenschaften. Aus diesem Grund wird der anwendbare Rahmen von der Normativität für Genossenschaften im Allgemeinen abgeleitet. Eine der wichtigsten Rechtsgrundlagen in diesem Bereich ist das Gesetz 79 aus dem Jahr 1988, das die Genossenschaften im Allgemeinen regelt und die Merkmale der Genossenschaften und ihre Statuten festlegt. Wichtig ist auch das Gesetz Nr. 454 aus dem Jahr 1988, das den konzeptionellen Rahmen für die Regelung der Solidarwirtschaft schuf, die Aufsichtsbehörde für die Solidarwirtschaft einrichtete und Normen für die Finanztätigkeit der genossenschaftlichen Einrichtungen festlegte. Im Zusammenhang mit den Energiegenossenschaften sind auch die Gesetze 142 und 143 aus dem Jahr 1994 von Bedeutung, die den Rahmen bilden, der es privaten Akteuren ermöglicht, in öffentliche Dienstleistungen einzugreifen, um Investitionen zu tätigen und sich an der Erbringung von Dienstleistungen zu beteiligen (Vásquez 2019).

3.2.1 Bewertung des regulatorischen Rahmens für erneuerbaren Erzeugung im Bezug auf Energiegenossenschaften

Auktionen

Der wichtigste Mechanismus zur Förderung des Eintritts nicht-konventioneller Erzeuger erneuerbarer Energien in den kolumbianischen Energiemarkt sind Auktionen. Auktionen sind ein sehr flexibles und potenziell wirksames Instrument zur Förderung von Gemeinschaftsprojekten, je nachdem, wie sie gestaltet sind. Auktionen haben auch das Potenzial, die Teilhabe an den Vorteilen für die betroffenen Gemeinschaften zu fördern. Bei den drei bisher in Kolumbien durchgeführten Auktionen ist es jedoch nicht gelungen,

die Vielfalt der teilnehmenden Akteure zu fördern, da es sich ausschließlich um private Unternehmen, teilweise Tochtergesellschaften großer Konzerne und bereits auf dem Energiemarkt tätige Unternehmen handelt. An keiner der drei Auktionen haben Gemeinschaftsprojekte teilgenommen, und auch die Senkung der Mindestkapazität in der zweiten Auktion, die die Vielfalt der Akteure fördern sollte, hat dieses Ziel nicht erreicht, da alle teilnehmenden Projekte weit über dieser Grenze lagen. Generell ist festzustellen, dass die für die Auktionen in Kolumbien gewählte Form nicht geeignet ist, die Beteiligung von Gemeinschaftsprojekten wie Genossenschaften zu fördern. Ein Grund dafür kann sein, dass als Zuschlagskriterium ausschließlich der Energiepreis gewählt wird. Dieses Ziel kommt Großprojekten zugute, die ihrerseits von den Größenvorteilen profitieren, um niedrigere Preise bieten zu können, und benachteiligt Akteure, die andere Ziele als die Gewinnmaximierung verfolgen und nur kleinere Projekte entwickeln können, wie z. B. Energiegenossenschaften. Ein weiterer wichtiger Faktor ist, dass bei den Versteigerungen Kriterien wie die Schaffung lokaler Arbeitsplätze, die Verwendung lokaler Materialien, Ausrüstungen und Dienstleistungen sowie die mögliche Beteiligung an den Vorteilen der Gemeinschaft, auf die sich das Projekt auswirkt, nicht berücksichtigt werden. Würden diese Kriterien berücksichtigt, könnten Energiegenossenschaften punkten, da diese Kriterien leicht in die Ziele der Genossenschaft übernommen werden könnten, die eine soziale Auswirkung auf die Gemeinschaft haben wollen.

Um eine gerechtere und demokratischere Energiewende zu erreichen, ist es wichtig zu betonen, dass die Marktmechanismen, die zur Förderung der Energiewende eingesetzt werden, die Beteiligung von Gemeinschaften mit geringem Einkommen berücksichtigen müssen (REN21 2017). Versteigerungen können für Projekte, die von diesen Gemeinschaften gefördert werden, ein Hindernis darstellen. Vor allem aufgrund der hohen finanziellen Garantien, die vorgelegt werden müssen, die Unsicherheit dass die Teilnahme an der Versteigerung hinsichtlich des Erfolgs des Projekts mit sich bringt, die fehlende erforderliche Erfahrung auf den Strommärkten, der bürokratische Aufwand der für Gemeinschaftsprojekte höher ist als für spezialisierte Unternehmen und da es nicht möglich ist, die Kosten und das Risiko des Prozesses auf mehrere Projekte zu verteilen, wie es Unternehmen tun können, die mit mehreren Projekten an der Versteigerung teilnehmen.

Aufgrund der Flexibilität, die der Auktionsmechanismus bietet, ist es jedoch möglich, durch eine geeignete Gestaltung die Teilnahme von Gemeinschaftsprojekten wie Energiegenossenschaften am Markt für erneuerbare Energien durch die Auktion zu fördern. Laut REN21 (2017) könnten diese Strategien nützlich sein, um dieses Ziel zu erreichen:

- Zuteilung eines Teils des zu versteigernden Volumens an eine bestimmte Gruppe von Akteuren.
- Vergabe eines Teils des zu versteigernden Volumens an kleine und mittlere Projekte.
- Es ist darauf zu achten, dass die Auktionsanforderungen mit den verschiedenen rechtlichen Strukturen, unter denen Kooperationsprojekte entwickelt werden können, vereinbar sind.

- Anpassung der Präqualifikationskriterien je nach Art des Bieters
- von allen Bietern die Vorlage eines Plans zur Beteiligung der Gemeinschaft und eines Plans zur Aufteilung der Vorteile verlangen.
- Bewertung der Angebote anhand eines multikriteriellen Systems, das die Vielfalt der Akteure begünstigt.
- Anwendung eines Korrekturfaktors, der der Fläche und Größe des Projekts berücksichtigt.
- Anwendung einer Vorzugsregel für Gemeinschaftsprojekte
- regelmäßig Auktionen veranstalten und diese rechtzeitig ankündigen.

Energie-Kredite

Das durch die Selbsterzeugung generierte Energiegutschriftensystem kann ein positiver Aspekt für die Entwicklung von Energiegenossenschaften sein, die auf dezentraler Selbsterzeugung basieren und ermöglicht Modelle wie die Energie-Tokenisierung, wo Energiegutschriften zwischen verschiedenen Schichten getauscht werden. Der derzeitige Rechtsrahmen ist jedoch nur für kleine Selbsterzeuger mit einer Kapazität von weniger als 0,1 MW attraktiv. Für Privathaushalte ist diese Grenze nicht so relevant, aber bei Gemeinschaftsprojekten wie Selbsterzeugern in Schulen oder Gesundheitszentren macht diese Grenze den Unterschied aus, ob ein Projekt rentabel ist oder nicht, da Selbsterzeuger für jede kWh, die sie ins Netz einspeisen, höhere Vermarktungskosten zahlen müssen, wenn ihre installierte Kapazität höher als 0,1 MW ist. Es ist wichtig, diesen Aspekt des Rechtsrahmens im Hinblick auf Energiegenossenschaften zu entwickeln, um die Entwicklung von Gemeinschaftsprojekten zu ermöglichen, die nicht nur zu einer höheren Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien führen, sondern auch positive soziale Auswirkungen auf die Gemeinden haben können, in denen sie entwickelt werden.

Andere Strategien

In anderen Ländern wurden andere Strategien angewandt, um den Marktzugang für erneuerbare Energien zu fördern. Eine Alternative zu Auktionen ist die Einführung eines administrativ festgelegten Einspeisetarifs, um die Einspeisung erneuerbarer Energie in das Netz für einen bestimmten Zeitraum zu vergüten. Diese Strategie ist besser bekannt als Feed-In-Tarif (FIT). Dieser Mechanismus bietet mehrere Vorteile für Kooperationsprojekte, da die Kenntnis des Preises der zu erhaltenden Vergütung im Voraus die Unsicherheit verringert, die Planung, die Projektentwicklung und den Zugang zu Finanzmitteln erleichtert, da sie Gewissheit über die langfristigen Einnahmen des Projekts schafft. Darüber hinaus bietet die FIT-Regelung eine ständige Möglichkeit der Projekteinreichung, was die Entwicklung von Projekten innerhalb des erforderlichen Zeitrahmens ohne Termindruck ermöglicht, wie dies bei Auktionen der Fall ist, bei denen die Fristen fest und in der Regel kurz sind (REN21 2017).

In anderen Ländern hat diese Strategie den Einsatz erneuerbarer Energien gefördert, aber sie hat auch den Energiegenossenschaften bei ihrer Expansion geholfen. In Deutschland wird diese Strategie seit 1991 verfolgt, bis 2015 haben 136000 Bürgerinnen und Bürger insgesamt 426 Millionen Euro in Energiegenossenschaften für erneuerbare Energien investiert (Tarhan 2015). Es ist festzustellen, dass die meisten

Energieerzeugungsgenossenschaften in Deutschland Technologien einsetzen, die vom Einspeisetarifsystem profitieren. Derzeit gibt es in Deutschland mehr als 635 Genossenschaften zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien, von denen 75 % Photovoltaikanlagen, 17 % Biomasse, 11 % Windkraftanlagen, 2 % Wasserkraftanlagen und 1 % solarthermische Anlagen nutzen (Yildiz et al. 2015). In anderen Ländern wie dem Vereinigten Königreich, Dänemark und Ontario, Kanada, wurde nach der Einführung von Einspeisevergütungsgesetzen ebenfalls ein Anstieg der Zahl der Genossenschaften für erneuerbare Energien beobachtet (Tarhan, 2015). Die Provinz Santa Fe war eine der ersten in Argentinien, die ein FIT-System einführte, das die Entwicklung des PROSUMIDORES-Programms ermöglichte, das den Energiegenossenschaften eine grundlegende Rolle zuwies und ihre Entwicklung förderte (REN21 2017).

FIT-Systeme bieten im Allgemeinen Vorteile für die Einführung und Etablierung neuer Technologien, indem sie Sicherheit und niedrigere Kosten für die Entwicklung von Projekten schaffen. Die Festlegung angemessener Tarife, die den Marktpreis widerspiegeln, ist jedoch schwierig, und die Herstellung eines Gleichgewichts zwischen der Förderung von Investitionen und einer überhöhten Vergütung ist schwierig, aber wichtig, zumal die Kosten, die durch die Finanzierung des festen Tarifs entstehen, normalerweise auf die Verbraucher abgewälzt werden oder vom Staat getragen werden müssen. In dieser Hinsicht sind Versteigerungen effektiver, da sie eine Preisoptimierung gewährleisten, zur Ermittlung des tatsächlichen Marktpreises beitragen und die Wettbewerbsfähigkeit fördern, indem sie die effizientesten Kosten für die Gesellschaft sicherstellen. Im Vergleich zu FIT-Regelungen sind Versteigerungen jedoch weniger geeignet für die Entwicklung von Energiegenossenschaften, da der Preis, der für die Energie erzielt wird, nicht im Voraus bekannt ist, es nicht sicher ist, ob die Projekte bei der Versteigerung den Zuschlag erhalten und auch die Fristen für die Ausschreibungen oft unregelmäßig und kurz sind. REN21 (2017) schlägt ein drittes System vor, das die Stärken dieser beiden Mechanismen kombiniert. Der Mechanismus wird als Beitrittsprozess beschrieben und besteht darin, dass ein Teil der Kapazität oder der Energie für kooperative Projekte mit Bürgerbeteiligung während einer Auktion reserviert wird. Nach Abschluss der Auktion können Projekte, die die Anforderungen erfüllen, um als kooperative Projekte mit Bürgerbeteiligung zu gelten, langfristige Energieverkaufsverträge beantragen, die mit Preisen vergütet werden, die auf dem Ergebnis der Auktion basieren. Diese Möglichkeit des Zugangs zu diesen Verträgen wird nach dem Prioritätsprinzip auf die Projekte verteilt, bis die gesamte reservierte Kapazität oder Energie zugewiesen ist oder ein bestimmter Zeitraum verstrichen ist. Der Preis kann auf der Grundlage des letzten akzeptierten Gebots, des ersten abgelehnten Gebots oder eines Durchschnitts der ersten abgelehnten Gebote in Höhe der reservierten Quote festgelegt werden. Das Beitrittsverfahren bietet somit einen ständigen offenen Aufruf, bei dem der Preis im Voraus bekannt ist, ohne dass die Teilnahme an einem Auktionsverfahren erforderlich ist. So bleibt genügend Zeit für die Projektentwicklung und den Zugang zu Finanzmitteln. Der begrenzte Charakter des Beitrittsprozesses trägt dazu bei, dynamische Effizienzen zu gewährleisten. Der Vergütungspreis ist direkt an die kontinuierliche Kostensenkung und die Lernkurven der an der Auktion teilnehmenden

Projekte geknüpft, wodurch einerseits kooperative Projekte gefördert werden, ohne dass die Gefahr besteht, dass sie übermäßig belohnt werden und weitere Kosten verursachen.

4 Bewertung der Energiewende in Kolumbien bzgl. Energiegerechtigkeit

4.1 Verteilungsgerechtigkeit

Wie in Tabelle 2.3 beschrieben gehören zu der Verteilungsgerechtigkeit verschiedene Kriterien. Eins davon betrifft die Verfügbarkeit von Energiedienstleistungen. Eng damit gekoppelt ist die Energiearmut, dies ist auch eine große Herausforderung in der Region, in der die meisten Megaprojekte entwickelt werden. In den von der Regierung entworfenen Fahrplan für die Energiewende in den Land werden die Herausforderungen der Projektumsetzung in La Guajira erkannt. Darin wird eine Strategie mit der Bezeichnung "Mesas Guajiras" festgelegt, um die gemeinsamen Bemühungen der Regierung und der Bauunternehmer zu koordinieren, um Lösungen für verschiedene Probleme in der Region zu finden. Im Rahmen der "Mesas Guajiras" wurde der Stromversorgungsindex in La Guajira als problematisch eingestuft: Mit 58,5 % Versorgungsgrad sind mehr als 81.960 Haushalte ohne Stromanschluss. Als Ergebnis dieses Runden Tisches wurde von der CREG ein Beschluss für den Einsatz individueller Solar-Photovoltaik-Lösungen gefasst, und es wurden Lösungen durch das Institut für Planung und Förderung von Energielösungen für nicht zusammenhängende Zonen für 1800 Nutzer, durch den Finanzieller Unterstützungsfonds für die Energieversorgung von nicht zusammenhängenden Zonen (Fondo de apoyo financiero para la energización de las zonas no interconectadas - FAZNI) für 5000 Nutzer und durch den Kollegiales Verwaltungs- und Entscheidungsgremium für Frieden (Órgano Colegiado de Administración y Decisión Paz - OCAD PAZ) für 1710 Nutzer geplant (Ministerio de Minas y Energía 2021b).

Darüber hinaus gibt es weder konkrete Strategien, die Teil des Rechtsrahmens für die Energiewende sind, noch Anreize für die Elektrifizierung von Gebieten ohne Stromanschluss. Außerdem ist festzustellen, dass Anreize und Marktmechanismen wie Auktionen eher auf Großprojekte und zentrale Erzeuger ausgerichtet sind, während dezentrale Erzeuger und mittelgroße Selbsterzeuger, die effizienter zur Bekämpfung der Energiearmut beitragen könnten, außen vor bleiben. Für diese Art von Stromerzeugern sind die Marktzugangsbedingungen ungünstiger, so dass Investitionen in solche Projekte weniger attraktiv sind.

In den Prozess der Entwicklung der Strategien für die Energiewende wurden Probleme im Bereich der Verfügbarkeit erkannt, dennoch sind diese nicht in systematische Schritte gemündet, so dass in der Strategie die Verbesserung diesen Aspektes ein fundamentaler Bestandteil wurde. Ältere Mechanismen wie das FAZNI Fonds sind aber wichtige Elemente, die bei der Bekämpfung von Energiearmut helfen können.

Der Aspekt der intragenerationellen Gerechtigkeit, der die gerechte Verteilung von Lasten und Nutzen berücksichtigt, ist ebenfalls eng mit der Energiearmut in der Region verbunden. Es werden viele Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren

Energien in der Region gebaut, die sich auf die Anwohner*innen auswirken, vor allem auf die indigenen Gemeinschaften deren Bewegungsfreiheit dadurch eingeschränkt wird, einen Eingriff in die natürliche Umwelt darstellen und somit eine Belastung sind. Dieser Strom wird jedoch nicht direkt zur Deckung des lokalen Bedarfs verwendet, so dass die direkt Betroffenen nicht davon profitieren. Diese Tatsache macht deutlich, dass Aspekte der intergenerationellen Gerechtigkeit bisher wenig Beachtung gefunden haben.

Ein weiterer Hebel, um die betroffenen Anwohner*innen an den Vorteilen der Produktion teilhaben zu lassen, ist ihre direkte Beteiligung an den Projekten. Bislang gibt es in der Region kein einziges Projekt, das mit Bürger*innenbeteiligung durchgeführt wird. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Entwicklern von Großprojekten Verpflichtungen zur sozialen Verantwortung aufzuerlegen. Der gesetzliche Rahmen regelt keine Verpflichtungen zur sozialen Verantwortung für Megaprojekte, die über den Beitrag von 1 % der Investition für die umliegenden Gemeinden hinausgehen (Ministerio de Minas y Energía 2021b) (Ministerio de Minas y Energía 2021a). In Konsultationsprozessen können jedoch Verpflichtungen zwischen Entwicklern und Gemeinden auf individueller Basis vereinbart werden.

Die Entschädigung der Nachbargemeinden wird bei Projekten mit einer Leistung von mehr als 10 MW durch 1 % des Investitionswerts abgedeckt, der für Projekte im öffentlichen Interesse in den Gemeinden verwendet wird. 60 % davon werden an ethnische Gemeinschaften und 40 % an die umliegenden Gemeinden vergeben (Ministerio de Minas y Energía 2021b)

Die Schaffung von Arbeitsplätzen vor Ort ist ein Thema, das zwar erwähnt wird, für das aber keine konkreten Verpflichtungen als Voraussetzung für die Entwicklung von Projekten festgelegt wurden, weder im Rechtsrahmen noch im Fahrplan der Regierung noch in den Bedingungen der durchgeführten Auktionen. Im Rahmen der "Mesas Guajiras" wurde jedoch der Mangel an ausgebildeten einheimischen Arbeitskräften als Problem erkannt, und es wurde beschlossen, gemeinsam mit den nationalen Ausbildungsdienst (Servicion Nacional de Aprendizaje – SENA) und den Entwicklungsagenten akademische Ausbildungsprogramme für die einheimische Bevölkerung aufzulegen (Ministerio de Minas y Energía 2021b).

Im Bereich der Bezahlbarkeit von Strom gibt es ebenfalls keine konkreten Strategien in den Fahrplänen oder Gesetzen, um den Strompreis zu schützen. Die Wahl von Auktionen als Mechanismus für die Einführung von Stromerzeugern aus erneuerbaren Energiequellen trägt jedoch dazu bei, dass diese Erzeuger auf preisgünstige Weise in das System integriert werden und somit keine zusätzliche Belastung für die Verbraucher darstellen.

Die Generationengerechtigkeit unterstreicht, wie wichtig es ist, die Schäden zu verringern, die das Energiesystem der Welt zufügt. In dieser Hinsicht bieten erneuerbare Energien viele Vorteile gegenüber konventionellen Energieerzeugungstechnologien, die viel invasiver sind und viele Treibhausgase ausstoßen, die das Klima bedrohen. Je nach Art und Umfang der Projekte können jedoch auch diese die traditionelle Lebensweise der indigenen Gruppen in der Region bedrohen. Der Verlust von Traditionen, Wissen und Verbindungen wäre ein irreparabler Schaden für künftige Generationen, der vermieden

werden muss. Durch den etablierten Prozess der Vorkonsultation wird versucht, dies zu erreichen, aber es gibt keine expliziten Vorschriften oder Gesetze, die Regeln für die Durchführung von Projekten in diesem Bereich stellt.

4.2 Anerkennende Gerechtigkeit

Die anerkennende Gerechtigkeit sollte von Anfang an fester Bestandteil von Fahrpläne und Strategien für die Energiewende sein. Dafür ist es wichtig eine bunte Mischung an Akteur*innen an den Prozess zu beteiligen. Die Entwicklung von Strategien für die Energiewende liegt aber in den Händen der Regierung, die vom Ministerium für Bergbau und Energie geleitet wird. Gemeinsam mit internationalen und nationalen Expert*innen war sie mit der Ausarbeitung der Energiewende-Mission für das Land betraut (Ministerio de Minas y Energía 2021b) (Ministerio de Minas y Energía 2021a). Die Ausarbeitung der Gesetzesvorschläge für den Wandel und die damit verbundenen Anreize wurde ebenfalls von diesem Ministerium gefördert und anschließend im Kongress und im Senat der Republik diskutiert und ratifiziert. Die Abteilung für Bergbau- und Energieplanung (UPME) ist mit der Durchführung der entsprechenden Studien zur Festlegung der zu verfolgenden Strategie beauftragt.

Andere öffentliche Einrichtungen waren an der Umsetzung der festgelegten Strategien beteiligt. Die UPME war mit der Durchführung der ersten beiden Auktionen für erneuerbare Energien beauftragt. Sie führt auch laufend Studien durch, um zu ermitteln, wie der Anteil der erneuerbaren Energien in der Energiematrix erhöht und Investitionen in diesen Sektor angezogen werden können. Die Energie- und Gasregulierungskommission (CREG) ist für die Einhaltung der Marktregeln zuständig, um Transparenz und fairen Wettbewerb zu gewährleisten, und war daher auch stark in die Auktionsverfahren eingebunden. Mit der Durchführung der dritten Auktion war der Stromnetzbetreiber XM (Market Executives Company) beauftragt.

Am gesamten Prozess der Strategieentwicklung und Politikgestaltung waren außer den Akteuren des Elektrizitätsmarktes und den Gewerkschaften keine Bürger*innen oder Interessengruppen direkt beteiligt. Abgesehen von den öffentlichen Anhörungen im Senat und im Kongress wurden weder Räume geschaffen, in denen die Bevölkerung aktiv am Transformationsprozeß teilnehmen kann, noch wurden die unmittelbar betroffenen Gemeinden, wie die Gemeinde in La Guajira, an den Tisch geholt. Der Fahrplan erwähnt die Herausforderung der Projektumsetzung in dem Gebiet und legt eine Strategie mit der Bezeichnung "Mesas Guajiras" fest, um die gemeinsamen Bemühungen der Regierung und der Bauunternehmer zu koordinieren, um Lösungen für verschiedene Probleme in der Region zu finden, wie z. B. den fehlenden Zugang zu Wasser und Strom sowie die Stärkung der Konsultationsprozesse im Vorfeld (Ministerio de Minas y Energía 2021b) (Ministerio de Minas y Energía 2021a). An diesen Runden Tischen nehmen keine Gemeindemitglieder*innen und/oder -führer*innen teil, sondern es handelt sich um bilaterale Treffen zwischen Entwicklern und Regierungsstellen, bei denen Verpflichtungen festgelegt und Lösungen entwickelt werden, ohne dass die betroffenen Gemeinden direkt beteiligt sind.

Auch die Verfahren der Bürgerbeteiligung im Rahmen der Debatten in Senat und Abgeordnetenhaus wurden kritisiert. Im Juni 2021 veröffentlichten mehr als 40 Organisationen der Zivilgesellschaft ein Kommuniké, in dem sie die Gesetzentwürfe Nr. 365 des Senats von 2020 und Nr. 565 der Kammer von 2021 kritisierten, die in das Gesetz 2099 von 2021 umgewandelt werden sollen. In dem Kommuniké wird nicht nur der Inhalt der Gesetzentwürfe kritisiert, sondern auch das Verfahren, in dem die Debatte und die Entscheidungen über die Energiewende getroffen werden, da es nur eine öffentliche Anhörung gab, bei der nur die Meinung von Gewerkschaften, Verbänden und Unternehmen gehört wurde. Darüber hinaus gelang es der Regierung, das Gesetz in den ersten beiden gemeinsamen Debatten in der Abgeordnetenkammer und im Senat in weniger als vier Stunden zu verabschieden, und zwar mit Hilfe einer Dringlichkeitsbotschaft an die Regierung. Dadurch wurde die Möglichkeit einer öffentlichen Diskussion und Debatte eingeschränkt. Das Kommuniké kritisiert auch die kurze Zeit, die für das Studium des Berichts zur Verfügung stand, da nur zwei Wochen dafür zur Verfügung standen und es keine Möglichkeit einer öffentlichen Debatte für die vorgeschlagenen Änderungen gab (Voces por el Clima et al. 2021).

Die Organisationen, die das Kommuniké unterzeichnet haben, fordern, dass die Gestaltung und Umsetzung der Energiewende nicht nur in den Händen von den Ministerium für Energie und Minen und ein Paar Unternehmen liegen soll, sondern das alle öffentlichen Einrichtungen, die mit den Schutz der Rechte und der Umwelt betraut sind, beteiligt werden. (Voces por el Clima et al. 2021).

Trotz der mangelnden Repräsentation und Beteiligung an Entscheidungsprozessen wurden Gleichstellungsfragen in den Strategien der Regierung und im Fahrplan für die Energiewende angesprochen. Im Fahrplan der Regierung für die Energiewende (Ministerio de Minas y Energía 2021b) wurde dem Thema Gerechtigkeit ein ganzes Kapitel gewidmet. Darin wird das Thema Energiearmut angesprochen und eine Zusammenfassung der Bemühungen der Regierung präsentiert. Darin wird auch das Problem der Energiearmut in ländlichen Gebieten hervorgehoben, aber nicht aufgezeigt, wie Razifizierung, ethnische Zugehörigkeit und Geschlecht ebenfalls ein entscheidender Faktor für Energiearmut sind.

Auch die Geschlechtergerechtigkeit in dem Energiesektor wurde in dem Fahrplan angesprochen. Für den Bergbau- und Energiesektor wurden geschlechtsspezifische Leitlinien entwickelt, um positive Maßnahmen aus der Geschlechterperspektive zu verstärken, die Integration in den Sektor zu fördern und die Gleichstellung der Geschlechter in diesem Sektor zu gewährleisten. Die Hauptziele sind die stärkere Einbeziehung von Frauen in den Sektor, der kulturelle Wandel zur Förderung der Gleichstellung der Geschlechter, die Koordinierung interinstitutioneller Maßnahmen zur Schaffung von Allianzen, die zur Förderung der Beteiligung von Frauen im Sektor beitragen, angefangen beim Zugang zur notwendigen Ausbildung für den Einstieg in den Sektor und der Verhinderung von Gewalt gegen Frauen.

Im Allgemeinen läßt sich feststellen, dass die Regierung und die Verantwortlichen für die Energiewende ein gewisses Bewußtsein für marginalisierte Gemeinschaften und die Bedeutung der Förderung ihrer Interessen haben. Die mangelnde Vertretung und

Beteiligung zeigt jedoch, dass die Bemühungen noch nicht ausreichen, um Strategien zu entwickeln, die die Interessen marginalisierter Gruppen kurz- und langfristig berücksichtigen und ihnen Vorrang einräumen. Diese Bemühungen müssen normativ gestärkt werden, damit sie institutionell verankert werden können.

4.3 Verfahrensgerechtigkeit

Um ordnungsgemäße Verfahren zu etablieren und damit die Verfahrensgerechtigkeit zu fördern, ist es wichtig, Elemente der Bürger*innenbeteiligung zu entwickeln. In der Energiewende-Strategie wurden keine spezifischen Elemente der Bürger*innenbeteiligung für die Entwicklung und Vergabe von Projekten entwickelt. Dabei spielen nur Vorkonsultationen eine Rolle, die für die Durchführung größerer Projekte erforderlich sind, die sich auf die umliegenden ethnischen Gemeinschaften auswirken und deren Lebensweise und Lebensgrundlagen sowie ihre ethnische, kulturelle, spirituelle, soziale und wirtschaftliche Integrität direkt beeinträchtigen können.

Die Durchführung dieser Konsultationen ist jedoch nicht unproblematisch. Indepaz weist darauf hin, dass im Wayúu-Territorium, wo die meisten Windkraftprojekte angesiedelt sind, eine Kluft zwischen den Gemeindemitglieder*innen und den Leitern regionaler Gremien oder indigener Organisationen besteht, was den Zugang zu Informationen über die Projekte und die geltende Gesetzgebung, ihre Rechte und die jeweiligen Verfahren für jede Projektphase angeht (Gonzales Posso und Barney 2019). Sie weisen darauf hin, dass die Verbindung zwischen den Verantwortlichen und den Gemeinschaften im Hinblick auf Vorkonsultationen nicht gegeben ist. Die meisten Vorkonsultationen finden zwischen den Gemeinden und den Unternehmen statt und werden von Corpoguajira, dem Innenministerium und den Beratern der Unternehmen geleitet. Der Mangel an transparenter Kommunikation und Sozialisierung der Projekte während der Vorkonsultation bedeutet, dass die Gemeinden nicht die Möglichkeit haben, ihre Meinung auf der Grundlage von transparenten Informationen zu äußern. Ein weiteres Problem ist die mangelnde Kommunikation zwischen benachbarten Rancherías und die Feindseligkeit, die die Transparenz, der in den verschiedenen Zonen des Gebiets getroffenen Vereinbarungen behindert. Darüber hinaus wurden Fälle von fragmentierten Konsultationen beobachtet, bei denen große Projekte aufgeteilt und Konsultationen mit den verschiedenen betroffenen Gemeinden durchgeführt werden. Dadurch können unterschiedliche Vereinbarungen getroffen werden, ohne dass die Gemeinden einen wirklichen Zugang zu Informationen über das tatsächliche Ausmaß des Projekts haben, um die tatsächlichen Auswirkungen des Projekts beurteilen zu können. Dies ist insbesondere im Bereich der freien Mobilität und der Besetzung des Territoriums, was zur Vertiefung der Isolation einiger Gemeinden führen kann, ein erhebliches Problem. Ein weiterer wichtiger Punkt, der in der Indepaz-Studie hervorgehoben wird, ist die staatliche Vernachlässigung, unter der viele der betroffenen Gemeinden leiden. Aufgrund des fehlenden Zugangs zu öffentlichen Dienstleistungen und Basisinfrastrukturen befinden sich die Gemeinschaften zum Zeitpunkt der Konsultationen in einer sehr ungleichen Position. Sie laufen Gefahr, die Projekte als Gelegenheit zur Befriedigung der Grundbedürfnisse zu sehen, eine Aufgabe, die von der Regierung wahrgenommen werden sollte, wobei sie ihren ethnischen Lebensstil und ihr kulturelles Erbe aufs Spiel setzen,

um Zugang zu Basisdienstleistungen zu erhalten.

Es gibt auch keine etablierte Kanäle, um Ungerechtigkeiten im Energiebereich effizient zu denunzieren und zu bekämpfen. So bleiben die Gemeinden meistens alleine und werden als Verhinderer der Energiewende und des Fortschritts diffamiert. Im Bereich der Verfahrensgerechtigkeit muss noch viel verbessert werden, um die Rechte der Gemeinden zu schützen und der Prozess der Energiewende demokratisieren zu können.

5 Energiegenossenschaften in La Guajira

5.1 Mögliche Modelle

In der Region La Guajira gibt es dank ihres großen Reichtums an erneuerbaren Ressourcen eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Umsetzung verschiedener Modelle von Energiegenossenschaften. Diese Genossenschaften können dazu beitragen, den Prozess der Energiewende in der Region zu demokratisieren, den ethnischen und bäuerlichen Gemeinschaften in der Provinz Zugang zu den Vorteilen zu verschaffen und die Entwicklung der Region zu fördern. Je nach Standort der Genossenschaften können verschiedene Genossenschaftsmodelle mit unterschiedlichen Technologien entwickelt werden, um den Bedürfnissen der Gemeinschaften gerecht zu werden.

Vor der Entscheidung, welches Modell am besten geeignet ist, ist es wichtig, in einem intensiven Dialogprozess zu klären, was die wirklichen Bedürfnisse der Gemeinschaft sind, um nachhaltige Projekte realisieren zu können, an denen die Gemeinschaft langfristig beteiligt bleibt. Dies ist auch wichtig, um keinen unnötigen Energiebedarf zu erzeugen, der zu Abhängigkeiten führen würde. In der Region La Guajira gibt es je nach der sozioökonomischen Situation der Gemeinden verschiedene Anwendungsbereiche für Energie, die über die Energieversorgung der einzelnen Haushalte hinausgehen. Je nach verfügbaren Ressourcen und Bedarf können sich die Projekte auf die Erfüllung spezifischer kommunaler Bedürfnisse konzentrieren, z. B. auf die Straßenbeleuchtung, den Aufbau eines kommunalen Internetnetzes oder eine Kühlkette zur Lagerung verderblicher Lebensmittel. Energiegenossenschaften können ihre Initiativen auch in kommerzielle Projekte einfließen lassen, indem sie kollektive oder individuelle Unternehmungen unterstützen, die saubere und erschwingliche Energie benötigen, um sich zu etablieren oder um bestehende Produktionsprozesse zu optimieren (Vargas Guevara et al. 2022). Unter Berücksichtigung dieser verschiedenen Faktoren werden im folgenden Kapitel einige Optionen für Modelle vorgestellt, die in La Guajira auf der Grundlage, der in anderen Ländern gemachten Erfahrungen umgesetzt werden könnten.

Nicht verbundene Bereiche

In Anbetracht der geringen Elektrifizierung der Provinz in den nicht angeschlossenen Gebieten können Energiegenossenschaften eine Möglichkeit sein, die Elektrifizierung in diesen Gebieten zu fördern. Neben dem Zugang zu Energie können diese Genossenschaften auch zur Entwicklung von Fähigkeiten, zur Schaffung von Arbeitsplätzen vor Ort und zur Stärkung der Gemeinschaft beitragen.

Ein mögliches Modell, das in La Guajira umgesetzt werden könnte, sind Inselnetze, auf

denen Strom durch eine Kombination aus Photovoltaik- und Windkraftanlagen erzeugt wird, um die in der Region vorhandenen Ressourcen optimal zu nutzen. Um die Energieversorgung zu gewährleisten, ist es außerdem notwendig, ein Batteriesystem zu implementieren, um überschüssige Energie zu speichern, die genutzt werden kann, wenn weder Wind noch Sonne vorhanden sind. Das spezifische Design, die Systemkapazität und die zu verwendende Technologie hängen von den spezifischen Bedingungen in den Gemeinden ab, in denen das Projekt entwickelt wird. Das größte Hindernis für dieses Konzept ist die räumliche Verteilung der Häuser, die Teil des Inselnetzes sein wollen. Wenn sie sich in einem sehr großen Radius befinden, wären die Investitionskosten für den Bau des physischen Netzes sehr hoch, was das Projekt weniger realisierbar macht. Entscheidet sich die Energiegenossenschaft für die Einführung des Inselnetzes für die Stromversorgung, muss sie die organisatorischen Aufgaben berücksichtigen, die sich aus der Rolle eines öffentlichen Dienstleisters ergeben, sowie die Verantwortung für die Messung, Abrechnung und Wartung des Systems übernehmen.

Wenn die Ressourcen nicht ausreichen oder die Nutzer zu weit voneinander entfernt sind, kann auch ein Batterieladesystem implementiert werden, wie in (Siddiqui 2003) beschrieben und in Bangladesch umgesetzt. Dort wird ein zentrales Stromerzeugungssystem beschrieben, das mit einer Infrastruktur zum Aufladen und Verteilen von Batterien gekoppelt ist, die an die Häuser der Gemeinde verteilt werden, damit sie Beleuchtungssysteme und kleine Geräte mit dieser Energie versorgen können. Dieses Modell ist wirtschaftlicher, weil es die Installation von physischen Netzen und Umrichtern überflüssig macht, da die Batterien den von einer PV-Anlage erzeugten Gleichstrom direkt nutzen können und nicht in Wechselstrom umgewandelt werden müssen, wie es bei der Verwendung physischer Verteilernetze der Fall wäre.

Ein weiteres mögliches Kooperationsmodell ist ein zentrales Stromerzeugungsprojekt, das einen für die Gemeinschaft interessanten Ort wie Schulen, Gesundheits- oder Gemeinschaftseinrichtungen versorgen soll. Ein Beispiel für dieses Modell ist die Gemeinde Boca de Lura in Panama, die ein Photovoltaik-Wind-Hybridsystem mit Batterien zur Versorgung der Grundschule der Gemeinde eingerichtet hat. Das Projekt kommt nicht nur den Kindern zugute, die die Schule besuchen, sondern wirkt sich auf die gesamte Gemeinde aus, da die Schule auch für soziokulturelle Feiern, die Ausbildung von Erwachsenen in den Bereichen Gesundheit und Landwirtschaft genutzt wird und außerdem als Lager für humanitäre Hilfe für 14 Nachbargemeinden ohne Strom dient. Das Projekt wurde in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität von Panama durchgeführt und vom nationalen Sekretariat für Wissenschaft, Technologie und Innovation finanziert (Madriz-Vargas et al. 2018). Diese Art von Projekten kann je nach den örtlichen Gegebenheiten auf verschiedenen Ebenen wiederholt werden.

Eine weitere Möglichkeit für Genossenschaften in diesem Zusammenhang ist die Selbsterzeugung: Die Genossenschaft kann als Anlaufstelle für Menschen dienen, die an der Installation von Selbsterzeugungsanlagen in ihren Häusern oder Betrieben interessiert sind. Die Genossenschaft kann die Suche nach Finanzierungsmöglichkeiten, die Entwicklung von technischen Konzepten und die Bestellung der erforderlichen Betriebsmittel übernehmen, was den Prozess effizienter macht, da die interessierten

Personen von den Größenvorteilen profitieren würden, wenn sich mehrere Personen gleichzeitig für den Bau der Systeme entscheiden, und außerdem Zugang zu Finanzierungslinien haben könnten, zu denen sie einzeln keinen Zugang hätten. Dieser Ansatz kann auch mit dem Konzept des Selbstbaus kombiniert werden, um weitere Kosten zu senken.

Ein weiterer wichtiger Aspekt in nicht vernetzten ländlichen Gebieten ist der Zugang zu sauberen Kochbrennstoffe. In La Guajira wäre es dank des großen Biomassepotenzials auch möglich, Genossenschaften für die Produktion von Biogas zum Kochen zu gründen. Biogas kann der Gemeinschaft viele Vorteile bringen. Zum einen kann es bedeuten, dass Geld gespart wird, das für den Kauf anderer Brennstoffe zum Kochen verwendet wird, oder dass Zeit gespart wird, wenn dafür Holz gesammelt wird. Die Abfälle aus den Fermentern können als Dünger verwendet werden und Handelsdünger ersetzen, was zu einer höheren Produktivität der Pflanzen führt (Siddiqui 2003). Die Genossenschaft, die sich für das Biogasmodell entscheidet, kann zentrale Projekte zur Biogaserzeugung entwickeln oder sich auf Einzelanlagen konzentrieren. In diesem Fall wäre die Genossenschaft für die Unterstützung bei der Finanzierung, Planung und Umsetzung von Biogasanlagen in den Haushalten der Mitglieder*innen verantwortlich. Der Betrieb von Biogasanlagen würde auch eine zusätzliche Einkommensquelle für die Landwirte in der Region bedeuten, die das vermarkten könnten, was sonst nur Abfall wäre.

Verbundene Bereiche

In Gebieten, die an das nationale Stromnetz angeschlossen sind, gibt es mehrere Möglichkeiten für Energiegenossenschaften. Ausgehend von der Selbsterzeugung können Energiegenossenschaften, wie in nicht vernetzten Gebieten, als Knotenpunkt für die Organisation und Finanzierung von Selbsterzeugungsprojekten von Haushalten in Gemeinden dienen. Die Selbsterzeugung ist in der Verordnung klar definiert, aber sie erlaubt nur den Verkauf von Überschüssen an den Netzbetreiber und legt das System der Energiegutschriften fest. Derzeit erlaubt die Verordnung nicht den direkten Verkauf von Energie an andere Verbraucher auf Peer-to-Peer-Basis.

Ein weiteres Modell, das in den europäischen Ländern weit verbreitet ist, ist das Leasing von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien. Eine Genossenschaft, die über das Kapital, aber nicht über die Fläche verfügt, um ein Projekt zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen, wie z. B. eine Photovoltaikanlage, zu entwickeln, kann das Projekt auf der Fläche eines Dritten entwickeln und die Anlage an den Eigentümer der Fläche, auf der sie sich befindet, verpachten.

Eine Genossenschaft hat auch die Möglichkeit, ein großes Erzeugungsprojekt zu entwickeln, das an Auktionen für erneuerbare Energien teilnehmen, bilaterale Stromverkaufsverträge abschließen oder Strom an der Börse verkaufen kann. Diese Art von Großprojekten erfordert mehr Kapital und ist mit mehr Risiken verbunden, da in der Entwicklungsphase des Projekts keine Gewissheit über die Einnahmequellen für das Projekt besteht, die vom Ergebnis der Auktion oder der Strombörse abhängen, wenn vorher kein Zugang zu bilateralen Verträgen besteht.

In diesen Fällen kann die Genossenschaft die Energie an ein Handelsunternehmen

verkaufen, das den regulierten Markt bedient, wofür sie sich an den öffentlichen Ausschreibungen dieser Unternehmen beteiligen muss. Außerdem können sie diese Energie an Erzeuger oder Vermarkter verkaufen, die ausschließlich nicht regulierte Verbraucher beliefern. Es ist auch möglich, an der Energiebörse zu verkaufen. Wie das Modell der großtechnischen Erzeugung wird auch dieses Modell durch die Unsicherheit des Verkaufs der erzeugten Energie behindert. Eine attraktivere Option, die jedoch unter dem derzeitigen Rechtsrahmen nicht möglich ist, ist die dezentrale Erzeugung zur lokalen Selbstversorgung durch die Gemeinde, die das Projekt entwickelt.

In (Vasquez 2019) wird das physische Microgrid als ein Modell für Genossenschaften beschrieben. Das Mikronetz verbindet Verbraucher in unmittelbarer Nähe miteinander und verbindet Prosumer, Erzeuger und Verbraucher zum Austausch von Strom zwischen Gleichgesinnten. Das Microgrid kann als Inselnetz betrieben werden, was die Energiesicherheit erhöhen würde, aber ein Speichersystem erfordern würde. Es könnte auch an das Netz angeschlossen werden, wofür zu prüfen ist, ob das Netz am Standort über ausreichende Kapazitäten verfügt. Die Genossenschaft kann die Rolle eines Projektentwicklers übernehmen, der das physische Mikronetz aufbaut und Erzeugungsprojekte unterstützt. Später kann sie als Vermarkter auftreten und die Verwaltung des Systems sowie die Koordinierung des Ein- und Verkaufs von Energie übernehmen. Wobei der Fokus auf lokalen Peer-to-Peer Austausch von Energie liegt. Derzeit sind die Vorschriften in Kolumbien noch nicht ausgereift genug, um diese Art von Projekten zuzulassen, und sollten weiterentwickelt werden, um sie zu fördern, da sie zu mehr Investitionen in Projekte zur Erzeugung erneuerbarer Energien führen können.

Ein weiteres in (Vasquez 2019) vorgeschlagenes Modell ist das der virtuellen Genossenschaften. Bei diesem Modell sind Prosumer und entfernte Verbraucher über ein virtuelles Netz verbunden, über das sie Energie austauschen können. Abgelegene Verbraucher, z. B. in Städten, die nicht über die Voraussetzungen für die Entwicklung von Projekten zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen verfügen, aber Zugang zu sauberer Energie haben möchten, kaufen Energie von Prosumern in ländlichen Gebieten, die über das Gelände und die natürlichen Ressourcen zur Entwicklung von Stromerzeugungsprojekten verfügen. Die physische Erzeugung wäre an das Netz angeschlossen, während die Transaktionen über eine virtuelle Plattform abgewickelt werden. Die Universidad Nacional beschreibt zusammen mit Codensa im Electrochain-Projekt eine Lösung für diese Art von Genossenschaften, bei der Energietransaktionen über intelligente Verträge auf einer virtuellen Plattform abgewickelt werden, auf der Verbraucher und Prosumen ihre Energie in Form von Token kaufen und verkaufen können. Die Tokenisierung wird eingeführt, um dem Schichtensystem in Kolumbien Rechnung zu tragen, wo Prosumen auf dem Land tendenziell eine niedrigere Schicht haben als Verbraucher in Städten. Dieses Modell schafft eine Lösung für die Diskrepanz zwischen natürlichen Ressourcen und finanziellen Mitteln. Ländliche Gemeinden, die über die räumlichen und klimatischen Voraussetzungen für die Entwicklung von Stromerzeugungsprojekten verfügen, haben in der Regel nicht die finanziellen Mittel, während Verbraucher in Städten mit mehr Kaufkraft, aber ohne die Voraussetzungen für die Entwicklung von Stromerzeugungsprojekten zusammenkommen und sich gegenseitig helfen können. Das in der Verordnung beschriebene System der Energiegutschriften für

den Eigenverbrauch öffnet die Tür für das Tokenisierungssystem. Da es sich bei der Blockchain jedoch um eine neue Technologie handelt, muss der Rechtsrahmen noch weiterentwickelt werden, um Projekte dieser Art auf korrekte und regulierte Weise zu ermöglichen.

5.2 Spezifische Hürden für Energiegenossenschaften in La Guajira

Die Durchführung von genossenschaftlichen Gemeinschaftsprojekten in La Guajira kann durch eine Reihe von Problemen beeinträchtigt werden. Eines der größten Hindernisse für die Entwicklung von Energiegenossenschaften, insbesondere in der Provinz La Guajira, ist die Finanzierung dieser Art von Projekten. Im Land gibt es praktisch keine vergleichbare Projekte. Der Rechtsrahmen enthält keine Elemente, die Anreize für Bürgerbeteiligungsprojekte bieten. In den nicht angeschlossenen Gebieten ist dieses Problem noch akuter, da diese in La Guajira überwiegend von Menschen mit geringer Kaufkraft bewohnt werden und die Gemeinden nicht über große Kapitalbeträge verfügen, um in ihre Energieprojekte zu investieren. Im nationalen Durchschnitt leben 38,6 % der Bevölkerung in nicht angeschlossenen Gebieten in Armut (Vargas Guevara 2020).

Das Finanzierungshindernis ist hauptsächlich auf die hohen Kosten der Technologien für erneuerbare Energien zurückzuführen. Obwohl die Preise in den letzten Jahren gesunken sind, bleiben sie für einen großen Teil der Bevölkerung unerschwinglich. Im Jahr 2019 kostete eine Solaranlage für den Verbrauch eines durchschnittlichen Haushalts rund fünfzehn mal den gesetzlichen Mindestlohn für einen Monat (Vargas Guevara 2020). Neben den anfänglichen Investitionskosten verursacht der Betrieb von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen auch andere Kosten, wie z. B. regelmäßige Wartungskosten, und zwar sowohl für die präventive Wartung, die von den Gemeindemitglieder*innen nach einer Grundausbildung durchgeführt werden kann, als auch für die nicht präventive Wartung, für die qualifiziertes Personal von außerhalb geholt werden muss, wenn die Gemeinde nicht über die erforderlichen Kenntnisse verfügt, was ebenfalls Kosten verursacht. Ein weiterer zu berücksichtigender Faktor ist, dass Lösungen für erneuerbare Energien in bestimmten Kontexten nicht mit anderen Optionen konkurrieren können, wie z. B. dem weiteren Bezug von Energie aus dem Netz. In nicht an das Stromnetz angeschlossenen Gebieten ergibt sich ein anderes Bild, da die hohen Kosten für Dieselkraftstoff erneuerbare Technologien attraktiver machen, während in Gebieten mit Netzanschluss die Wettbewerbsfähigkeit der erneuerbaren Technologien deutlich abnimmt. In diesen Gebieten können erneuerbare Technologien jedoch attraktiv sein, da sie dazu beitragen würden, die Qualität der Dienstleistungen zu verbessern, die in vielen Teilen der Region sehr schlecht ist.

Ein weiteres Hindernis für Energiegenossenschaften in La Guajira besteht darin, dass einige der steuerlichen Anreize, die die Regierung zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien eingeführt hat, für sie nicht gelten. Ein Beispiel ist der Anreiz zum Einkommenssteuerabzug. Dieser Mechanismus kommt juristischen Personen zugute, die zur Abgabe von Einkommensteuererklärungen verpflichtet sind, oder natürlichen Personen mit einem Jahresnettoeinkommen von mehr als 37.354.000 \$. Je nach Modell der Genossenschaft ist sie möglicherweise nicht verpflichtet, ihr Einkommen zu melden, so dass sie nicht von diesem Anreiz profitieren kann. Das Gleiche gilt für die

beschleunigte Abschreibung.

Die Bürokratie, die mit dem Erhalt von Anreizen und dem Zugang zu Unterstützungsfonds wie FENOGE verbunden ist, kann ebenfalls ein Hindernis für gemeinschaftliche Genossenschaftsprojekte darstellen. Sie verfügen nicht über die technischen, rechtlichen und administrativen Kenntnisse im Energiesektor, die es ihnen ermöglichen würden, sich in diesem Sektor zurechtzufinden und alle Vorteile zu nutzen. Ein Beispiel hierfür sind die Verfahren, die erforderlich sind, um Zugang zu den von der Regierung gewährten Steuer- und Zollarreizen zu erhalten, die vier separate Verfahren in verschiedenen Einrichtungen mit unterschiedlichen Anforderungen und Bedingungen erfordern. Auch der Zugang zu Informationen ist schwierig, da es keine leicht zugänglichen Informationsquellen gibt, in denen die erforderlichen Verfahren zusammengefasst sind. Die Websites der zuständigen Organisationen enthalten nicht die erforderlichen Informationen oder sind nur sehr schwer zugänglich (Vargas Guevara 2020).

Der Mangel an Wissen in den Gemeinden schränkt die Ausbreitung dieser Art von Projekten in der Region ebenfalls ein. Der erste Faktor ist der Mangel an qualifizierten Arbeitskräften, der dazu führt, dass externe Arbeitskräfte und Berater eingestellt werden müssen, was die Kosten des Projekts erhöht. Dies kann aber auch eine Chance für die Ausbildung der lokalen Bevölkerung sein. Auch für den Betrieb und die Wartung der Erzeugungsprojekte wird qualifiziertes Personal benötigt. Um den langfristigen Erfolg der Projekte zu gewährleisten, ist es von Vorteil, wenn diese Aufgaben von Mitglieder*innen der Gemeinschaft übernommen werden. Aufgrund des Mangels an Training ist es notwendig, Ausbildungs- und Coaching-Programme in die Projekte aufzunehmen, um die notwendigen lokalen Kapazitäten zu schaffen. Dabei soll der Fokus auf den Aufbau von Wissen rundum die Installation von Anlagen, das Einschätzen von Potentialen sowie über die mögliche Geschäftsmodelle. Diese Trainings können in Kooperation mit den SENA sowie mit Universitäten organisiert werden. Abgesehen vom Mangel an spezifischem technischem Wissen mangelt es im Land auch an öffentlichem Bewusstsein für erneuerbare Energien und deren ökologische und soziale Vorteile, was es schwierig macht, Gemeinden und Einzelpersonen zu finden, die bereit sind, solche Projekte zu fördern und umzusetzen, was ihre Verbreitung behindert.

5.3 Finanzierung

Die Finanzierung von kommunalen Energieprojekten in La Guajira kann nicht zu 100 % von den einzelnen Akteuren in der Gemeinde getragen werden, da die Anfangsinvestitionen die Kaufkraft der meisten Gemeindemitglieder*innen, die an solchen Projekten interessiert wären, übersteigen. Es gibt jedoch Akteure auf verschiedenen Ebenen der Gesellschaft, die kooperative Projekte bei der Lösung des Finanzierungsproblems unterstützen können.

In Kapitel 3.1.2.3 werden die verschiedenen Fonds und staatlichen Stellen beschrieben, die finanzielle Unterstützung von seitens des Staates leisten können. Der FENOGE-Fonds ist insbesondere für genossenschaftliche Gemeinschaftsprojekte von Interesse, da davon ausgegangen werden kann, dass die meisten dieser Projekte für eine nicht

rückzahlungspflichtige finanzielle Unterstützung in Frage kommen. Dies würde den Projekten helfen, die anfängliche Investitionshürde zu überwinden, ohne den Druck, Gewinne zur Rückzahlung der Darlehen erzielen zu müssen.

Neben den von der Regierung bereitgestellten Mitteln haben die Genossenschaften die Möglichkeit, mit nationalen und internationalen NRO und Stiftungen zusammenzuarbeiten, die in diesem speziellen Bereich tätig sind. In Kolumbien gibt es mehrere in diesem Sektor tätige Akteure, die diese Projekte unterstützen können, und zwar nicht nur durch die Bereitstellung direkter Finanzmittel, sondern auch durch die Förderung von Schulungs- und Sensibilisierungsmaßnahmen, die für den Erfolg der Projekte unerlässlich sind. Eine dieser Gruppen ist die kolumbianische Vereinigung für erneuerbare Energien (ACER), deren Ziel es ist, die technische, akademische, wissenschaftliche, kulturelle und soziale Entwicklung der erneuerbaren Energien durch die Beteiligung an Projekten von öffentlichem Interesse zu unterstützen. Ein weiterer Akteur ist Aprotéc S.A.S., eine Stiftung, deren Ziel die Verbreitung von Technologie und Wissen über erneuerbare Energien ist. Aprotéc führt Machbarkeitsstudien für Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien durch und beschafft Erzeugungsanlagen und könnte daher auch ein wichtiger Partner für Genossenschaften sein. Andere NRO, die in diesem Sektor in Kolumbien aktiv sind, sind das kolumbianische Netzwerk für Biomasse-Energie (Red Bio-Col), die Rios Vivos-Bewegung und die censat Agua Viva. Diese NRO können technische Schulungen und Sensibilisierungsprozesse unterstützen. Ein weiterer interessanter Akteur ist die Gruppe Tierra Grata, die sich in der Stadt Cartagena für die Bereitstellung grundlegender Dienstleistungen für die Gemeinden einsetzt und ein innovatives Finanzierungssystem für Fotovoltaikanlagen eingeführt hat, bei dem die Gemeindemitglieder*innen die Möglichkeit haben, Fotovoltaikanlagen mit niedrigen Raten zu bezahlen (Vargas Guevara 2020).

Der Bereich der internationalen Zusammenarbeit ist für gemeinschaftliche Genossenschaftsprojekte sehr interessant, da dieser Sektor externes Kapital in ein Land einbringen kann, dessen Zivilgesellschaft an finanzielle Grenzen stößt. Ein Sektor in diesem Bereich ist die multilaterale Zusammenarbeit, die sich auf nicht rückzahlbare Finanzierungsprogramme konzentriert. Ein Beispiel für diese Art der Zusammenarbeit ist der von den Regierungen Norwegens, der Schweiz und Schwedens finanzierte Fonds Colombia sostenible⁴, der strategische Umweltprojekte in den vom bewaffneten Konflikt betroffenen Gebieten unterstützt. Ein weiteres Beispiel ist die Unterstützung der japanischen Botschaft in Kolumbien für Gemeinschaftsprojekte, die sich um die Lösung von Problemen im Zusammenhang mit der Befriedigung menschlicher Grundbedürfnisse bemühen⁵. Die Unterstützung erfolgt über ein System nicht rückzahlbarer finanzieller Hilfen. Auch deutsche politische Stiftungen wie die Heinrich-Böll-Stiftung⁶ und die Friedrich-Ebert-Stiftung⁷ sind in Kolumbien aktiv und haben Programme mit dem Schwerpunkt erneuerbare Energien. Diese Stiftungen konzentrieren sich jedoch mehr auf die Zusammenarbeit mit nationalen Organisationen, die Durchführung von Studien und

⁴ <https://www.colombiasostenible.gov.co/>

⁵ <https://www.colombia.emb-japan.go.jp/ESP/cooperacion/apc.htm>

⁶ <https://www.boell.de/de/2017/06/20/buero-bogota-kolumbien>

⁷ <https://colombia.fes.de/>

Lobbyarbeit und treten nicht in direkten Kontakt mit den Gemeinden, sondern überlassen diesen Bereich den nationalen Organisationen. Ein weiterer Sektor im Bereich der internationalen Zusammenarbeit sind internationale Organisationen und Fonds wie das Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen, das in Kolumbien mit verschiedenen Programmen vertreten ist. Am wichtigsten für Energiegenossenschaften sind das Umweltprogramm für den Frieden, das Ausbildungsprogramme und Umweltinitiativen für lokale Gemeinschaften und ehemalige Kämpfer unterstützt, sowie das Programm für kleine Zuschüsse der Globalen Umweltfazilität, das finanzielle und technische Unterstützung für Projekte gewährt, die die Natur erhalten und wiederherstellen und gleichzeitig zur Verbesserung des menschlichen Wohlergehens beitragen (Vargas Guevara 2020). Außerdem bieten verschiedene Entwicklungsbanken wie die Interamerikanische Entwicklungsbank zugängliche Finanzierungslinien für diese Art von Projekten an (BID 2022).

Auch der private Sektor kann ein wichtiger Partner für kommunale Energieprojekte sein. Es ist jedoch wichtig, beim Eingehen von Partnerschaften mit privaten Akteuren wachsam zu sein, um nicht zum Phänomen des *Greenwashing*⁸ beizutragen. Der Privatsektor, der über mehr finanzielle Kapazitäten verfügt, kann die Entwicklung solcher Projekte auf verschiedene Weise fördern. Eine Methode wäre die Durchführung von Projekten im Rahmen der sozialen Verantwortung von Unternehmen. Diese werden in der Regel von Stiftungen entwickelt, die von Unternehmen gefördert werden. Eine Art dieser Unterstützung wäre zum Beispiel die Finanzierung und Übergabe von Projekten an die Gemeinden. Eine weitere Möglichkeit der Unterstützung durch den privaten Sektor sind rückzahlbare Finanzierungen oder Darlehen, die speziell für solche Projekte mit Vorzugszinssätzen und Unterstützungsmechanismen für die Finanzierung solcher Projekte konzipiert sind (Vargas Guevara 2020).

Eine weitere Möglichkeit der Finanzierung ist das Crowd-Funding, bei dem das notwendige Kapital für das Projekt durch Spenden von Personen außerhalb des Projekts aufgebracht wird, die die Genossenschaft unterstützen wollen. Diese Art von Kampagne wird in der Regel über soziale Netzwerke durchgeführt.

5.4 Auswahl der zu untersuchenden Modelle

In dieser Arbeit werden drei verschiedene Genossenschaftsmodelle analysiert, um ihre finanzielle Tragfähigkeit zu bewerten und ihre Vor- und Nachteile zu ermitteln. Es wird unterschieden zwischen Modellen, die in Regionen ohne Netzanschluss implementiert werden können, und solchen, die in Gebieten implementiert werden, die an das Netz angeschlossen sind.

Unter Berücksichtigung der sozioökonomischen Bedingungen der Mehrheit der Einwohner von La Guajira konzentriert sich die folgende Untersuchung auf Eigenerzeugungsmodelle, da dezentrale oder groß angelegte Erzeugungsmodelle mehr Anfangskapital erfordern und komplexer zu verwalten sind. Sie sind daher für die

⁸ Dieses Phänomen beschreibt den Prozess, bei dem Investitionen in nachhaltige Projekte genutzt werden, um den Eindruck zu erwecken, dass ein Unternehmen ökologisch und sozial verantwortlich handelt, mit dem letztendlichen Ziel, seine Gewinne zu steigern. Vargas Guevara 2020.

Gemeinschaften weniger zugänglich. Die Arbeit konzentriert sich auf die Photovoltaik Technologie, da diese die am einfachsten zu implementierende verfügbare Technologie ist. Es werden **Selbstbaugenossenschaften** untersucht, die die Planung und Finanzierung von Eigenerzeugungsanlagen für einzelne Haushalte koordinieren. Das zweite zu untersuchende Modell ist das der Genossenschaften, die **Selbsterzeugungsprojekte an Orten von gemeinschaftlichem Interesse** wie Schulen oder Krankenhäusern entwickeln. Das dritte zu untersuchende Modell bildet **eine Genossenschaft in einem nicht angeschlossenen Gebiet** ab, der eine Photovoltaik-Anlage betreibt, um Batterien zu laden.

5.4.1 Selbstbaugenossenschaft

Diese Art von Genossenschaft konzentriert sich auf den kooperativen Selbstbau von Energieerzeugungsanlagen. Von allen Technologien zur Erzeugung erneuerbarer Energien sind Photovoltaikanlagen am besten für den Selbstbau geeignet. Dies ist auf die einfache Installation von PV-Anlagen und die vergleichsweise geringeren Investitionskosten zurückzuführen. Selbstbaugenossenschaften können sowohl in angeschlossenen als auch in nicht angeschlossenen Gebieten tätig sein.

In Europa gibt es bereits etablierte Genossenschaften, die dem Selbstbaumodell folgen, wie die EWG in der Schweiz, die in zwei Jahren 120 Anlagen mit einer Gesamtleistung von mehr als 2 MW installiert hat (Fischer et al. 2017). Allerdings sind die Bedingungen dort ganz anders als in La Guajira, so dass diese Modelle nicht eins zu eins übertragen werden können, aber wichtige Erkenntnisse und Erfahrungen können berücksichtigt werden.

Die Genossenschaft fungiert als Anlaufstelle für Menschen, die am Bau von PV-Anlagen interessiert sind, aber nicht über viele finanzielle Mittel verfügen. Durch den Selbstbau der Systeme können die Installationskosten gesenkt werden, während das Wissen über die Systeme in der Gemeinschaft wächst, so dass sich die Nutzer besser mit den Projekten identifizieren können und ein aktiver Teil der Energiewende werden. Laut Fischer et al. (2017) ermöglicht der organisierte Selbstbau und die Selbstbaugenossenschaften im Vergleich zu schlüsselfertigen Anlagen niedrigere Kosten und minimiert gleichzeitig die Risiken, die individuelle Selbstbauvorhaben mit sich bringen würden. Dieses Modell basiert auf dem Austausch und der Generierung von kollektivem Wissen, von dem die gesamte Gemeinschaft profitieren kann. Vor allem in Gegenden wie La Guajira, in denen Technologien zur Erzeugung erneuerbarer Energien kaum vorhanden sind, kann eine Genossenschaft zur Stärkung der Gemeinschaft beitragen, indem sie das erforderliche Wissen leicht zugänglich macht.

Zu den Aufgaben der Genossenschaft gehören die Planung und Koordination des Selbstbaus von PV-Anlagen. Die Genossenschaft wäre für die Ausbildung und/oder Vermittlung von PV-Planer*innen zuständig, die gemeinsam mit den Interessierten PV-Anlagen planen und bauen. Langfristig kann die Genossenschaft ein wichtiger Akteur im Bereich der Weiterbildung und Umschulung von Menschen in der Region sein, die z.B. aus der Kohleindustrie in einen neuen Sektor wechseln wollen. Auf diese Weise kann die Genossenschaft qualifizierte Arbeitsplätze vor Ort schaffen. Die Erfahrungen, die die

Selbstbauer durch ihre eigenen Projekte sammeln, können auch der Anstoß für neue Geschäftsmodelle rund um das Thema Photovoltaik sein.

Ein großes Hindernis für Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien in Regionen wie La Guajira ist die Frage der Finanzierung. Die bürokratischen Hürden bei der Beschaffung von Finanzierungen und Krediten sind oft unüberwindbar, wenn die Menschen versuchen, dies auf eigene Faust zu tun. Auch hier kann die Genossenschaft als wichtiger Vermittler auftreten und gemeinsame Finanzierungslinien mit staatlichen Institutionen wie FENOGE oder mit privaten Akteuren wie Banken organisieren und so den Zugang zu besseren Finanzierungsmöglichkeiten eröffnen, die auf individueller Ebene nicht oder nur mit viel Aufwand und guten Kenntnissen und Erfahrungen möglich wären.

Die Genossenschaft kann auch langfristige Geschäftsbeziehungen mit Materiallieferanten, Gerüstbauern und Elektrikern unterhalten, so dass die Selbstbauer bessere Bedingungen und Preise für Material und Dienstleistungen erhalten. Die Genossenschaft kann sich auf die Förderung der lokalen Wirtschaft konzentrieren und es sich zum Prinzip machen, so viel wie möglich lokale Lieferanten und Dienstleister zu beauftragen, was ebenfalls zur Stärkung der Gemeinschaft beitragen würde.

In Anlehnung an das Genossenschaftsmodell der EWG (Fischer et al. 2017) könnte ein Projekt innerhalb der Genossenschaft wie folgt funktionieren: Eine Gruppe von Personen beschließt gemeinsam und solidarisch, Photovoltaikanlagen auf Dächern und anderen Flächen, die diesen Personen zur Verfügung stehen, als Selbstbauer*innen zu errichten. Die Anlagen sind als Eigenverbrauchsanlagen geplant. Die Genossenschaft beaufsichtigt und koordiniert den kollektiven Prozess. Ein*e Planer*in der Genossenschaft ist für die technische Planung der Anlagen zuständig, wobei die Flächen und die Bedürfnisse der Selbstbauer*innen berücksichtigt werden. In diesem Prozess werden die finanziellen Möglichkeiten der Selbstbauer*innen analysiert und entsprechende Finanzierungsangebote und Zuschüsse organisiert. Die Gruppe beschließt, alle Photovoltaikanlagen gemeinsam zu bauen und verpflichtet sich, die anderen Gruppenmitglieder*innen bei den Bauarbeiten zu unterstützen. Die Materialbestellung und die Beauftragung der Leistungen werden von der Genossenschaft organisiert. Der*Die Anlagenplaner*in ist der*die Expert*in und leitet als Bauleiter*in die Selbstbauer*innen, die meist Laien sind, an. Die Genossenschaft übernimmt auch die Anmeldung der Anlage beim Netzbetreiber. Diese Projekte können sowohl in netzgekoppelten als auch in netzfernen Gebieten durchgeführt werden. In angeschlossenen Gebieten können Selbstbauer*innen ihre Energierechnungen senken und erhalten Zugang zu einer zuverlässigeren Stromversorgung (tagsüber) in Regionen, in denen das Netz sehr instabil und unzuverlässig ist. In netzfernen Gebieten kann die Photovoltaik zur Elektrifizierung beitragen oder andere Systeme, wie z. B. Dieselsysteme, verdrängen.

Die Genossenschaft muss sich auch um rechtliche und organisatorische Aspekte kümmern, z. B. um versicherungs- und arbeitsrechtliche Verpflichtungen. Dafür ist eine solide finanzielle Basis für die Genossenschaft sehr wichtig. Dies kann auf unterschiedliche Weise geschehen, die EWG schlägt eine Marge von 5% auf die

Materialkosten auf, für die Planung der Anlage werden die Planer*innen direkt von den Selbstbauer*innen mit einem festen Tarif bezahlt. Der Ertrag aus der Marge auf die Materialkosten deckt die Verwaltungskosten der Genossenschaft und bezahlt die Arbeit der Planer*innen als Bauleiter*innen (Fischer et al. 2017). Im Kontext von La Guajira muss untersucht werden, inwieweit dieser Ansatz ebenfalls funktionieren würde. Da die Bevölkerung in der Region diese Projekte höchstwahrscheinlich nur realisieren kann, wenn Zuschüsse und Subventionen oder Darlehen zur Verfügung stehen, die nicht zu 100 % zurückgezahlt werden müssen, ist es auch denkbar, die Verwaltungskosten als festen Bestandteil des Budgets einzuplanen. Für die anfängliche Einrichtung und Gründung der Genossenschaft kann diese finanzielle Förderung und Gründungsunterstützung in Anspruch nehmen.

Um eine solche Genossenschaft in La Guajira zu gründen, ist es vor allem zu Beginn wichtig, eng mit erfahrenen Partnern zusammenzuarbeiten. Hier können Wissenschaftsakteure wie die Universitäten eine wichtige Rolle spielen und wichtige Beiträge im Bereich der Bildung und des Wissenstransfers leisten. Auch die Zusammenarbeit mit internationalen Kooperationspartnern wäre denkbar; viele ausländische Organisationen haben Erfahrungen im Selbstbau von PV-Anlagen, die für die Genossenschaft wichtig sein können, außerdem können diese Organisationen in Finanzierungsfragen hilfreich sein.

5.4.2 Verpachtung von Photovoltaik Anlagen an kommunale Einrichtungen

Eine Energiegenossenschaft kann rund um den Bau und die Verpachtung von Photovoltaikanlagen an kommunalen Einrichtungen organisiert werden. Kommunale Einrichtungen sind wichtige Räume, die als Treffpunkte für die Gemeinschaft einen hohen Stellenwert genießen. Solche Orte können zum Beispiel Schulen, medizinische Einrichtungen, Gemeindezentren oder Kindergärten sein. Diese Einrichtungen haben in der Regel genügend Dachfläche für die Installation von Photovoltaikanlagen, einen hohen und vor allem mittäglichen Stromverbrauch, verfügen aber nicht immer über die finanziellen Mittel, um große Investitionen in diesem Bereich zu tätigen, und keine personellen Ressourcen, um ein solches Projekt durchzuführen. An dieser Stelle kann die Genossenschaft helfen. Die Genossenschaft kann als Entwickler und Finanzier des Projekts fungieren und es nach seiner Fertigstellung an die Einrichtung, in der es sich befindet, vermieten. Die Einrichtung zahlt einen monatlichen Pachtwert an die Genossenschaft und kann die erzeugte Energie nutzen und von den Energiegutschriften profitieren. Die Genossenschaft würde auch für die notwendigen Wartungs- und Betriebskosten sowie für den Austausch der Wechselrichter nach 10 Jahren aufkommen, so dass der Einrichtung außer der Pacht keine weiteren Kosten entstehen würden.

Die Vorteile dieses Modells für die Genossenschaft sind die sichere und vorhersehbare Einnahmequelle über einen langen Zeitraum und die Einsparung von Kosten für den Kauf oder die Pacht des Grundstücks, falls an anderer Stelle ein vergleichbares Projekt realisiert werden soll. Die Genossenschaft hätte auch die Möglichkeit, bessere Geschäftsbeziehungen zu Lieferanten und Dienstleistern aufzubauen, so dass insbesondere im Bereich der Materialbeschaffung bessere Konditionen erzielt werden könnten, als wenn die Einrichtung eine schlüsselfertige Anlage beim kommerziellen

Anbieter bestellt. Dieses Geschäftsmodell kann in andere Aktivitäten der Genossenschaft eingebettet werden und diese querfinanzieren. Zum Beispiel Bildungsangebote der Genossenschaft oder Elektrifizierungsprojekte in unversorgten Gebieten. In diesem Modell ist es auch denkbar, den Selbstbau zu integrieren und durch die Mitarbeit von Freiwilligen die Kosten zu reduzieren.

Für die kommunale Einrichtungen ergeben sich auch viele Vorteile. Diese hätten als Nutzer*innen Zugang zu sauberer Energie und könnten von Einsparungen bei der Stromrechnung profitieren. Vor allem öffentliche Einrichtungen würden auch von einer Imageverbesserung profitieren, indem sie Projekte zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien fördern und unterstützen und in der Gemeinschaft eine Vorbildfunktion übernehmen.

Die Finanzierung der Genossenschaft bzw. der genossenschaftlichen Projekte kann je nach den Gegebenheiten variieren. Im Kontext von La Guajira ist eine Vollfinanzierung durch Mitgliedsbeiträge nicht denkbar, da diese in der Region niedrig sein müssen, wenn die Genossenschaft für viele Menschen zugänglich sein soll. Dennoch könnte ein Teil der Projektkosten durch diese gedeckt werden. Der Rest könnte durch Spenden und/oder Darlehen gedeckt werden. Die Genossenschaft kann die Finanzierung mit nationalen Fonds wie FENOGE oder mit internationalen Partnern organisieren und so Zugang zu besseren Finanzierungsbedingungen erhalten.

Die Gemeinde profitiert von dem Projekt durch die Stärkung der Gemeindeeinrichtungen und durch den Aufbau von Kooperationen können in der Gemeinde Strukturen geschaffen werden, die kollektives Wissen zum Thema Energie vermitteln, die Handlungsfähigkeit der Gemeinde stärken und neue Perspektiven eröffnen.

5.4.3 Infrastruktur für das Laden von Batterien in nicht angeschlossene Gebiete

Eine Energiegenossenschaft kann zu Elektrifizierung in nicht angeschlossene Gebiete beitragen, indem es eine Infrastruktur für das Laden von Batterien errichtet. Dieses Modell basiert auf dem Beispiel von Siddiqui (2003). Die Genossenschaft baut eine PV-Anlage an einem zentralen Standort für die Gemeinde, mit der Batterien aufgeladen werden können. Die Batterien können dann in den Haushalten für die Beleuchtung und kleine Geräte verwendet werden.

Im Vergleich zur Elektrifizierung nicht angeschlossener Gebiete durch physische Netze ist diese Option in Bezug auf die Investitionen günstiger, da sie nicht den Bau von Netzen erfordert, die je nach Entfernung zwischen den Häusern sehr teuer sein können. Dank der Mobilität der Batterien können die Bewohner in einem größeren Radius von dem Projekt profitieren.

Diese Option ist auch für Menschen mit geringeren wirtschaftlichen Ressourcen, wie es in den nicht angeschlossenen Gebieten von La Guajira der Fall ist, leichter zugänglich als die Installation einer einzelnen PV-Anlage für einzelne Haushalte, da dies größere Investitionen in einzelnen Haushalten erfordern würde. Die Installation eines größeren, zentralisierten Systems trägt auch zur Kostensenkung bei, da Größenvorteile genutzt werden können. In diese Art von Genossenschaft kann auch der Selbstbau integriert werden umso weitere Kosten bei der Installation und Montage zu sparen.

Da zum Laden der Batterien keine Wechsellspannung benötigt wird, können bei diesem Projekt die Kosten für den Wechselrichter eingespart werden. Die Kosten für Batterien in der für das Projekt benötigten Größe sind je nach Technologie sehr erschwinglich, allerdings müssen die Lebensdauer und die Entladetiefe berücksichtigt werden, um die richtige Batterie auszuwählen.

Der Betrieb der Anlage und die Verwaltung und Wartung der Batterien muss ebenfalls von der Genossenschaft geplant und durchgeführt werden, diese Aufgabe kann von den Genossenschaftsmitglieder*innen als freiwillige Tätigkeit übernommen werden oder es können dafür Arbeitsplätze geschaffen werden, was aber die Kosten erhöhen würde. Generell ist es wichtig, dass die Mitglieder*innen der Genossenschaft in den Planungs- und Bauprozess einbezogen werden, um das notwendige Wissen über die Anlage an viele Menschen weiterzugeben und so die Identifikation mit dem Projekt zu erhöhen. Auch bei diese Art von Genossenschaft ist die Zusammenarbeit mit Partner*innen mit entsprechenden Know-How erforderlich.

6 Bewertung der Modelle

Um die unterschiedliche genossenschaftlichen Modelle zu bewerten, werden verschiedene Referenzprojekte unter unterschiedliche Bedingungen formuliert und simuliert. Als Ort für die Referenzprojekt dient die Gemeinde Uribia in der oberen Guajira. Die Gemeinde ist mit 7.934 km² die flächenmäßig größte in der Provinz und hat etwa 180.385 Einwohner, von denen 7,2 % in der urbanen Zone der Gemeinde und der Rest in der ländlichen Zone leben. Diese Gemeinde hat die größte Anzahl von Häusern ohne Stromanschluss und gleichzeitig ideale klimatische Bedingungen für die Entwicklung von Projekten für erneuerbare Energien: In Uribia wird eine globale horizontale Einstrahlung von mehr als 2000 kWh/m² (Global Solar Atlas 2021) und Winde von mehr als 9,5 m/s in einer Höhe von 10 Metern (Global Wind Atlas 2021) gemessen. Deshalb wurde in dieser Arbeit die Entscheidung getroffen, Referenzprojekte in dieser Gemeinde zu betrachten. In Union temporal Incorbank / Pravne Consulting Group S.A.S (2016a) wird der Energieverbrauch pro Wohnung in Uribia in den angeschlossenen Gebieten der Gemeinde auf 103 bis 205 kWh/Monat geschätzt. Für die folgenden Fallstudien wird auf der Grundlage dieser Schätzung ein Jahresverbrauch pro Haushalt von 1500 kWh angenommen. Für nicht angeschlossene Gebiete wird in derselben Quelle ein Verbrauch von 65 kWh/Monat geschätzt. Abgesehen von diesen Annahmen werden für jedes Modell weitere spezifische Annahmen getroffen, die in den entsprechenden Kapiteln beschrieben werden.

Für die wirtschaftliche Bewertung wurde in Rahmen dieser Arbeit ein Tool entwickelt, mit dem Erneuerbare-Energien-Projekte unter die regulatorischen Bedingungen in Kolumbien betrachtet werden können. Mit Hilfe dieses Tools werden der Nettobarwert, der interne Zinsfuß und die Amortisationszeit der Investitionen berechnet. Außerdem kann sie zur Berechnung der Stromgestehungskosten verwendet werden.

Der Nettobarwert ist eine Kennzahl in der dynamischen Investitionsrechnung, bei welcher alle Rückflüsse, einschließlich der Abzinsung auf den heutigen Zeitpunkt einer Investition, mit der Anfangsinvestition verglichen werden. Dieser Vergleich hilft bei der

Entscheidung, ob die getätigte Investition profitabel ist, da er angibt, ob die anfängliche Investition plus Zinsen wieder hereingeholt werden kann oder nicht. Ist der Nettogegenwartswert positiv, bedeutet dies, dass das investierte Kapital zuzüglich eines Zinssatzes zurückfließt, wobei dieser Zinssatz höher ist als der Kalkulationszinssatz. Normalerweise gilt als Kalkulationszinssatz der Zinssatz, den der*die Investor*in erhalten würde, wenn er*sie sein*ihr Kapital auf dem Finanzmarkt anlegen würde. Wenn der Nettobarwert größer als Null ist, bedeutet dies, dass der erzielte Zinssatz höher als der Kalkulationszinssatz ist und die Investition daher besser ist als die Anlage des Geldes auf dem Finanzmarkt. Ist der Nettobarwert gleich Null, bedeutet dies, dass die zusätzliche Rendite gleich dem in der Berechnung verwendeten Zinssatz ist. Beim Vergleich verschiedener Investitionen ist die Investition mit dem höheren Nettobarwert vorzuziehen. (Rolfes und Ueberschär 2020). Der Nettobarwert (engl. Net Present Value) wird wie folgt berechnet:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} - I_0$$

C_t : Geldfluss im Zeitpunkt t

I_0 : Anfangsinvestition

r : Kalkulationszinssatz

Auch der interne Zinsfuß gehört zu den dynamischen Investitionsrechnungsmethoden. Er gibt den Zinssatz an, bei dem der Nettobarwert der Investition Null wird. Eine Investition kann als rentabel angesehen werden, wenn der interne Zinsfuß gleich oder höher ist als der Kalkulationszinssatz. Ein Nachteil dieser Methode ist die Annahme, dass alle während der Projektlaufzeit anfallenden Überschüsse mit dem internen Zinsfuß verzinst werden, was unrealistisch ist. Dieser Indikator ist in der Praxis jedoch nach wie vor weit verbreitet (Ueberschär 2020).

Die Stromgestehungskosten sind eine Kennzahl, die zum Vergleich von Anlagen und Kraftwerken mit unterschiedlichen Technologien und/oder Kostenstrukturen verwendet wird. Dazu werden alle Ausgaben, die während des Baus und des Betriebs der Anlage anfallen, sowie die über den gesamten Zeitraum erzeugte Energiemenge herangezogen. Die Stromgestehungskosten können nach der Kapitalwertmethode oder nach der Annuitätenmethode berechnet werden; im Tool wurde die Kapitalwertmethode als Grundlage gewählt. Bei dieser Methode werden alle Zahlungsströme während der Laufzeit und die Anfangsinvestition durch Abzinsung auf einen gemeinsamen Referenzzeitpunkt saldiert. Die erzeugte Strommenge wird ebenfalls mit dem Zinssatz abgezinst, dies geht auf finanzmathematischen Umrechnungen zurück. Die abgezinsten Kosten werden in Verhältnis zu der erzeugten Energiemenge gesetzt. Die Kosten umfassen alle Betriebs-, Wartungs- und Finanzierungskosten. Die Stromgestehungskosten (LCOE) werden wie folgt berechnet (Kost et al. 2018):

$$LCOE = \frac{I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{M_{t,el}}{(1+i)^t}}$$

LCOE: Stromgestehungskosten in \$/kWh

I₀: Investitionsausgaben in \$

A_t: jährliche Gesamtkosten in \$ im Jahr t

M_{t,el}: produzierte Strommenge im jeweiligen Jahr in kWh

i: realer kalkulatorischer Zinssatz

n: wirtschaftliche Nutzungsdauer in Jahren

t: Jahr der Nutzungsperiode (1,2, ... n)

In dem Tool kann zwischen verschiedenen Arten der Vermarktung des Stromes unterschieden werden. Die Optionen sind Eigenverbrauch, Auktionen sowie Contracting und Börse. Dies bildet die wichtigsten Vermarktungsarten, die derzeit in Kolumbien möglich sind.

Für die Vermarktung, bei der der Eigenverbrauch im Vordergrund steht, wird das im Rechtsrahmen vorgesehene Net-Billing-Modell angewendet, das in Kapitel 3.1.2.1 beschrieben wird. Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit sind Angaben zur Gesamterzeugung, zum Gesamtverbrauch, zum Eigenverbrauchsanteil und zum Bezug aus dem Netz erforderlich. Die Erzeugung der Anlage nimmt von Jahr zu Jahr entsprechend der gegebenen Degradation ab. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass der Eigenverbrauchsanteil während der gesamten Laufzeit des Projekts konstant bleibt. Außerdem müssen der Börsenstrompreis, die Vermarktungsmarge und der Strompreis angegeben werden. Es wird angenommen, dass der Strompreis und die Vermarktungsmarge mit der Inflation steigen und der Börsenstrompreis mit dem Erzeugerpreisindex (IPP).

Wenn der erzeugte Strom über eine Auktion verkauft wird, kann die Wirtschaftlichkeit auch mit dem Tool berechnet werden. Dazu müssen die Zuschlagshöhe, das vergebene Volumen, der Preis des Börsenstroms und die jährliche Gesamterzeugung der Anlage angegeben werden. Es wird angenommen, dass der gesamte erzeugte Strom über die Auktion gehandelt wird. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass die Erzeugung aufgrund der Degradierung der Anlagen abnimmt und Strom an der Börse gekauft werden muss, um die Differenz auszugleichen. Dies wird bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt.

Der direkte Handel durch bilaterale Verträge oder Börsenverkäufe kann mit Hilfe der Option Contracting und Börse untersucht werden. Um die Wirtschaftlichkeit von bilateralen Verträgen zu prüfen, sind Informationen über Contractingvolumen und Preis erforderlich. Der Börsenpreis wird in diesem Fall benötigt, um die Kosten zu berechnen, die entstehen, wenn das Contractingvolumen nicht durch die Erzeugung gedeckt wird. Auch in diesem Fall wird davon ausgegangen, dass die Erzeugungsmenge mit der

Degradation der Anlagen abnimmt. Wenn die Wirtschaftlichkeit des reinen Börsenverkaufs berechnet werden soll, muss das Contractingvolumen auf null gesetzt werden.

Mit dem Tool ist es möglich, den Einfluss von Krediten auf die Rentabilität für alle Arten von Anlagen zu beobachten. Es kann festgelegt werden, welcher Teil der Investition durch Eigenkapital und welcher durch ein Darlehen gedeckt wird. Informationen über Kreditbedingungen können bei der Berechnung berücksichtigt werden. Es ist auch möglich, die erwartete Rendite zu ändern.

Betriebsbedingte Ausgaben werden auch in dem Tool berücksichtigt. Zu diesem Zweck gibt es die Kategorien Betriebs- und Wartungskosten, Versicherungskosten und Administrativen Kosten / Pachtgebühren. Für die Kategorien Betriebs- und Wartungskosten sowie für Versicherungskosten besteht die Möglichkeit, eine automatische Berechnung der Kosten durchzuführen oder diese manuell einzugeben. Im Automatikbetrieb werden die Betriebs- und Wartungskosten mit 1 % der Investitionskosten und die Versicherungskosten mit 0,1 % der Investitionskosten angenommen. Im automatischen Modus wird davon ausgegangen, dass diese Kosten mit der Inflation steigen. Bei der manuellen Eingabe können diese Kosten individuell angepasst werden. Die Kategorie administrativen Kosten/Pachtgebühren können für die Zuweisung zusätzlicher Kosten verwendet werden.

Eine weitere Besonderheit des Tools ist die Möglichkeit, die steuerlichen Anreize, die den regulatorischen Rahmen für Projekte zur Erzeugung erneuerbarer Energien vorgeben und die in Kapitel 3.1.2 beschrieben werden, in die wirtschaftliche Analyse einzubeziehen. Es ist möglich, in das Tool einzugeben, welcher Teil der Erstinvestition von der Mehrwertsteuer und welcher Teil von den Einfuhrzöllen befreit ist. Bei Projekten, die der Einkommensteuer unterliegen, können die Auswirkungen der beschleunigten Abschreibung und der Abzug der Anfangsinvestition von der Einkommensteuer berücksichtigt werden. Für die beschleunigte Abschreibung können die Abschreibungssätze manuell eingegeben oder mit der Option „Automatisch“ voreingestellte Werte ausgewählt werden. Dieser Teil ist das Alleinstellungsmerkmal des Tools, da er es ermöglicht, Projekte im kolumbianischen Kontext zu untersuchen, einschließlich der regulatorischen Bedingungen und Anreize, was zur Überprüfung der Wirksamkeit von Anreizen und auch zur genaueren Bestimmung der Durchführbarkeit von Projekten genutzt werden kann, da mehr Kriterien einbezogen werden können.

6.1 Selbstbaugenossenschaft

Um die wirtschaftliche Tragfähigkeit und Durchführbarkeit von Selbstbaugenossenschaften in Uribia zu bewerten, wird ein Referenzprojekt unter verschiedenen Bedingungen simuliert. Zu diesem Zweck werden verschiedene Szenarien definiert. Grundsätzlich sollen schlüsselfertigen Anlagen mit Anlagen der Selbstbaugenossenschaft verglichen werden. Zunächst werden die Kosten für eine schlüsselfertige Photovoltaikanlage als Eigenerzeugungsanlage ermittelt. Ausgehend von der Annahme, dass der Verbrauch eines durchschnittlichen Haushalts in der Gemeinde 1.500 kWh/Jahr beträgt, wird für das Referenzprojekt eine Anlage mit 1,63 kWp

ausgewählt. Die folgende Tabelle zeigt die Kosten für dieses System, wenn es als schlüsselfertiges System direkt von einem Fachbetrieb erworben wird.

Tabelle 6.1: Kostenaufstellung für Schlüsselfertige 1,63 kWp Photovoltaik Anlage

Materialien	Einheitspreis	Anzahl	Gesamt
Solarmodul 325W TP660M Monoperc Talesun	\$ 456.000,00	5	\$ 2.280.000,00
Wechselrichter Growatt 1500 W MIC 1500TL-X MPPT	\$ 1.640.000,00	1	\$ 1.640.000,00
Montagehaken	\$ 214.200,00	5	\$ 1.071.000,00
Solarkabel 6mm	\$ 11.150,00	20	\$ 223.000,00
Überspannungsschutz 600V	\$ 149.500,00	1	\$ 149.500,00
Sicherungen	\$ 69.300,00	2	\$ 138.600,00
Bidirektionalen Zähler	\$ 748.000,00	1	\$ 748.000,00
Schutzschalter	\$ 69.000,00	1	\$ 69.000,00
Anlieferung	\$ 300.000,00	1	\$ 300.000,00
Gesamtkosten Materialien			\$ 6.619.100,00
Montage und Installation			
Montage Dachhacken	Einheitspreis	Anzahl Stunden	Gesamt
Montageleiter*in	\$ 15.000,00	3,753	\$ 56.295,00
Helfer*in	\$ 10.000,00	3,753	\$ 37.530,00
Montage Solarmodule			
Montageleiter*in	\$ 15.000,00	2,025	\$ 30.375,00
Helfer*in	\$ 10.000,00	2,025	\$ 20.250,00
Montage Wechselrichter			
Elektroinstallateurmeister*in	\$ 25.000,00	0,225	\$ 5.625,00
Helfer*in	\$ 18.000,00	0,225	\$ 4.050,00
Überprüfung und Verkabelung			
Elektroinstallateurmeister*in	\$ 25.000,00	1,125	\$ 28.125,00
Helfer*in	\$ 18.000,00	1,125	\$ 20.250,00
Anfahrt			
Elektroinstallateurmeister*in	\$ 25.000,00	1	\$ 25.000,00
Helfer*in	\$ 18.000,00	1	\$ 18.000,00
Montageleiter*in	\$ 15.000,00	1	\$ 15.000,00
Helfer*in	\$ 10.000,00	1	\$ 10.000,00
Gerüstkosten - Pauschal	\$ 167.000,00	1	\$ 167.000,00
Gesamtkosten Montage und Installation			\$ 437.500,00
Planung und Administration			
Planungskosten - Pauschal 6 % der Kosten	Einheitspreis	Anzahl	Gesamt
Planungskosten - Pauschal 6 % der Kosten	\$ 423.396,00	1	\$ 423.396,00
Sonstiges	\$ -	0	\$ -
Gesamtkosten Planung und Administration			\$ 423.396,00
Gesamtkosten Anlage			\$ 7.479.996,00

Die Materialkosten wurden einem Angebot der Firma Solartex Colombia S.A.S⁹ entnommen. Die Arbeitskosten für Montage und Installation wurden mit Hilfe des Baupreisgenerators der Firma CYPE Ingenieros¹⁰ ermittelt. Der Stundenlohn wurde mit Hilfe der Durchschnittslöhne von Elektrikern und Bauarbeitern in Kolumbien für das Jahr 2022 berechnet, zu denen ein Zuschlag für die Gewinnspannen der Unternehmen hinzukam. Für die Planungs- und Verwaltungskosten wurde angenommen, dass die Planungskosten 6 % der Material-, Montage- und Installationskosten betragen, diese Annahme wurde aus der beispielhaften Kostenaufstellung für eine 10 kWp-Anlage in Fischer et al. (2017) entnommen.

Als Vergleich zur schlüsselfertigen Anlage soll eine Anlage dienen, die in der Selbstbaugemeinschaft errichtet wird. Bei der Kostenaufstellung für diese Anlage wird davon ausgegangen, dass die Genossenschaft in der Lage ist, das Material 20 % billiger als der, von der Firma Solartex Colombia S.A.S. angebotene Preis einzukaufen. Die Genossenschaft nimmt eine Marge von 5 % an die Materialkosten vor, um die Verwaltungskosten der Genossenschaft zu decken. Darüber hinaus sollen Personen, die der Genossenschaft beitreten wollen, einen Genossenschaftsanteil im Wert von \$ 100.000 COP (\$ 25,23 USD¹¹) erwerben, der ebenfalls zur Finanzierung der Genossenschaft verwendet wird. Für den Benchmark wird davon ausgegangen, dass die Ausgaben für den*die Planer*in und den*die Bauleiter*in direkt im Budget der Anlage enthalten sind und nicht aus Genossenschaftsmitteln bezahlt werden. Für diese Tätigkeiten wird der gleiche Stundenlohn wie für die Elektromeister*innen angenommen. Die Punkte für die Installation der Dachhaken und der Solarmodule entfallen, da diese Aufgaben von den Mitglieder*innen der Genossenschaft ausgeführt werden. Der Aufwand und die Kosten für den*die Elektriker*in und den Gerüstbau bleiben gleich wie bei der schlüsselfertigen Anlage. Die Arbeitszeit des*der Planer*in ist angelehnt an die Beispielaufteilung in Fischer et al. (2017). Tabelle 6.2: Kostenaufstellung für genossenschaftlich Selbstgebaute 1,63 kWp Photovoltaik Anlage

Tabelle 6.2: Kostenaufstellung für genossenschaftlich Selbstgebaute 1,63 kWp Photovoltaik Anlage

Materialien	Einheitspreis	Anzahl	Gesamt
Solarmodul 325W TP660M Monoperc Talesun	\$ 364.800,00	5	\$ 1.824.000,00
Wechselrichter Growatt 1500 W MIC 1500TL-X MPPT	\$ 1.312.000,00	1	\$ 1.312.000,00
Montagehaken	\$ 171.360,00	5	\$ 856.800,00
Solarkabel 6mm	\$ 8.920,00	20	\$ 178.400,00
Überspannungsschutz 600V	\$ 119.600,00	1	\$ 119.600,00
Sicherungen	\$ 55.440,00	2	\$ 110.880,00
Bidirektionaler Zähler	\$ 598.400,00	1	\$ 598.400,00
Schutzschalter	\$ 55.200,00	1	\$ 55.200,00

⁹ <https://www.solartex.co/>

¹⁰ <http://www.colombia.generadordeprecios.info/>

¹¹ Wechselkurs am 31.05.2022 1 COP = 0,00025 USD

Anlieferung	\$ 240.000,00	1	\$ 240.000,00
Gesamtkosten Materialien für Genossenschaft			\$ 5.295.280,00
5 % Marge			\$ 264.764,00
Gesamtkosten Materialien für Bauherren			\$ 5.560.044,00
Montage			
Montage	Einheitspreis	Anzahl Stunden	Gesamt
Montage Wechselrichter	\$ -		\$ -
Elektroinstallateurmeister*in	\$ 25.000,00	0,225	\$ 5.625,00
Helfer*in	\$ 18.000,00	0,225	\$ 4.050,00
Überprüfung und Verkabelung	\$ -		\$ -
Elektroinstallateurmeister*in	\$ 25.000,00	1,125	\$ 28.125,00
Helfer*in	\$ 18.000,00	1,125	\$ 20.250,00
Anfahrt	\$ -		\$ -
Elektroinstallateurmeister*in	\$ 25.000,00	1	\$ 25.000,00
Helfer*in	\$ 18.000,00	1	\$ 18.000,00
Gerüstkosten - Pauschal	\$ 167.000,00	1	\$ 167.000,00
Gesamtkosten Montage			\$ 268.050,00
Planung und Administration			
Planung und Administration	Einheitspreis	Anzahl	Gesamt
Beratung, Grobplanung, Angebot	\$ 25.000,00	3	\$ 75.000,00
Bewilligungen, Subventionsanträge	\$ 25.000,00	2	\$ 50.000,00
Feinplanung, Bestellung des Materials	\$ 25.000,00	3	\$ 75.000,00
Bauplanung und Koordination	\$ 25.000,00	2	\$ 50.000,00
Bauleitung	\$ 25.000,00	6	\$ 150.000,00
Dokumentation	\$ 25.000,00	2	\$ 50.000,00
Beitrag Genossenschaft	\$ 100.000,00	1	\$ 100.000,00
Gesamtkosten Planung und Administration			\$ 550.000,00
Gesamtkosten Anlage			\$ 6.378.094,00

Tabelle 6.3 zeigt einen direkten Vergleich der Kosten der beiden Systeme. Beim Selbstbau werden prozentual gesehen die größten Einsparungen bei den Montage- und Installationskosten erzielt (39 %). Dies ist jedoch in absoluten Zahlen nicht so bedeutend, da in den kolumbianischen Kontext die Arbeitskosten im Vergleich zu den Materialkosten sehr gering sind. In Wirklichkeit werden die meisten Einsparungen durch die besseren Materialbeschaffungskonditionen erzielt, die über die Genossenschaft erreicht werden können. Die Planungs- und Verwaltungskosten sind beim Selbstbau höher, wobei zu berücksichtigen ist, dass in diesem Betrag auch die Erlangung günstiger Kredite und Zuschüsse enthalten ist, was bei der schlüsselfertigen Anlage nicht der Fall ist.

Tabelle 6.3: Vergleich der Kosten der Schlüsselfertige und Selbstbauanlage

Kosten	Schlüsselfertige Anlage	Selbstbauanlage	Differenz in %
Materialkosten	\$ 6.619.100,00	\$ 5.560.044,00	-16 %
Montage- und Installationskosten	\$ 437.500,00	\$ 268.050,00	-39 %
Planung und Administration	\$ 423.396,00	\$ 450.000,00	6 %
Genossenschaftsanteilschein		\$ 100.000,00	
Gesamtkosten Anlage	\$ 7.479.996,00	\$ 6.378.094,00	-15 %

In diesem Referenzfall würde die Genossenschaft einen Beitrag von \$ 364.764 erhalten, der zur Deckung von Verwaltungskosten wie Versicherung, Buchhaltung, Marketing, Ausbildung und vielem mehr eingesetzt werden soll. Die Annahme der 5 % Marge ist an das Modell der EWG Genossenschaft angelehnt (Fischer et al. 2017). Der Wert des Genossenschaftsanteilscheins wurde so niedrig gewählt, um Menschen mit geringem Einkommen den Zugang zur Genossenschaft nicht zu verwehren. Der Beitrag beläuft sich auf 10 % des monatlichen Mindestlohns in Kolumbien im Jahr 2022. Die Antwort auf die Frage, ob dieser Beitrag ausreicht, um die Genossenschaft nachhaltig zu finanzieren, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen und hängt davon ab, wie viele Anlagen in welchem Zeitrahmen gebaut werden können. Zur Deckung dieser Kosten kann die Genossenschaft jedoch auf internationale Kooperationsfonds und Subventionen für Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien zurückgreifen.

Um die beiden Anlagen miteinander vergleichen zu können, werden verschiedene Szenarien durchgespielt, die sich nur in finanzieller Hinsicht unterscheiden. Um die Leistung des Systems in Uribia über einen Zeitraum von 20 Jahren zu ermitteln, wird eine Beispielanlage erstellt und mit dem Programm PV*Sol simuliert. Das Mustersystem ist als Eigenverbrauchsanlage konzipiert. Der Verbrauch wurde mit Hilfe eines Beispiellastprofils simuliert, das den Verbrauch eines Einfamilienhauses in der karibischen Region Kolumbiens darstellen soll. Die Anlage ist optimal ausgerichtet (10° Neigung, Südausrichtung) und ohne Verschattung, für die Degradation der Anlage wurde 1 % jährlich angenommen. Für das erste Jahr der Simulation ergeben sich folgende Energieflüsse:

Tabelle 6.4: Energieflüsse aus der Simulation

Gesamtverbrauch	1505 kWh / Jahr
Gesamterzeugung	2753 kWh / Jahr
Eigenverbrauch aus PV	666 kWh / Jahr
Export ins Netz	2087 kWh / Jahr
Import aus dem Netz	840 kWh / Jahr

Folgende finanziellen Szenarien werden durchgespielt:

- Basis Szenario: 100 % Eigenkapital

- Szenario 1: Die Anlage wird zu 100 % mit einem nicht rückzahlbaren Darlehen von FENOGE finanziert.
- Szenario 2: Die Anlage wird zu 50 % durch ein nicht rückzahlbares Darlehen von FENOGE und zu 50 % durch ein standardisiertes freies Investitionsdarlehen finanziert.
- Szenario 3: Die Anlage wird zu 100 % durch ein standardisiertes freies Investitionsdarlehen finanziert.

In allen Szenarien wird auch die Auswirkung verschiedener Verbraucherschichten auf die Wirtschaftlichkeit untersucht; in jedem Szenario werden Haushalte der Schichten 1, 2 und 3 als Verbraucher untersucht. Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird das System der Energiegutschriften wie in Kapitel 3.1.2.1 beschrieben, angewendet.

Für den Standard freien Investitionskredit wurde eine Laufzeit von 5 Jahren und ein jährlicher Zinssatz von 26,49 % angenommen, der sich an den derzeitigen Kreditbedingungen in Kolumbien orientiert. Der Strompreis für die verschiedenen Schichten sowie die Vermarktungsmarge für kleine Selbsterzeuger wurden der Mitteilung des zuständigen Vermarkters (AIR-E S.A.S. E.S.P 2022) für Mai 2022 entnommen. Der Strompreis für Schicht 1 beträgt 285,39 \$/kWh, für Schicht 2 356,74 \$/kWh und für Schicht 3 606,46 \$/kWh. Die Vermarktungsmarge beträgt \$135,05/kWh. Bei der Betrachtung über 20 Jahre wird davon ausgegangen, dass der Strompreis und die Vermarktungsmarge proportional zur Inflation steigen. Es wird davon ausgegangen, dass der börsengehandelte Strompreis proportional zum Erzeugerpreisindex (IPP) steigt und bei 107,7 \$/kWh liegt, was dem durchschnittlichen börsengehandelten Strompreis in der ersten Maiwoche 2022 entspricht. Die jährliche Inflation wird mit 5,6 % und der Erzeugerpreisindex mit 7,87 % angenommen (Werte von April 2022). Der Energieverbrauch steigt in den 20 Jahren mit der gleichen Rate wie der Gesamtenergieverbrauch der Haushalte in Kolumbien in den letzten 10 Jahren gestiegen ist, d.h. 3 % mehr pro Jahr. Die Betriebs- und Wartungskosten betragen jährlich 1 % der Investition und die Versicherungskosten entsprechen 0,1 % der Investition, beide Werte nehmen mit der Inflation zu. Für die wirtschaftliche Berechnung werden keine der steuerlichen Anreize berücksichtigt, weil davon ausgegangen wird, dass die Nutzer*innen der Anlage nicht einkommenssteuerpflichtig sind.

6.1.1 Wirtschaftliche Bewertung

Basis Szenario: 100 % Eigenkapital

Tabelle 6.5 zeigt die Ergebnisse für die Selbstbau-Genossenschaftsanlage (SBG) und die schlüsselfertige Anlage (SF) in den drei Schichten für das Basisszenario. In diesem Szenario wurde die Wirtschaftlichkeit der Anlagen mit 100 % Eigenkapital berechnet. Die Stromgestehungskosten für die genossenschaftliche Selbstbauanlage liegen bei 262,68 \$/kWh und damit unter dem aktuellen Strompreis für Schicht 1, während die Stromgestehungskosten für die schlüsselfertige Anlage bei 311,517 \$/kWh liegen und damit über dem Strompreis für Schicht 1, aber unter dem Strompreis für Schicht 2 und 3.

Tabelle 6.5: Ergebnisse für das Basis Szenario

Schicht	Anlage	Netto Barwert	interner Zinsfuß	Amortizationszeit	LCOE
1	SBG	\$ 1.687.411,71	5,69 %	15 Jahre	262,68 \$/kWh
	SF	-\$ 100.828,21	3,38 %	17 Jahre	311,517 \$/kWh
2	SBG	\$ 5.049.484,71	9,31 %	12 Jahre	262,68 \$/kWh
	SF	\$ 3.261.244,79	6,91 %	14 Jahre	311,517 \$/kWh
3	SBG	\$ 16.816.504,62	18,60 %	7 Jahre	262,68 \$/kWh
	SF	\$ 15.028.264,70	15,69 %	7 Jahre	311,517 \$/kWh

Die Ergebnisse zeigen, dass unter den angenommenen Bedingungen die Selbstbuanlage für alle Schichten wirtschaftlich ist. Bei der Schicht 1 ist der Nettobarwert am geringsten dennoch positiv, so dass mit einer Rendite von mindestens 3,5% gerechnet werden kann. Abbildung 6.1 zeigt den jährlichen und kumulierten Geldfluss der Selbstbuanlage für die Schicht 1.

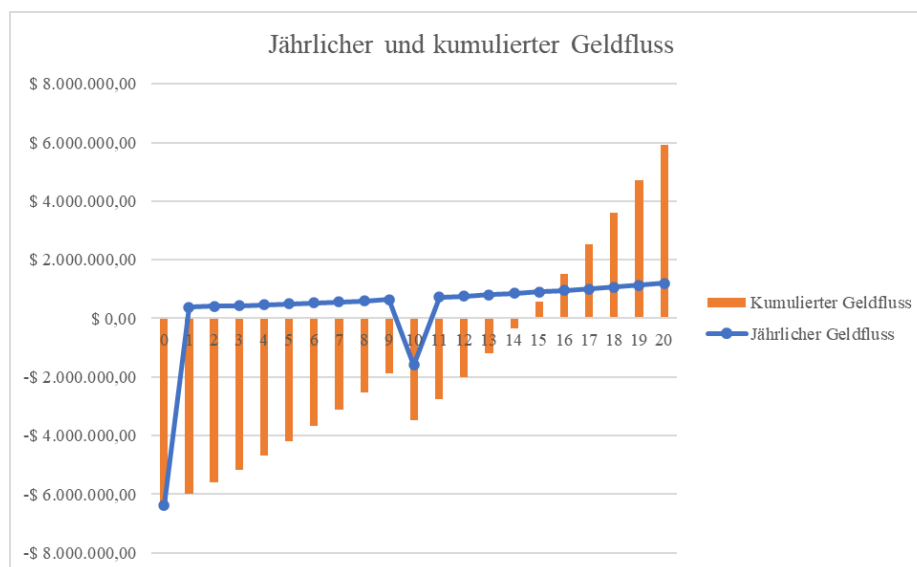


Abbildung 6.1: Jährlicher und kumulierter Geldfluss für die SBG Anlage im Basis Szenario für die Schicht 1

Anders ist es bei der schlüsselfertigen Anlage. Abbildung 6.2 zeigt den jährlichen und kumulativen Geldfluss für diese Anlage. Diese Anlage weist einen negativen Nettobarwert auf, so dass sie unter der angenommenen Rendite von 3,5 % nicht als wirtschaftlich ist. Sie hat aber einen internen Zinsfuß von 3,38% und amortisiert sich nach 17 Jahren und hat nach 20 Jahren einen positiven kumulierten Geldfluss, so dass die Anlage bei Akzeptanz eine geringere Rendite als wirtschaftlich angesehen werden kann.

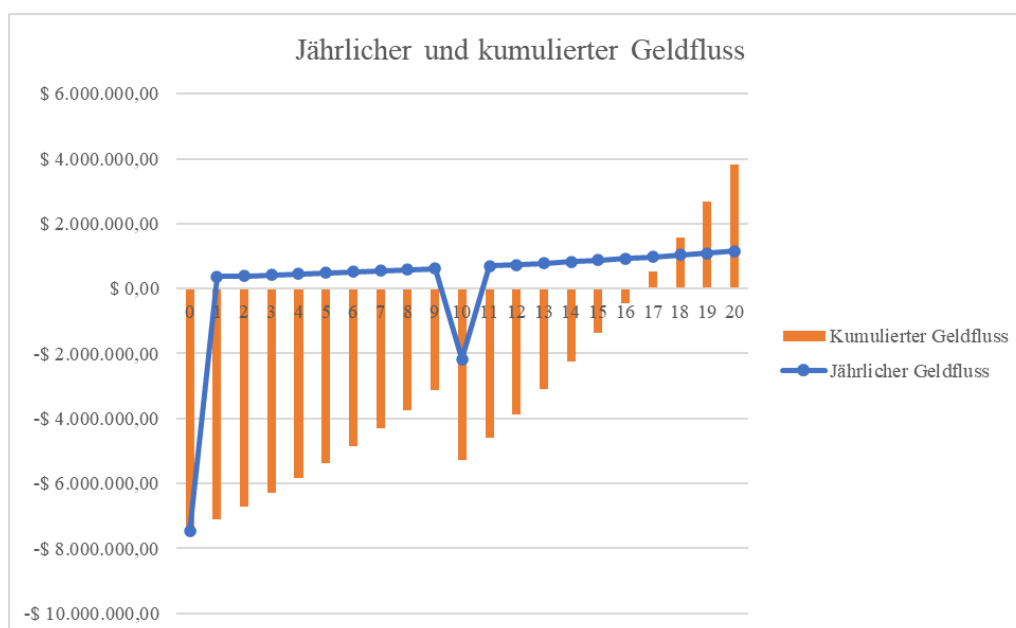


Abbildung 6.2: Jährlicher und kumulierter Geldfluss für die SF Anlage im Basis Szenario für die Schicht 1

In Abbildung 6.1 und 6.2 ist im Jahr 10 ein stark negativer Cashflow zu erkennen, was auf den Austausch des Wechselrichters in diesem Jahr zurückzuführen ist.

Für die Schichten 2 und 3 wären beide Anlagen unter diesen Bedingungen wirtschaftlich, wobei die Anlagen der Selbstbaugenossenschaft eine bessere Wirtschaftlichkeit aufweisen. Die Wirtschaftlichkeit der Anlagen nimmt mit zunehmender Schicht zu, da hier die Strompreise steigen. Daher ist in diesem Szenario das Selbstbausystem für Schicht 3 am wirtschaftlichsten. Mit einem internen Zinsfuß von 18,6 % und einem Kapitalwert von \$ 16.816.504,62 wäre die Investition in die Photovoltaikanlage für die Nutzer in Schicht 3 sehr vorteilhaft. In dieser Schicht sind die Nutzer auch eher in der Lage, eine solche Investition mit Eigenkapital zu finanzieren. Für die Schichten 1 und 2 ist dies jedoch nicht der Fall, weshalb die anderen Szenarien für diese Schichten von größerer Bedeutung sind.

Szenario 1: Die Anlage wird zu 100 % mit einem nicht rückzahlbaren Darlehen von FENOGE finanziert.

In diesem Szenario wird untersucht, wie die Geldflüsse aussehen, wenn die Anlage zu 100 % durch ein nicht rückzahlbares Darlehen von FENOGE finanziert wird. Solche Kredite können für Projekte zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen vergeben werden, die von Menschen in den Schichten 1, 2 und 3 betrieben und genutzt werden, selbst wenn die Projekte nicht wirtschaftlich sind, aber einen hohen sozialen Nutzen bringen würden. Dies gilt vor allem für Anlagen in der Schicht 1, da diese beiden Kriterien erfüllen würden. Für die Zwecke dieser Untersuchung wurde davon ausgegangen, dass nur die Anfangsinvestition übernommen wird. Die übrigen Betriebs- und Wartungskosten sowie die Erneuerung des Wechselrichters müssen von den Nutzern selbst getragen werden. In diesem Szenario wurde nicht zwischen der selbstgebauten Anlage und der schlüsselfertigen Anlage unterschieden, da davon ausgegangen werden kann, dass die Betriebs- und Wartungskosten identisch sind. Tabelle 6.6 zeigt die Ergebnisse für diese Szenario.

Tabelle 6.6: Ergebnisse für das Szenario 1

Schicht	Nettobarwert	LCOE
1	\$ 8.065.505,80	90,804 \$/kWh
2	\$ 11.427.578,81	90,804 \$/kWh
3	\$ 23.194.598,71	90,804 \$/kWh

Unter diesen Bedingungen würden die Stromgestehungskosten der Anlage etwa 90,8 \$/kWh betragen, was deutlich unter dem Strompreis für Schicht 1 liegt. Die Untersuchung zeigt auch, dass die Anlage wirtschaftlich zu betreiben ist, da sich für alle 3 Schichten positive Nettobarwerte ergeben. Das bedeutet, dass die Nutzer der Anlage, die keine Anfangsinvestitionen tätigen müssen, die laufenden Kosten durch den Betrieb der Anlage decken und sogar Geld sparen bzw. verdienen könnten.

Szenario 2: Die Anlage wird zu 50 % durch ein nicht rückzahlbares Darlehen von FENOGE und zu 50 % durch ein standardisiertes freies Investitionsdarlehen finanziert.

Da die Mittel von FENOGE begrenzt sind und die Menschen in La Guajira, insbesondere aus den Schichten 1 und 2, nur über wenig eigenes Kapital verfügen, ist es auch wichtig, die Wirtschaftlichkeit der Anlagen bei anderen Finanzierungsoptionen zu untersuchen. In diesem Szenario wird die Wirtschaftlichkeit der Anlagen untersucht, wenn die Hälfte der Anfangsinvestition durch ein normales, standardisiertes, freies Investitionsdarlehen finanziert wird. Tabelle 6.7 zeigt die Ergebnisse für dieses Szenario.

Tabelle 6.7: Ergebnisse für das Szenario 2

Schicht	Anlage	Nettobarwert	interner Zinsfuß	Amortisationszeit	LCOE
1	SBG	\$ 2.546.540,36	8,68 %	15 Jahre	244,721 \$/kWh
	SF	\$ 907.278,95	5,11 %	17 Jahre	290,455 \$/kWh
2	SBG	\$ 5.909.084,58	14,97 %	12 Jahre	244,721 \$/kWh
	SF	\$ 4.269.351,95	10,61 %	14 Jahre	290,455 \$/kWh
3	SBG	\$ 17.676.104,48	43,72 %	6 Jahre	244,721 \$/kWh
	SF	\$ 16.036.371,86	30,79 %	7 Jahre	290,455 \$/kWh

Die Stromgestehungskosten für die Selbstbauanlage liegen mit 244,721 \$/kWh unter den derzeitigen Strompreis für die Schicht 1, die Schlüsselfertige Anlage mit 290,455 \$/kWh liegt leicht darüber. Unter diesen Bedingungen wären alle Anlagen wirtschaftlich.

Szenario 3: Die Anlage wird zu 100 % durch ein standardisiertes freies Investitionsdarlehen finanziert.

Für den Fall, dass keine Finanzierung durch FENOGE möglich ist, wird in diesem Szenario die Wirtschaftlichkeit der Anlagen bei einer 100%igen Finanzierung durch ein

standardisiertes kostenloses Investitionsdarlehen geprüft. Tabelle 6.8 zeigt die Ergebnisse für dieses Szenario.

Tabelle 6.8: Ergebnisse für das Szenario 3

Schicht	Anlage	Nettoarwert	interner Zinsfuß	Amortisationszeit	LCOE
1	SBG	-\$ 2.971.482,75	0,06 %	20 Jahre	398,638 \$/kWh
	SF	-\$ 5.564.609,70	-2,26 %	21 Jahre	470,963 \$/kWh
2	SBG	\$ 390.590,25	3,91 %	17 Jahre	398,638 \$/kWh
	SF	-\$ 2.202.536,69	1,42 %	19 Jahre	470,963 \$/kWh
3	SBG	\$ 12.157.610,16	14,75 %	12 Jahre	398,638 \$/kWh
	SF	\$ 9.564.483,21	11,18 %	13 Jahre	470,963 \$/kWh

Unter diesen Bedingungen betragen die Stromgestehungskosten 398,638 \$/kWh für die selbstgebaute Anlage und 470,963 \$/kWh für die schlüsselfertige Anlage. Für beide Anlagen liegen diese Kosten weit über dem aktuellen Strompreis für die Schichten 1 und 2. Die Finanzierungsbedingungen führen dazu, dass die Schlüsselfertige Anlagen für die Nutzer in den Schichten 1 und 2 wirtschaftlich nicht tragfähig sind. Die Selbstbau Anlage wäre für Nutzer*innen der Schicht 2 leicht wirtschaftlich, für Nutzer*innen aus der Schicht 1 aber nicht mehr.

Für die Nutzer in Schicht 3 ist unter diesen Bedingungen eine Wirtschaftlichkeit gegeben. In Abbildungen Abbildung 6.3 und Abbildung 6.4 sind Geldflüsse für beide Anlagen zu sehen. Hier ist zu sehen, dass nach dem Ende der Laufzeit des Kredits, sich positive Geldflüsse ergeben und dass sich die Kosten für die Investition und die Finanzierung nach 11 bzw. 12 Jahren amortisieren können.

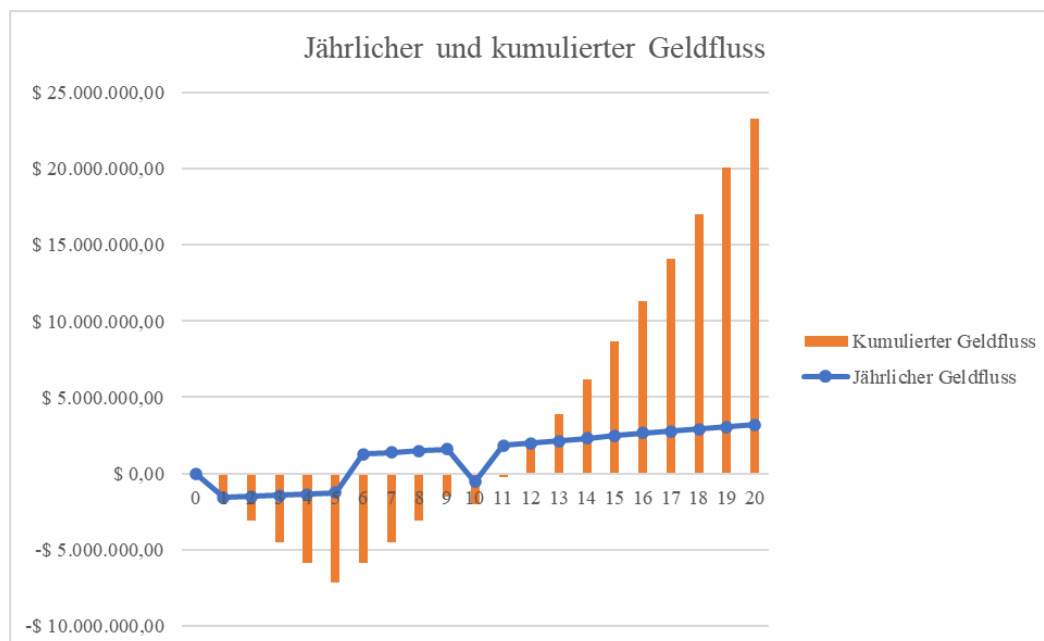


Abbildung 6.3: Jährlicher und kumulierter Geldfluss für die SBG Anlage in das Szenario 3 für die Schicht 3

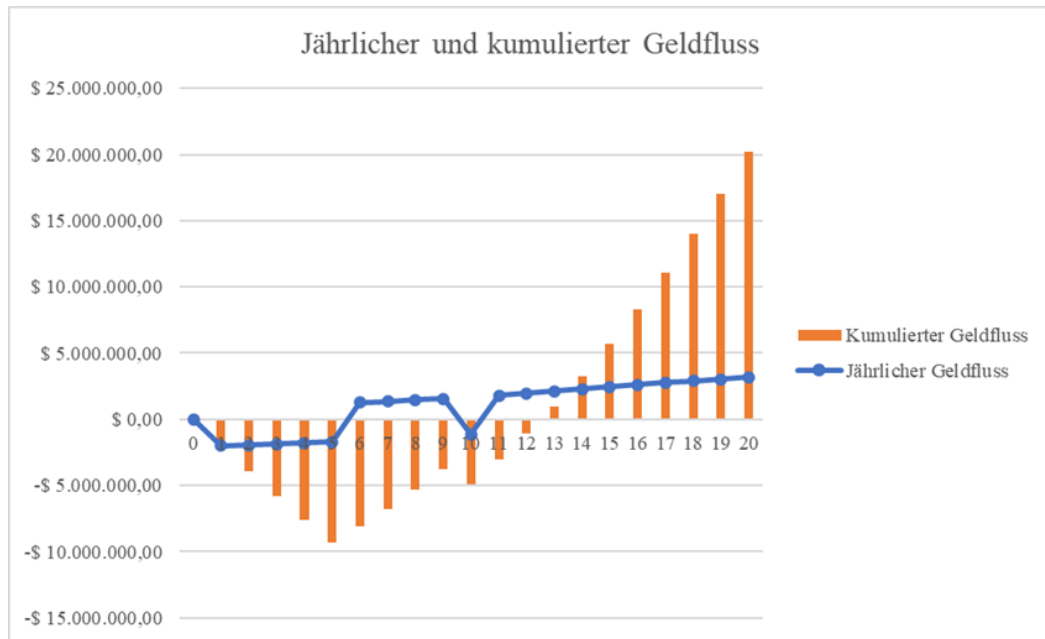


Abbildung 6.4: Jährlicher und kumulierter Geldfluss für die SBG Anlage in das Szenario 3 für die Schicht 3

Tabelle 6.9 zeigt mit Hilfe einer Farbkodierung der Nettobarwerte, welche Anlagen unter welchen Bedingungen wirtschaftlich sind oder nicht. Je intensiver die Farbe Grün ist, desto wirtschaftlicher und je intensiver die Farbe Rot ist, desto weniger wirtschaftlich ist die Anlage. Die Untersuchung hat gezeigt, dass in allen Schichten und Szenarien die Anlagen der Selbstbaugenossenschaft eine bessere Wirtschaftlichkeit aufweisen. Insbesondere für die Schicht 1 macht dies einen Unterschied, denn für diese Nutzer*innen sind die Anlagen am unwirtschaftlichsten. In dieser Schicht wären schlüsselfertige Anlagen nur wirtschaftlich, wenn mindestens 50 % der komplette Investition übernommen wird, wie in Szenario 2. Anlagen aus der Selbstbaugemeinschaft wären auch mit 100 % Eigenkapital wirtschaftlich, wird Fremdkapital benötigt, ist es dann auch eine Subvention von mindestens 50 % der Investitionen notwendig, um wirtschaftlich zu sein. Dies zeigt, dass die Selbstbaugenossenschaft dazu beitragen kann, Menschen mit geringen finanziellen Mitteln den Zugang zu eigenen Erzeugungsanlagen zu ermöglichen. Darüber hinaus erleichtert die Unterstützung der Genossenschaft beim Zugang zu den Finanzierungslinien der FENOGE die Teilnahme von Menschen aus den Schichten 1 und 2 am Markt für erneuerbare Energien.

Für Nutzer*innen aus Schicht 2 ist es ebenfalls notwendig, dass ein Teil der Investition subventioniert wird, da durch normale Finanzierungsinstrumente die Anlage unwirtschaftlich wird und die Menschen aus dieser Schicht die Investition sehr wahrscheinlich nicht aus eigenem Kapital finanzieren können. Für Nutzer*innen aus Schicht 3 hat die Selbstbaugenossenschaft die geringsten Auswirkungen, da für diese Nutzer*innen die Anlagen in allen Szenarien wirtschaftlich sind, natürlich erhöht sich dies durch die Selbstbaugenossenschaft, da dadurch die Investitionskosten sinken, dennoch sind diese Nutzer nicht darauf angewiesen, um wirtschaftliche Anlagen bauen und betreiben zu können.

Tabelle 6.9: Nettbarwerte für alle Anlagen in den unterschiedlichen Szenarien, farbkodiert nach Wirtschaftlichkeit.

Schicht	Anlage	Basis Szenario	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
1	SBG	\$ 1.687.411,71	\$ 8.065.505,80	\$ 2.546.540,36	-\$ 2.971.482,75
	SF	-\$ 100.828,21	\$ 8.065.505,80	\$ 907.278,95	-\$ 5.564.609,70
2	SBG	\$ 5.049.484,71	\$ 11.427.578,81	\$ 5.909.084,58	\$ 390.590,25
	SF	\$ 3.261.244,79	\$ 11.427.578,81	\$ 4.269.351,95	-\$ 2.202.536,69
3	SBG	\$ 16.816.504,62	\$ 23.194.598,71	\$ 17.676.104,48	\$ 12.157.610,16
	SF	\$ 15.028.264,70	\$ 23.194.598,71	\$ 16.036.371,86	\$ 9.564.483,21

6.1.2 Bewertung bzgl. Energiegerechtigkeit

Neben den wirtschaftlichen Vorteilen für die Gemeinschaft hat die Selbstbaugenossenschaft auch weitere Vorteile im Bereich der Stärkung der Energiegerechtigkeit. Im folgenden Abschnitt wird anhand der in Abschnitt 2.3 dargelegten Kriterien untersucht, wie sich die Selbstbaugenossenschaft auf die Frage der Energiegerechtigkeit auswirken kann.

Verteilungsgerechtigkeit

- **Verfügbarkeit und Intra-Generationale Gerechtigkeit:** Die Selbstbaugenossenschaft kann Menschen mit begrenzten finanziellen Mitteln den Zugang zu Selbsterzeugungsanlagen erleichtern und ihnen so Zugang zu sauberer Energie verschaffen und die Zuverlässigkeit der eigenen Stromversorgung erhöhen.
- **Bezahlbarkeit:** Nutzer*innen aus den Schichten 1 und 2 können durch die Selbstbaugenossenschaft wirtschaftliche Anlagen betreiben und so saubere Energie zu erschwinglichen Konditionen nutzen.
- **Generationen Gerechtigkeit:** Selbstbaugenossenschaften können dazu beitragen, erneuerbare Energien unter Menschen und Gemeinschaften mit geringen finanziellen Mitteln weiter zu verbreiten, was zu einer Beschleunigung der Energiewende und damit zu weniger Klimaschäden durch das Energiesystem führt.
- **Verantwortung und Nachhaltigkeit:** Selbstbaugenossenschaften tragen dazu bei, dass mehr Anlagen zur Erzeugung erneuerbare Energie eingesetzt werden, was den Verbrauch von Strom aus konventionellen Quellen reduziert. Außerdem kann durch die Einbeziehung der Nutzer*innen in die Planung und den Bau der Anlagen ein stärkeres Energiebewusstsein entstehen, was zu einer besseren Energienutzung beitragen kann.

Anerkennenden Gerechtigkeit

- **Transparenz und Rechenschaftspflicht:** Die demokratisch orientierten Prinzipien der Selbstbaugenossenschaft tragen dazu bei, die Prozesse transparenter zu machen. Durch den Selbstbau erhalten die Nutzer*innen tiefe

Einblicke in die Anlagen und in den Prozess des Einstiegs in den Markt für erneuerbare Energien.

- **Intersektionalität:** Neben der primären Aufgabe der Genossenschaft, die Anlage zu bauen, können auch andere Themen in den Kern der Genossenschaft integriert werden, wie z. B. die Einbeziehung und Priorisierung von marginalisierten Gruppen in den Gemeinden und die Einbeziehung von Themen der Energiegerechtigkeit in die Prozesse der Genossenschaft.

Verfahrensgerechtigkeit

- **Ordnungsgemäße Verfahren:** Die Genossenschaft trägt zur Demokratisierung der Energiewende bei, indem sie die Menschen vor Ort direkt in den Prozess einbezieht und ihnen eine Stimme gibt.
- **Widerstand:** Durch eigenständiges Handeln, das von der genossenschaftlichen Struktur unterstützt wird, können alle Menschen in der Gemeinschaft zu Akteuren des Wandels werden, zur Demokratisierung der Energiewende und zum Abbau von Energieungleichheiten beitragen.

6.2 Verpachtung von Photovoltaik Anlage an einer Schule in Uribia

Um das Pachtmodell für eine Photovoltaikanlage zu bewerten, wird ein Beispielprojekt für eine Schule in Uribia simuliert. Die Referenzanlage könnte auf einem Dach der *Höheren Indigenen Schule* von Uribia (Escuela Normal Superior Indígena de Uribia) installiert werden. Diese Einrichtung beherbergt eine Schule für Kinder vom Vorschulalter bis zum Schulabschluss und bildet Erzieher*innen und Grundschullehrer*innen aus. Die Einrichtung genießt in der Gemeinschaft ein hohes Ansehen, weil sie pädagogische Mittel einsetzt, um die Identität der überwiegend indigenen Bevölkerung in Lernprozessen zu verankern und diese so zu gestalten, dass Wayuu-Traditionen respektiert und weitergegeben werden können. Dies ist in ihrem pädagogischen Ansatz der kulturellen Anerkennung in interkulturellen Kontexten verankert. Die Schule wird von etwa 2.000 Schüler*innen besucht und hat etwa 72 Lehrer*innen. Die Einrichtung ist somit ideal, um ein genossenschaftliches Energieprojekt durchzuführen.

Geplant ist die Installation einer 29,68 kWp-Anlage an der Schule. Tabelle 6.10 zeigt die Kosten, die der Genossenschaft für den Bau der Anlage entstehen würden. Die Materialkosten wurden einem Angebot der Firma Solartex Colombia S.A.S. entnommen und um 20 % reduziert. Die Arbeitskosten für Montage und Einbau wurden mit Hilfe des Baupreisgenerators der Firma CYPE Ingenieros ermittelt.

Tabelle 6.10: Kosten für den Bau eine 29,68 kWp Anlage

Materialien	Einheitspreis	Anzahl	Gesamt
Solarmodul 530 W MonoPerc Znshine solar	\$ 584.800,00	56	\$ 32.748.800,00
Wechselrichter Fronius Symo 15 KVA 208V Webserver	\$ 10.300.000,00	2	\$ 20.600.000,00
Montagehaken	\$ 171.360,00	56	\$ 9.596.160,00
Solarkabel 6mm	\$ 8.920,00	80	\$ 713.600,00
Überspannungsschutz	\$ 159.600,00	4	\$ 638.400,00
Sicherungen	\$ 159.200,00	4	\$ 636.800,00
Bidirektionalen Zähler	\$ 1.000.000,00	1	\$ 1.000.000,00
Schutzschalter	\$ 55.200,00	8	\$ 441.600,00
Anlieferung	\$ 1.200.000,00	1	\$ 1.200.000,00
Gesamtkosten Materialien für Genossenschaft			\$ 67.575.360,00
Montage und Installation			
	Einheitspreis	Anzahl Stunden	Gesamt
Montage Dachhaken			
Montageleiter	\$ 15.000,00	90,00	\$ 1.350.000,00
Helfer	\$ 10.000,00	90,00	\$ 900.000,00
Montage Solarmodule			
Montageleiter	\$ 15.000,00	22,68	\$ 340.200,00
Helfer	\$ 10.000,00	22,68	\$ 226.800,00
Montage Wechselrichter			
Elektroinstallateurmeister	\$ 25.000,00	0,45	\$ 11.250,00
Helfer	\$ 18.000,00	0,45	\$ 8.100,00
Überprüfung und Verkabelung			
Elektroinstallateurmeister	\$ 25.000,00	12,60	\$ 315.000,00
Helfer	\$ 18.000,00	12,60	\$ 226.800,00
Anfahrt			
Elektroinstallateurmeister	\$ 25.000,00	1,00	\$ 25.000,00
Helfer	\$ 18.000,00	1,00	\$ 18.000,00
Montageleiter	\$ 15.000,00	1,00	\$ 15.000,00
Helfer	\$ 10.000,00	1,00	\$ 10.000,00
Gerüstkosten - Pauschal	\$ 167.000,00	5,00	\$ 835.000,00
Gesamtkosten Montage			\$ 4.281.150,00
Planung und Administration			
	Einheitspreis	Anzahl	Gesamt
Planungskosten	\$ 5.325.021,00	1	\$ 5.325.021,00
Gesamtkosten Planung und Administration			\$ 5.325.021,00
Gesamtkosten Anlage			\$ 77.181.531,00

Für die wirtschaftliche Bewertung wird ein Verbrauch von 200.000 kWh pro Jahr für die Schule angenommen. Der Strompreis, den die Schule in Uribia zahlen muss, beträgt 713,48 \$/kWh. Andere Daten zur Inflation, zu den Strompreisen an der Börse, zur Rendite und zum Erzeugerpreisindex wurden wie bei den Referenzprojekten der Selbstbaugenossenschaft ausgewählt.

Für die Simulation der Anlage wurde das Programm PV*Sol verwendet, worin ein Lastprofil gewählt wurde, das die typische Verbrauchssituation einer Schule darstellt und auch Ferienzeiten berücksichtigt. Das System wurde mit einer Degradation von 1 % pro Jahr und einer Neigung von 30° zur Südseite simuliert. Die Simulation ergab für das erste Jahr die folgenden Energieflüsse:

Tabelle 6.11: Energieflüsse für eine 29,68 kWp Anlage

Gesamtverbrauch	200.017 kWh / Jahr
Gesamterzeugung	50.993 kWh / Jahr
Eigenverbrauch aus PV	47.178 kWh / Jahr
Export ins Netz	3.815 kWh/ Jahr
Import aus dem Netz	152.839 kWh / Jahr

Die Finanzierung des Projekts durch die Genossenschaft setzt sich zusammen aus Eigen- und Fremdfinanzierung. Es wird davon ausgegangen, dass 10 % der Kosten durch eigene Mittel in Form von Mitgliedsbeiträgen oder Spenden gedeckt werden. Die restlichen 90 % werden durch ein Darlehen abgedeckt. Es wird davon ausgegangen, dass die Genossenschaft bessere Kreditkonditionen von Institutionen wie FENOGE erhalten kann. Aus diesem Grund wird die Laufzeit des Darlehens mit 10 Jahren und einem Zinssatz von 23 % angenommen.

Das Projekt ist auf 20 Jahre ausgelegt. Die Pachtgebühr würde so gewählt, dass der finanzielle Nutzen des Projekts zwischen der Schule und der Genossenschaft aufgeteilt wird. Die jährliche Pachtgebühr beläuft sich auf 50 % der Einsparungen, die die Schule durch die Nutzung der PV-Anlage bei den Stromkosten erzielen würde. Unter den simulierten Bedingungen bedeutet dies eine jährliche Pacht von \$ 18.191.242,82, die jährlich mit der Inflation wächst. Die jährlichen Betriebs- und Wartungskosten betragen 1 % der Investition, die Versicherungskosten 0,1 %. Darüber hinaus werden Verwaltungskosten in Höhe von 1 % der Investitionskosten pro Jahr berechnet. Die Wechselrichter werden nach 10 Betriebsjahren ausgetauscht. Es wird davon ausgegangen, dass die Genossenschaft einkommenssteuerpflichtig ist und daher steuerliche Anreize wie die beschleunigte Abschreibung und den 50%igen Abzug von Investitionskosten in Anspruch nehmen kann. Es wird ein Steuersatz von 30 % angenommen. Um zu entscheiden, ob das Pachtmodell funktioniert, wird die Wirtschaftlichkeit sowohl für die Genossenschaft als auch für die Schule untersucht, da das Projekt für beide Partner rentabel sein muss. Die Schule kann die Energie aus der Anlage nutzen und profitiert außerdem von den Energiegutschriften, es kann dadurch Einnahmen durch den Verkauf des Überschusses an der Börse erzielen und hat als einzige Kosten die jährliche Pacht. Die Genossenschaft muss den angenommenen Kredit bezahlen und sich um die Wartung der Anlage kümmern, die Anlage versichern und die Anlage im Falle eines Schadens reparieren.

6.2.1 Wirtschaftliche Bewertung

Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird geprüft, ob die Schule die Anlage mit dem angenommenen Pachtpreis betreiben kann. Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung und die Annahmen über den Strompreis, die Vermarktungsmarge und den Börsenpreis für Strom sind in Tabelle 6.12 dargestellt.

Tabelle 6.12: Ergebnisse und Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Schule

Netto Barwert	\$ 340.457.753,75
LCOE	644,906 \$/kWh
Jährliche Pacht	\$ 18.191.242,82
Strompreis	\$ 713,48
Vermarktungsmarge	\$ 135,05
Börsenstrompreis	\$ 107,70

Unter diesen Bedingungen ist es für die Schule möglich, die Anlage wirtschaftlich zu betreiben. Bei einer angenommenen Rendite von 3,5 % ist der Nettobarwert positiv. Die Stromgestehungskosten von 644,906 \$/kWh liegen unter den derzeitigen Stromkosten. Ein weiterer wichtiger Aspekt sind die Auswirkungen der Photovoltaikanlage auf die Stromkosten der Schule. Die summierten Energiekosten ohne und mit Photovoltaikanlage über 20 Jahre sind in Tabelle 6.13 ersichtlich.

Tabelle 6.13: Energiekosten der Schule für 20 Jahre mit und ohne PV-Anlage

Energiekosten ohne PV	\$ 7.113.597.610,75
Energiekosten mit PV	\$ 5.976.769.405,04
Pachtkosten	\$ 641.102.065,68
Gesamteinsparungen	\$ 495.726.140,03

Die Schule kann mit Hilfe des Leasingsystems rund 6,97 % der Stromkosten der Schule einsparen. Dieser Prozentsatz ist nicht sehr hoch, aber wenn berücksichtigt wird, dass die Schule kein Aufwand für Planung, Finanzierung, Installation und Wartung der Anlage hat und nur die Pachtgebühr für die Nutzung der Energie zahlen muss, ist diese Einsparung beträchtlich.

Abbildung 6.5 zeigt die Entwicklung der Energiekosten und -einsparungen. Die Einsparungen sinken prozentual aufgrund der Degradation der Anlage und des Anstiegs der Energiepreise. Es sind jedoch Einsparungen von etwa 12 % bis 5 % zu verzeichnen. Die Reduktion der Einsparungen ist vor allem auf die Degradation der Anlage zurückzuführen.

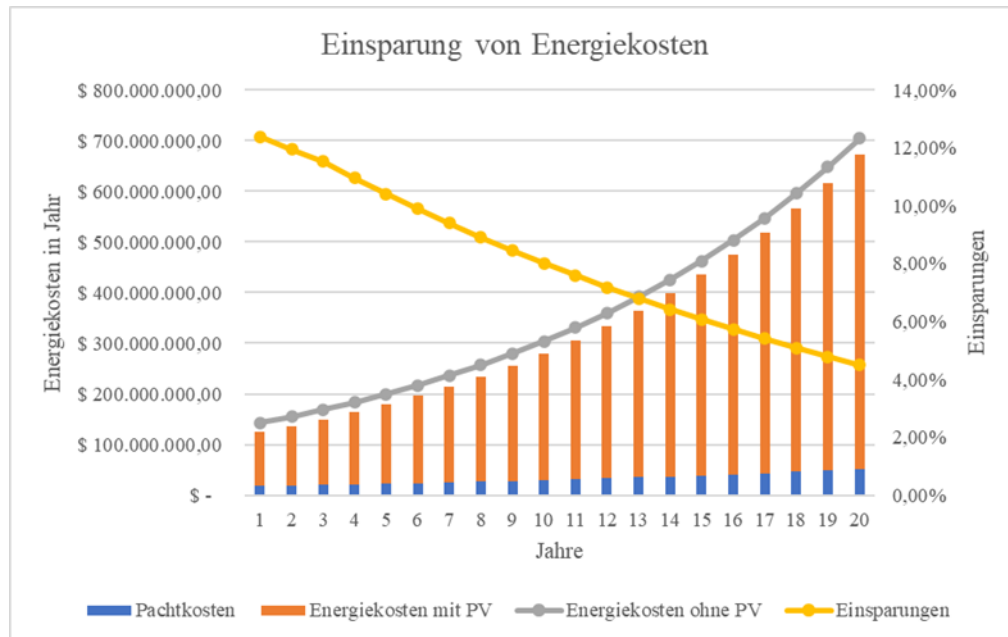


Abbildung 6.5: Entwicklung der Energiekosten und der Einsparungen der Schule

Als nächstes ist es wichtig zu prüfen, ob die Anlage für die Genossenschaft wirtschaftlich ist. Zu diesem Zweck wurden 3 Szenarien durchgespielt. Das erste Szenario geht davon aus, dass die Genossenschaft die Investition zu 100 % aus eigenen Mitteln finanzieren kann. Das zweite Szenario geht von einer 100 %igen Fremdfinanzierung aus und das dritte Szenario von einer 10 %igen Eigen- und 90 %igen Fremdfinanzierung.

Wie aus Tabelle 6.14 hervorgeht, ist die Investition für die Genossenschaft in allen Szenarien wirtschaftlich. Szenario 1, bei dem die gesamte Investition durch Eigenkapital gedeckt wird, ist das wirtschaftlichste, da es den höchsten Kapitalwert aufweist.

Tabelle 6.14: Wirtschaftlichkeit der Anlage für die Genossenschaft

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Nettobarwert	\$ 204.000.942,56	\$ 135.827.996,33	\$ 143.796.181,70
interne Zinsfuß	21,76%	28,16%	26,53%
Amortisationszeit	5 Jahre	12 Jahre	7 Jahre
Eigenkapital	\$ 77.181.531,00	\$ 0	\$ 7.718.153,10
Fremdkapital	\$ 0	\$ 77.181.531,00	\$ 69.463.377,90

Abbildung 6.6 zeigt den jährlichen und kumulativen Cashflow in diesem Szenario. Die Investition ist nach 5 Jahren amortisiert und der Austausch des Investors im Jahr 10 führt nur zu einem geringen negativen Cashflow. Es ist jedoch unrealistisch, dass Energiegenossenschaften, insbesondere neue, über so viel Kapital verfügen.

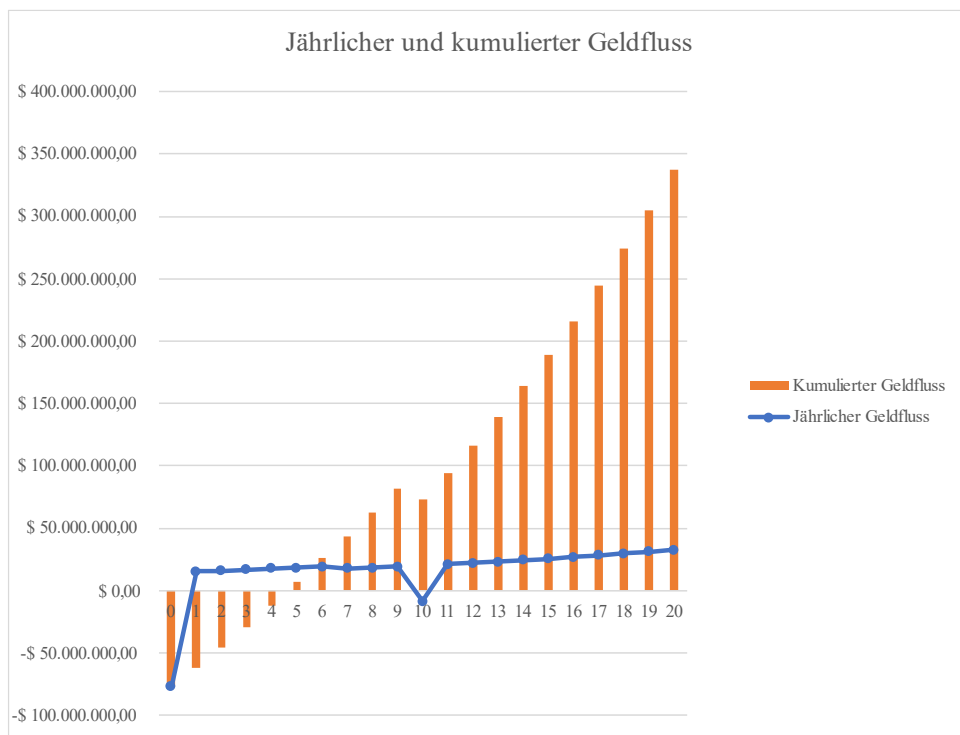


Abbildung 6.6: Jährliche und kumulierter Geldfluss der Genossenschaft in Szenario 1

Szenario 2, das von einer vollständigen Fremdfinanzierung ausgeht, zeigt, dass die Investition auch unter den gegebenen Kreditbedingungen wirtschaftlich wäre. Die Rückzahlung des Darlehens kann ab dem vierten Jahr vollständig durch die Einnahmen gedeckt werden und am Ende ist einen positiven Nettobarwert zu verzeichnen. Dennoch ist erst nach 12 Jahre einen positiven Cashflow zu verzeichnen.

Das dritte Szenario, bei dem 10 % der Investitionen durch Eigenmittel gedeckt werden, ist ebenfalls wirtschaftlich. Der jährliche und kumulative Cashflow für dieses Szenario ist in Abbildung 6.7 dargestellt. Im Vergleich zu Szenario 1 sind die Cashflows in den ersten 10 Jahren nicht so hoch, da sie für die Rückzahlung des Darlehens verwendet werden. Ab dem siebten Jahr ein positiver kumulierter Cashflow zu beobachten. Die Erneuerung der Wechselrichter führt zu einem negativen Cashflow im Jahr 10, was zu einen negativen kumulierten Cashflow, was aber in nächsten Jahr wieder ausgeglichen wird. Dieses Szenario ist nicht nur wirtschaftlich positiver als Szenario 2, sondern hätte auch Vorteile für das gemeinschaftliche Engagement. Die Verwendung von Eigenkapital oder das Sammeln von Startkapital durch Gemeinschaftsaktionen wie Fundraising usw. kann eine stärkere Bindung an das Projekt schaffen, so dass die Menschen länger und nachhaltiger an dem Projekt beteiligt sind.

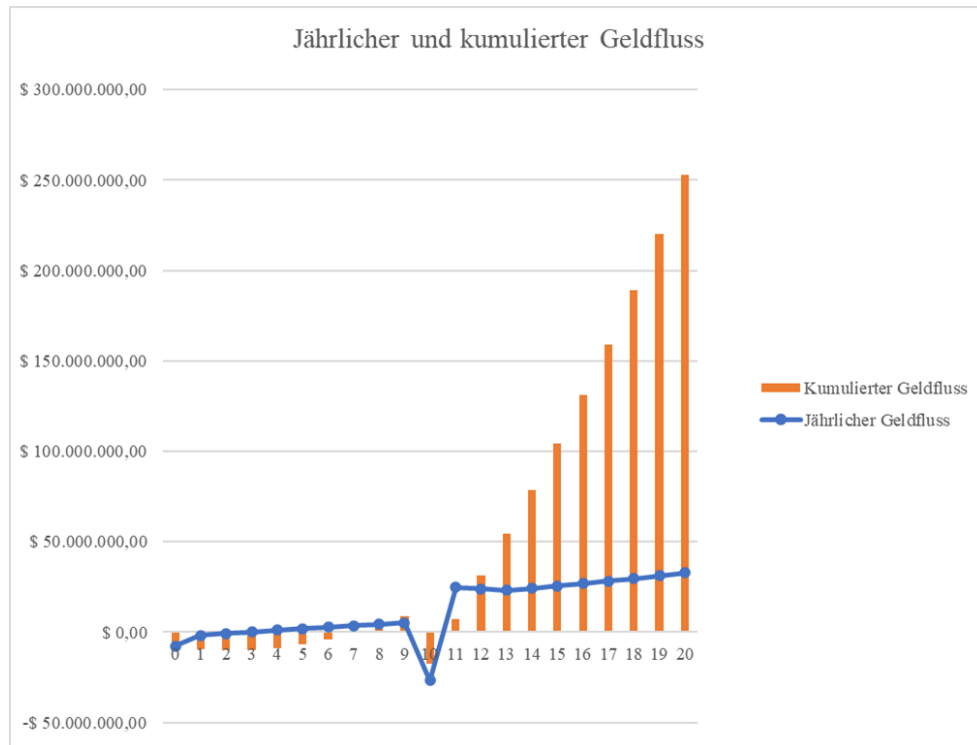


Abbildung 6.7: Jährliche und kumulierter Geldfluss der Genossenschaft in Szenario 3

Da die Genossenschaft einkommenssteuerpflichtig wäre, ist es interessant, die Auswirkungen von Steueranreizen für Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien zu untersuchen. Tabelle 6.15 zeigt den Vergleich der Wirtschaftlichkeit, wenn steuerliche Anreize berücksichtigt werden und wenn sie nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 6.15: Effekt von steuerlichen Anreize auf die Wirtschaftlichkeit

	Mit Anreize	Ohne Anreize	
	Szenario 1		Differenz
Netto Barwert	\$ 204.000.942,56	\$ 192.113.050,04	5,83%
interner Zinsfuß	21,76%	19,55%	
Amortisationszeit	5 Jahre	6 Jahre	
	Szenario 2		Differenz
Netto Barwert	\$ 135.827.996,33	\$ 129.068.823,70	4,98%
interner Zinsfuß	28,16%	25,64%	
Amortisationszeit	12 Jahre	12 Jahre	
	Szenario 3		Differenz
Netto Barwert	\$ 143.796.181,70	\$ 136.519.234,92	5,06%
interner Zinsfuß	26,53%	24,41%	
Amortisationszeit	7 Jahre	9 Jahre	

In der Berechnung mit Anreize wird die beschleunigte Abschreibung sowie der Abzug von 50 % der Investitionskosten von der Einkommensteuer berücksichtigt. Bei der

Berechnung ohne steuerliche Anreize wurden eine lineare Abschreibung und kein Abzug der Investitionskosten angenommen. Die Tabelle zeigt, dass die Projekte auch ohne Anreize wirtschaftlich wären, aber die Wirtschaftlichkeit würde sich um zwischen ca. 4,98 % und 5,83 % reduzieren. In Szenario 3 ohne Anreize verlängert sich die Amortisationszeit von 7 auf 9 Jahre.

Der Wegfall der beschleunigten Abschreibung führt jedoch insbesondere in den Anfangsjahren zu einem deutlich geringeren Cashflow, was zu Liquiditätsproblemen der Genossenschaft führen kann. Abbildung 6.8 zeigt den jährlichen und kumulativen Cashflow der Genossenschaft für die gepachtete Anlage in Szenario 3 ohne Steueranreize. Durch den Wegfall der Anreize ist der kumulierte Cashflow drei weitere Jahre lang negativ, und der kumulierte Cashflow in dem 10. Jahr reicht nicht, um die Investitionen in die neuen Wechselrichter zu decken, so dass auch im Jahr 11 einen negativen kumulierten Geldfluss zu beobachten ist.

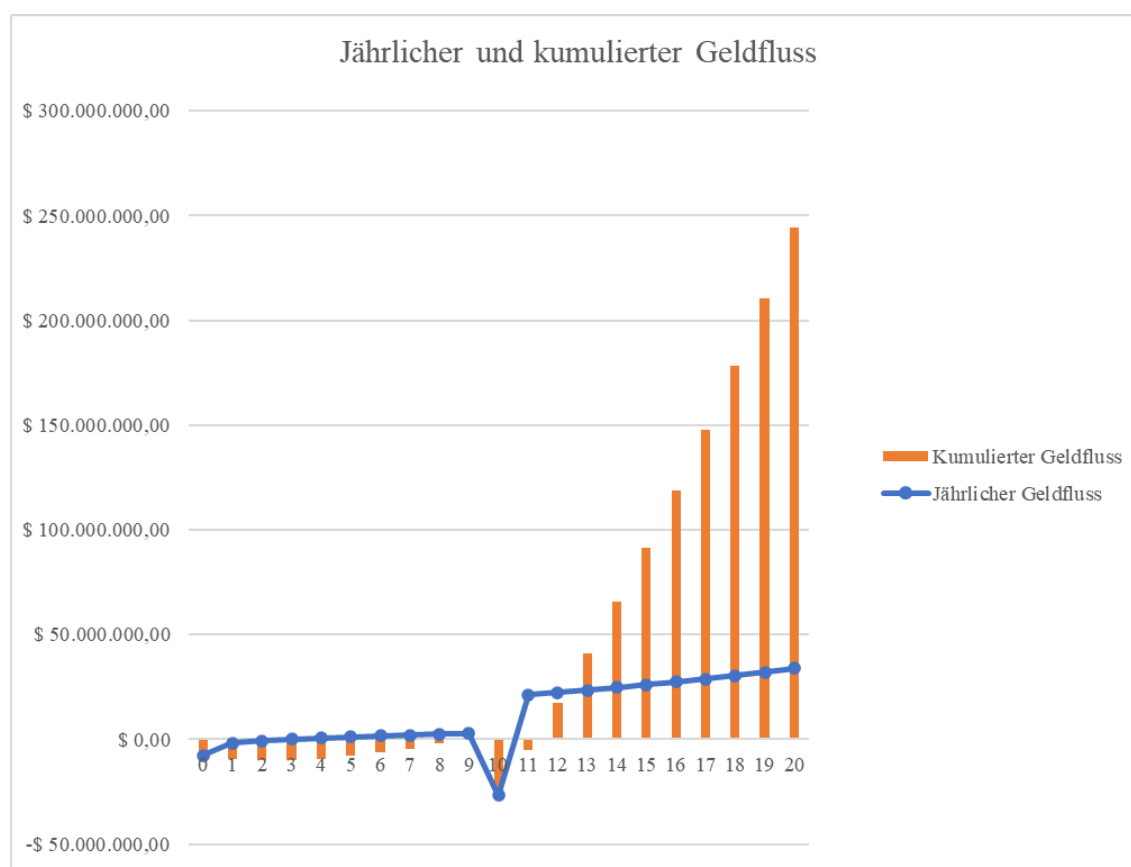


Abbildung 6.8: Jährlicher und kumulierter Geldfluss der Genossenschaft in Szenario 3 ohne steuerliche Anreize

Fazit

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass dieses Geschäftsmodell sowohl für die Schule als auch für die Genossenschaft attraktiv ist. Die Schule muss nicht große Investitionen auf einmal tätigen und muss keine personelle Ressourcen für die Planung sowie Wartung der Anlage zur Verfügung stellen, genießt aber den Zugang zu sauberer und billiger Energie, während die Stromrechnung gesenkt wird. Die Genossenschaft hat

Planungssicherheit und ein sicheres Einkommen, was die Suche nach einer angemessenen Finanzierung erleichtern kann. Die Gemeinde profitiert doppelt von dem Projekt, denn durch die Einsparungen kann die Schule diese Mittel in andere Bereiche der Schule investieren, so dass Kinder und Schulseitige davon profitieren. Mit dem erwirtschafteten Geld können die Genossenschaftsmitglieder*innen weitere genossenschaftliche Projekte zur Verbesserung der Lebensqualität in der Gemeinde oder zur Durchführung von Bildungsprogrammen finanzieren. Ein Projekt in einer solchen zentralen Einrichtung hat auch das Potenzial zur Nachahmung, da die Menschen direkt damit in Berührung kommen und die Vorteile der erneuerbaren Energien unmittelbar erleben können, was zu einer erhöhten Akzeptanz der erneuerbaren Energien in der Bevölkerung führen kann, was wiederum für andere Projekte von Vorteil ist. Der gesamte Prozess der Planung der Installation kann auch dazu dienen, die Gemeindemitglieder*innen an das Thema heranzuführen und so wichtiges Wissen zu verbreiten.

Um erfolgreich zu sein, braucht die Genossenschaft vor allem in der Anfangsphase Zugang zu Know-how, um das eigene Fachwissen zu erweitern; in diesem Sinne ist auch eine Zusammenarbeit mit Universitäten denkbar, um das notwendige Personal auszubilden. Wenn dieses Modell erfolgreich ist, kann die Kooperative auch einen Beitrag für die Gemeinschaft als Arbeitgeber leisten, indem sie Arbeitsplätze für Gemeindemitglieder*innen in diesem Bereich schafft.

6.2.2 Bewertung bzgl. Energiegerechtigkeit

Neben den wirtschaftlichen Vorteilen für die Gemeinschaft kann diese Art von Genossenschaft auch weitere Vorteile im Bereich der Stärkung der Energiegerechtigkeit haben. Im folgenden Abschnitt wird anhand der in Abschnitt 2.3 dargelegten Kriterien untersucht, wie sich die Selbstbaugenossenschaft auf die Frage der Energiegerechtigkeit auswirken kann.

Verteilungsgerechtigkeit

- **Verfügbarkeit und Bezahlbarkeit:** Schüler*innen und Schulseitige haben Zugang zu sauberer und zuverlässiger Energie, die zudem billiger als Netzstrom ist.
- **Intra-generationale Gerechtigkeit:** Das Genossenschaftsmodell macht erneuerbare Energien auch für Menschen mit begrenzten finanziellen Mitteln leichter zugänglich.
- **Generationengerechtigkeit:** Mehr erneuerbare Energie im System verdrängt traditionelle Energiequellen und minimiert so die Auswirkungen der Stromversorgung auf das Klima.
- **Verantwortung und Nachhaltigkeit:** Durch das Kooperationsprojekt können die Menschen unabhängig von ihrer wirtschaftlichen Situation Akteure der Energiewende sein.

Anerkennenden Gerechtigkeit

- **Transparenz und Rechenschaftspflicht:** Das Kooperationsmodell ermöglicht

eine stärkere Beteiligung der Gemeinde am Planungs- und Entscheidungsprozess als der Kauf einer schlüsselfertigen Anlage. Dies muss jedoch fest in den Grundsätzen der Genossenschaft verankert sein.

- **Intersektionalität:** Gemeinsame Entscheidungsfindungsprozesse können sicherstellen, dass spezielle Fragen im Zusammenhang mit marginalisierten Gruppen behandelt werden.

Verfahrensgerechtigkeit

- **Ordnungsgemäße Verfahren:** Die Genossenschaft kann ihre Grundsätze als feste Regeln für partizipative Prozesse aufstellen, die über den derzeitigen Standard der großen Projektentwickler hinausgehen.

6.3 Infrastruktur für das Laden von Batterien in nicht angeschlossenen Gebieten

Um diese Art von Genossenschaft zu bewerten, wird eine PV-Anlage mit einer Leistung von 5,9 kWp simuliert. Es wird davon ausgegangen, dass diese Anlage Batterien auflädt, die von den Mitglieder*innen der Genossenschaft in ihren Häusern verwendet werden können. Eine solche Anlage in Uribia kann etwa 8553,6 kWh pro Jahr erzeugen, womit etwa 13 Batterien mit einer Kapazität von 150 Ah am Tag geladen werden könnten. In diesem Referenzprojekt wird davon ausgegangen, dass 13 Haushalte Teil der Genossenschaft sind und sich die Kosten teilen.

Die Mitglieder*innen der Genossenschaft müssen einen Beitrag von \$ 100.000 zahlen, um Mitglied zu werden. Danach muss eine monatliche Gebühr entrichtet werden, um die Batterien nutzen zu können. Jedes Mitglied kann sich alle jeden Tag einen voll aufgeladenen Akku abholen. Für die Untersuchung wurde dieser Beitrag so berechnet, dass er die Darlehensrückzahlungen und die Betriebskosten abdeckt. Dieser Beitrag erhöht sich jedoch jährlich um den Wert der Inflation.

Die für das Projekt ausgewählte Batterie hat eine Kapazität von 150 Ah, die einen angenommenen Verbrauch von 828 Wh pro Tag decken könnte. Der angenommene Verbrauch ist wie folgt:

Tabelle 6.16: Angenommener täglicher Verbrauch der Nutzer von Batterien

Verbraucher	Leistung [W]	Betriebsstunden [h/tag]	Energiebedarf [Wh/Tag]
Beleuchtung	33	6	198
Laptop laden	100	6	600
Handy laden	5	6	30
Summe	138		828

Um die Wirtschaftlichkeit dieses Modells zu untersuchen, werden folgenden verschiedene Szenarien durchgespielt:

- Szenario 1: Selbstbau Anlage inkl. Batterien
- Szenario 2: Schlüsselfertige Anlage inkl. Batterien
- Szenario 3: Selbstbau Anlage ohne Batterien
- Szenario 4: Schlüsselfertige Anlage ohne Batterien

Um die Auswirkungen des Selbstbaus in diesem Modell zu untersuchen, wird zwischen schlüsselfertigem und selbstgebaute Anlagen unterschieden. Hier wird, wie im Beispiel der Selbstbauanlagen, davon ausgegangen, dass die Genossenschaft die Materialien 20 % günstiger einkaufen kann als bei der schlüsselfertigen Anlage; die 5 % Marge dient auch hier zur Deckung der Verwaltungskosten der Genossenschaft. Die Preise für die Schlüsselfertige Anlage stammen aus einem Angebot der Firma Solartex S.A.S. Darüber hinaus wird in dieser Untersuchung auch geprüft, wie sich die Wirtschaftlichkeit und die monatlichen Kosten für die Nutzer verändern, wenn die Batterien mit nicht rückzahlbaren FENOGE-Mitteln bezahlt werden, da diese einen großen Teil der Kosten ausmachen. Die Kosten für die Schlüsselfertige und selbstgebaute Anlagen sind in den Tabellen 6.17 und 6.18 zu finden. Für die Schlüsselfertige Anlage wurden die Planungskosten mit 6 % der Material- und Montagekosten pauschal angenommen. Für die Selbstbauanlagen wurde der Aufwand der Planung an die Berechnung der EWG Genossenschaft angelehnt.

Tabelle 6.17: Preise für die Schlüsselfertige Photovoltaik Anlage, um Batterien zu laden

Materialien	Einheitspreis	Anzahl	Gesamt
Solarmodul 330 W ZNShine	\$ 579.000,00	18	\$ 10.422.000,00
Montage Struktur	\$ 180.000,00	18	\$ 3.240.000,00
Solarkabel 6mm	\$ 11.150,00	40	\$ 446.000,00
Laderegler MPPT 60 A 2880 W	\$ 890.000,00	1	\$ 890.000,00
Sicherungen	\$ 69.300,00	4	\$ 77.200,00
Überspannungsschutz 500 VDC 20-40 KA	\$ 142.500,00	2	\$ 85.000,00
Schutzschalter	\$ 74.000,00	2	\$ 148.000,00
MC4 Verbinder	\$ 32.000,00	2	\$ 64.000,00
Kabel für Batteriebank	\$ 604.000,00	1	\$ 604.000,00
Verlängerungskabel mit MC4 1,5 m 6 mm	\$ 15.000,00	12	\$ 180.000,00
Gel Batterien Deep Cycle 12 V 150 Ah	\$ 1.099.000,00	26	\$ 28.574.000,00
Anlieferung	\$ 300.000,00	1	\$ 300.000,00
Gesamtkosten Materialien			\$ 45.430.200,00
Montage	Einheitspreis	Anzahl Stunden	Gesamt
Montage Module			
Montageleiter	\$ 15.000,00	15,75	\$ 236.250,00
Helfer	\$ 10.000,00	15,75	\$ 157.500,00
Montage Solarmodule			
Montageleiter	\$ 15.000,00	7,29	\$ 109.350,00
Helfer	\$ 10.000,00	7,29	\$ 72.900,00
Überprüfung und Verkabelung			

Elektroinstallateurmeister	\$ 25.000,00	4,05	\$ 101.250,00
Helfer	\$ 18.000,00	4,05	\$ 72.900,00
Anfahrt			
Elektroinstallateurmeister	\$ 25.000,00	1	\$ 25.000,00
Helfer	\$ 18.000,00	1	\$ 18.000,00
Montageleiter	\$ 15.000,00	1	\$ 15.000,00
Helfer	\$ 10.000,00	1	\$ 10.000,00
Gesamtkosten Montage			\$ 818.150,00
Planung und Administration			
	Einheitspreis	Anzahl	Gesamt
Planungskosten - Pauschal 6% der Kosten	\$ 2.774.901,00	1	\$ 2.774.901,00
Gesamtkosten Planung und Administration			\$ 2.774.901,00
Gesamtkosten Anlage			\$ 49.023.251,00
Gesamtkosten Anlage ohne Batterien			\$ 20.449.251,00

Tabella 6.18: Preise für die selbstgebaute Photovoltaik Anlage um Batterien zu laden

Materialien	Einheitspreis	Anzahl	Gesamt
Solarmodul 330 W ZNSHine	\$ 463.200,00	18	\$ 8.337.600,00
Montage Struktur	\$ 144.000,00	18	\$ 2.592.000,00
Solarkabel 6mm	\$ 8.920,00	40	\$ 356.800,00
Laderegler MPPT 60 A 2880 W	\$ 712.000,00	1	\$ 712.000,00
Sicherungen	\$ 55.440,00	4	\$ 221.760,00
Überspannungsschutz 500 VDC 20-40 KA	\$ 114.000,00	2	\$ 228.000,00
Schutzschalter	\$ 59.200,00	2	\$ 118.400,00
MC4 Verbinder	\$ 25.600,00	2	\$ 51.200,00
Kabel für Bateriaebank	\$ 483.200,00	1	\$ 483.200,00
Verlängerungskabel mit MC4 1,5 m 6 mm	\$ 12.000,00	12	\$ 144.000,00
Gel Batterien Deep Cycle 12 V 150 Ah	\$ 879.200,00	26	\$ 22.859.200,00
Anlieferung	\$ 300.000,00	1	\$ 300.000,00
Gesamtkosten Materialien für Genossenschaft			\$ 36.404.160,00
5% Marge			\$ 1.820.208,00
Gesamtkosten Materialien für Projekt			\$ 38.224.368,00
Montage			
	Einheitspreis	Anzahl Stunden	Gesamt
Überprüfung und Verkabelung			
Elektroinstallateurmeister	\$ 25.000,00	4,05	\$ 101.250,00
Helfer	\$ 18.000,00	4,05	\$ 72.900,00
Anfahrt			\$ -
Elektroinstallateurmeister	\$ 25.000,00	1	\$ 25.000,00
Helfer	\$ 18.000,00	1	\$ 18.000,00
Gesamt Montage			\$ 217.150,00
Planung und Administration			
	Einheitspreis	Anzahl gesamt	

Beratung, Grobplanung, Angebot	\$ 25.000,00	6	\$ 150.000,00
Bewilligungen, Subventionsanträge	\$ 25.000,00	4	\$ 100.000,00
Feinplanung, Bestellung des Materials	\$ 25.000,00	10	\$ 250.000,00
Bauplanung und Koordination	\$ 25.000,00	5	\$ 125.000,00
Bauleitung	\$ 25.000,00	20	\$ 500.000,00
Dokumentation	\$ 25.000,00	5	\$ 125.000,00
Gesamtkosten Planung und Administration			\$ 1.250.000,00
Gesamtkosten Anlage			\$ 39.691.518,00
Gesamtkosten Anlage ohne Batterien			\$ 16.832.318,00

In allen Szenarien wird davon ausgegangen, dass die Genossenschaft nur auf die Beiträge der Mitglieder*innen in Höhe von \$ 1.300.000 an Eigenkapital zurückgreift. Der Rest der Investition wird durch ein Darlehen gedeckt. Er hat eine Laufzeit von 10 Jahren und einen Zinssatz von 20 %. Die jährlichen Betriebskosten werden in allen Szenarien mit \$ 450.000, die Versicherungskosten mit \$ 45.000 und die Verwaltungskosten mit \$ 450.000 angenommen. Es wird davon ausgegangen, dass die Verteilung der Batterien selbstorganisiert und ehrenamtlich erfolgt.

6.3.1 Wirtschaftliche Bewertung

Um die wirtschaftliche Machbarkeit dieses Genossenschaftsmodells zu beurteilen, werden für alle Szenarien die Stromgestehungskosten und die Nutzerbeiträge ermittelt. Tabelle 6.19 zeigt die Ergebnisse für alle Szenarien.

Tabelle 6.19: Ergebnisse für die Anlage für das Laden von Batterien.

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4
Netto Barwert	\$ 21.637.621,27	\$ 27.230.038,23	\$ 7.938.325,30	\$ 10.105.917,53
Amortisationszeit	3 Jahre	3 Jahre	4 Jahre	4 Jahre
LCOE	1277,741 \$/kWh	1551,401 \$/kWh	607,377 \$/kWh	713,446 \$/kWh
Investitionskosten	\$ 39.691.518,00	\$ 49.023.251,00	\$ 16.832.318,99	\$ 20.449.251,00
Kreditraten	\$ 10.104.972,31	\$ 12.561.163,38	\$ 4.088.237,75	\$ 5.040.244,86
Ausgaben Wartung und Admin	\$ 945.000,00	\$ 945.000,00	\$ 945.000,00	\$ 945.000,00
Jährliche Gesamtausgaben	\$ 11.049.972,31	\$ 13.506.163,38	\$ 5.033.237,75	\$ 5.985.244,86
Jährlicher Beitrag für die Nutzer	\$ 849.997,87	\$ 1.038.935,64	\$ 387.172,13	\$ 460.403,45
Monatlichen Beitrag für die Nutzer	\$ 70.833,16	\$ 86.577,97	\$ 32.264,34	\$ 38.366,95

Da die Nutzerbeiträge so gewählt wurden, dass sie die Darlehensrückzahlungen sowie die Kosten für Wartung, Betrieb und Verwaltung decken, ergibt sich für alle Szenarien ein positiver Kapitalwert. Da der Nutzerbeitrag die Kostendeckung gewährleistet und die

Darlehensgebühren konstant bleiben, die Nutzerbeiträge aber mit der Inflation wachsen, ist der Cashflow positiv. Die Durchführbarkeit eines solchen Modells hängt von den Stromgestehungskosten und den monatlichen Gebühren ab, die die Nutzer der Batterien zu entrichten hätten.

Die höchsten Kosten sind in Szenario 2 zu finden, wo die Stromerzeugungskosten 1551,40 \$/kWh betragen und die Nutzer einen monatlichen Beitrag von \$ 86.577,97 zu zahlen haben. Die Kosten der Stromerzeugung liegen weit über dem Strompreis für die Nutzer der Schicht 1, die an das Netz angeschlossen sind und auch weit über dem Preis für nicht subventionierten Strom. Es ist auch zu beachten, dass diese Art der Stromversorgung nicht mit der Stromversorgung aus dem Netz vergleichbar ist, da lediglich Geräte mit Gleichstrom versorgt werden können, und die Menge des verfügbaren Strom auf die Kapazität der Batterie begrenzt ist. Obwohl der monatliche Beitrag von \$ 86.577,97 weniger als 10 % des Mindestlohns (\$ 1.000.000 pro Monat im Jahr 2022) beträgt, verfügen Haushalte in netzfernen Gebieten nicht immer über dieses Einkommen.

An zweiter Stelle bei den Kosten steht Szenario 1, bei dem durch den Selbstbau Investitionskosten eingespart werden, die dazu beitragen, die Stromerzeugungskosten und die Höhe der Abgaben zu senken. Sie sind jedoch immer noch sehr hoch: 1277,141 \$/kWh und 70.883,16 \$/Monat.

Für die Szenarien 3 und 4 wurde angenommen, dass die Kosten für die Batterien durch nicht rückzahlbare Darlehen oder Fördermittel gedeckt werden. Dadurch werden die Kosten erheblich gesenkt. Für Szenario 4, bei dem ein schlüsselfertiges System betrachtet wird, betragen die Stromerzeugungskosten 713,446 \$/kWh und ein monatlicher Beitrag von 38.366,95 \$. Für Szenario 3, in dem ein selbstgebautes System betrachtet wird, betragen die Kosten der Stromerzeugung 607,377 \$/kWh und ein monatlicher Beitrag von 32.264,34 \$. In beiden Szenarien liegen die Stromerzeugungskosten unter dem Preis für nicht subventionierten Strom, aber immer noch über dem Preis für Nutzer der Schicht 1. Die Senkung der Stromerzeugungskosten um fast 50 % in beiden Fällen zeigt jedoch, dass die Batterien ein wichtiger Kostenfaktor sind, der über die Durchführbarkeit des Projekts entscheidet.

Im Vergleich zur Stromversorgung mit Dieselsystemen, die in unverbundenen Gebieten üblich ist, kann diese Art der Stromversorgung vorteilhaft sein. In (Incorbank / Pravne Consulting Group S.A.S 2016b) sind die Stromkosten für ein Dieselsystem, das 54.000 kWh/Jahr produziert, mit 1.400,2 \$/kWh ermittelt. Im Vergleich dazu wären die Szenarien 1, 3 und 4 billiger. Diese Systeme sind jedoch nicht 1 zu 1 vergleichbar, da das größere System von Skaleneffekten profitieren kann. Dieselbe Quelle berechnet auch die Stromgestehungskosten für ein Dieselsystem, das 5.400 kWh/Jahr produziert, was zu Stromgestehungskosten von 3.112,8 \$/kWh führt. Dieses System entspricht eher der Größenordnung der hier untersuchten PV-Anlage. Im Vergleich zu diesem System wären alle Szenarien wirtschaftlicher. Im Falle des Dieselsystems spielen die Kraftstoffkosten eine wichtige Rolle. In (Incorbank / Pravne Consulting Group S.A.S 2016b) werden sie für La Guajira mit 1709,82 \$ pro Liter berechnet.

Die Untersuchung zeigt, dass dieses Modell für Genossenschaften besser geeignet ist,

wenn ein Teil der Investitionen durch staatliche oder private Fördermittel gedeckt wird, da die Menschen aufgrund der wirtschaftlichen Lage in der Region nicht in der Lage sind, hohe monatliche Gebühren für diesen Dienst zu zahlen. Dennoch ist diese Art von System wettbewerbsfähig mit Dieselsystemen, insbesondere in Anbetracht der Tatsache, dass die Kraftstoffkosten in den kommenden Jahren eher steigen werden. Die Analyse geht von einer Betriebsdauer von 10 Jahren aus, aber es ist wahrscheinlich, dass die PV-Anlage weit über diesen Zeitraum hinaus betrieben werden kann. Der begrenzende Faktor ist die Lebensdauer der Batterien. Wenn sie mit den Einnahmen der Genossenschaft erneuert werden, kann das System über einen längeren Zeitraum genutzt werden. Dieses Modell ermöglicht eine Art Grundversorgung durch gemeinsame Beschaffung von Ausrüstung und Verwaltung, die auf einer Risikoverteilung in der Gemeinschaft beruht. Auf diese Weise können die Bürgerinnen und Bürger leichter auf dieses Angebot zugreifen, als wenn sie individuelle PV-Anlagen für ihre eigene Versorgung bauen müssten.

6.3.2 Bewertung bzgl. Energiegerechtigkeit

Neben den wirtschaftlichen Vorteilen für die Gemeinschaft kann diese Art von Genossenschaft auch weitere Vorteile im Bereich der Stärkung der Energiegerechtigkeit haben. Im folgenden Abschnitt wird anhand der in Abschnitt 2.3 dargelegten Kriterien untersucht, wie sich die Selbstbaugenossenschaft auf die Frage der Energiegerechtigkeit auswirken kann.

Verteilungsgerechtigkeit

- **Verfügbarkeit:** Die Genossenschaft würde dazu beitragen, Menschen, die in nicht angeschlossenen Gebieten leben, eine Grundversorgung zu bieten.
- **Generationengerechtigkeit:** In diesem Fall kann die Nutzung erneuerbarer Ressourcen klimaschädliche fossile Brennstoffe verdrängen.
- **Verantwortung:** Durch die Genossenschaft könnten die Menschen weniger fossile Brennstoffe verbrauchen, ohne auf die Grundversorgung mit Strom zu verzichten, und so die natürliche Umwelt schützen, ohne die Grundbedürfnisse zu vernachlässigen.

Anerkennenden Gerechtigkeit

- **Transparenz und Rechenschaftspflicht:** Durch das Kooperationsprinzip sind alle Nutzer*innen aktiv an allen Entscheidungsprozessen beteiligt und haben ein Mitspracherecht. Die Genossenschaft muss auch für andere Bewohner*innen, die nicht Teil der Genossenschaft sind, transparent sein und Kanäle einrichten, damit diese Stimmen berücksichtigt werden können.

Verfahrensgerechtigkeit

- **Ordnungsgemäße Verfahren:** Die Genossenschaft bietet bessere Beteiligungsmöglichkeiten als Vorhaben von externen Initiatoren, die gewinnorientierte Projekte verfolgen.

6.4 Allgemeine Sozio-ökonomische Auswirkungen der Energiegenossenschaften.

6.4.1 Auf die Gemeinden

Die Gründung von Genossenschaften, die Projekte zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien entwickeln und betreiben, kann wirtschaftliche, soziale und ökologische Auswirkungen auf die betroffenen Gemeinschaften haben, die Mitglieder*innen der Genossenschaft sind. Die wichtigste Auswirkung ist der Zugang zu sauberer Energie und dem Markt für erneuerbare Energien.

Auf wirtschaftlicher Ebene können Genossenschaften je nach gewähltem Geschäftsmodell Gewinne erwirtschaften, sei es durch den Verkauf von Energie an das Netz, den Eigenverbrauch von Energie oder eine Mischung aus beidem. In Kolumbien sind die Genossenschaften nicht gewinnorientiert, so dass die erwirtschafteten Überschüsse in andere Erzeugungsprojekte reinvestiert oder zur Finanzierung anderer Projekte verwendet werden können, die der Gemeinschaft zugutekommen. Abgesehen von den direkten Einnahmen kann die Verfügbarkeit lokaler erneuerbarer Energie einen weiteren Mehrwert schaffen, indem sie andere Unternehmungen und Unternehmen auf lokaler Ebene ermöglicht. Im Gegensatz zu Megaprojekten, die von Entwicklern außerhalb der Gemeinschaft durchgeführt werden, tragen Genossenschaften dazu bei, dass die Gewinne aus der Erzeugung erneuerbarer Energie in der lokalen Wirtschaft verbleiben und der lokale Verbrauch Vorrang hat. Lokales Eigentum trägt dazu bei, dass die Einnahmen auch lokal reinvestiert werden, und führt durch die Diversifizierung des Einkommens zu einer erhöhten wirtschaftlichen Resilienz der Gemeinschaft (REN21 2017). Gemeinschaftliche Genossenschaften arbeiten im Vergleich zu externen Entwicklern auch eher mit anderen lokalen Akteuren zusammen, was es ihnen ermöglicht, die Vorteile auf andere Bereiche der Gemeinschaft zu verteilen und andere lokale Strukturen zu stärken.

Ein weiterer positiver Effekt ist die Schaffung von Arbeitsplätzen und die Entwicklung von Fähigkeiten vor Ort. Laut Tarhan (2015) haben Projekte, die von der Gemeinschaft getragen werden, wie z. B. Genossenschaften, eine 1,1- bis 1,3-mal höhere Auswirkung während des Baus und eine 1,1- bis 2,8-mal höhere Auswirkung während des Betriebs im Vergleich zu Mega-Projekten externer Investoren. Abgesehen von den direkten Arbeitsplätzen, die durch die in der Gemeinde verbleibende Wertschöpfung entstehen, schaffen diese Art von Projekten auch indirekt Arbeitsplätze in anderen Bereichen.

Auf sozialer Ebene können Genossenschaften dazu beitragen, den sozialen Zusammenhalt zu fördern und neue Beziehungen zwischen den Mitglieder*innen der Gemeinschaft zu schaffen. Sie können auch die Gemeinschaft stärken, die dann selbstbewusster Gemeinschaftsprojekte durchführen und positive kollektive Maßnahmen ergreifen kann. Die Schaffung einer gemeinsamen Identität ist mit einem höheren Selbstwertgefühl verbunden und kann dazu beitragen, die Bindung der Gemeinschaften an ihr Gebiet zu stärken. Es sollte jedoch beachtet werden, dass es zu Konflikten kommen kann, wenn nicht alle Gemeindemitglieder*innen in die Kooperative eingebunden sind, weil der Eindruck entsteht, dass einige nur die Last der Projekte tragen, ohne direkt davon zu profitieren und ohne Mitspracherecht (Tarhan 2015).

In Gebieten, die nicht an das Stromnetz angeschlossen sind und keinen Zugang zu Elektrizitätsdienstleistungen haben, können Genossenschaften eine noch weitreichendere Wirkung haben. Nach Jacinto et al. (2014) ist der Zugang zu Strom ein strategischer Faktor für die sozio-produktive Entwicklung von Gebieten. Laut Madriz-Vargas et al. (2018) kann die Verfügbarkeit von Elektrizität dazu beitragen, die Bildung, die Gesundheitsversorgung und den Zugang zu Trinkwasser zu verbessern, das Empowerment von Frauen und Jugendlichen zu ermöglichen, humanitäre Hilfsmaßnahmen zu unterstützen und produktive Unternehmen zu ermöglichen, die zur Armutsbekämpfung beitragen. Je nach eingesetzter Technologie hat der Zugang zu sauberen Kochbrennstoffen oder Energie sowohl gesundheitliche als auch wirtschaftliche und geschlechtsspezifische Auswirkungen, da der Zeitaufwand und das Risiko des Holzsammelns für das Kochen - eine Arbeit, die in der Regel von Frauen verrichtet wird - verringert werden und die Ausgaben für fossile Brennstoffe zum Kochen gesenkt werden.

Bürgerbeteiligungsprozesse in Genossenschaften führen zu einem erhöhten Bewusstsein und Wissen im Bereich Energie und der Bedeutung von Energieeffizienzverbesserungen und tragen dazu bei, die Interessenlücke in diesen Fragen zu schließen. Diese demokratischen Prozesse tragen auch dazu bei, Selbstbestimmung und Identität zu fördern, indem sie die lokale Entwicklung vorantreiben, die Kontrolle der Gemeinschaft über die Eindämmung und das Management lokaler Umweltauswirkungen sicherstellen und eine Kultur des Umweltschutzes pflegen. Die Wahrscheinlichkeit, dass der Energiebedarf der Gemeinschaft gedeckt wird, ist bei direkter Beteiligung der Gemeinschaft höher (REN21 2017).

6.4.2 Auf die Energiewende

Die Entwicklung von Energiegenossenschaften hat nicht nur positive Auswirkungen auf die Gemeinden, in denen Projekte entwickelt werden, sondern kann auch eine wichtige Rolle bei der Dynamik der Energiewende des Landes spielen. Der Hauptvorteil von Genossenschaften besteht darin, dass sie, da sie direkt von der Gemeinschaft entwickelt werden, eine größere Transparenz bei der Projektplanung und beim Bau ermöglichen, was zu einer größeren Akzeptanz führt und den Bauprozess beschleunigt. Im Vergleich zu Megaprojekten tragen gemeinschaftliche Kooperationsprojekte dazu bei, die soziale und kulturelle Identität der Gemeinden zu schützen und die Verbindung zwischen den Gemeinden und ihrem Land zu stärken, was ebenfalls als positiver Aspekt der Energiewende angesehen werden kann.

Auf der Ebene des Energiesystems tragen Genossenschaften dazu bei, den Energiemarkt zu diversifizieren und die Abhängigkeit von einer begrenzten Anzahl von Stromerzeugern zu verringern sowie den Einfluss innerhalb des Energiesystems zu verteilen (REN21 2017). Die dezentrale Erzeugung und der lokale Verbrauch tragen auch zur Steigerung der Energieeffizienz des Systems bei, da Energieübertragungsverluste vermieden werden.

Da sich kommunale Genossenschaften auf die Entwicklung von Projekten in ihrem Gebiet konzentrieren, ist es möglich, dass dieses Modell zur Entwicklung von Projekten in Gebieten mit mittleren Ressourcen führt, die für gewinnorientierte Entwickler nicht so

attraktiv sind, wodurch eine wichtige Lücke in der Energiewende geschlossen und der Einsatz erneuerbarer Energien beschleunigt werden kann. Darüber hinaus ermöglicht dieses Modell Investitionen von Akteuren, die nicht die Möglichkeit hätten, in Megaprojekte zu investieren, und erweitert so die Finanzierungsquellen für die Energiewende (REN21 2017).

Der gemeinschaftliche Kooperationsprozess, der die Freiwilligenarbeit im Energiebereich fördert, begünstigt die Innovation und den freien Austausch von Wissen und trägt zum Aufbau lokaler Kapazitäten im Energiebereich bei.

Auch das Konzept der Energiegerechtigkeit kann durch Energiegenossenschaften positiv beeinflusst werden. Nach Hanke et al. (2021) ist ein faires Energiesystem definiert als ein Gesamtenergiesystem, das sowohl die Vorteile als auch die Lasten von Energiedienstleistungen gerecht verteilt und zu einem repräsentativeren und inklusiven Entscheidungsprozess in Energiefragen beiträgt. Energiegenossenschaften können aufgrund ihres demokratischen Charakters zu einer integrativeren und repräsentativeren Energiewende beitragen, wenn sie so konzipiert sind, dass der Zugang zu verschiedenen Interessengruppen in den Gemeinden gewährleistet ist. Bei der Gestaltung von Genossenschaften können auch geschlechtsspezifische und Gleichstellungsaspekte berücksichtigt werden, die ein wichtiger Bestandteil der Genossenschaftsstruktur sein können und dazu beitragen würden, die Vorteile der Energiewende auf andere soziale Bereiche zu übertragen. Der Zugang zu Energie und die Bekämpfung der Energiearmut sowohl in nicht angeschlossenen als auch in angeschlossenen Gebieten sind ebenfalls wichtig, wenn ein gerechtes Energiesystem erreicht werden soll, und Energiegenossenschaften können dabei eine wichtige Rolle spielen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Genossenschaften dazu beitragen können, dass mehr Bürgerinnen und Bürger zu proaktiven Akteuren des Wandels werden. Dadurch wird das Bewusstsein für die Notwendigkeit einer Energiewende geschärft, die Akzeptanz der Energiewende erhöht und dem Ausbau der erneuerbaren Energien im Land mehr Schwung verliehen, während gleichzeitig die Gemeinschaften gestärkt und die Vorteile der Energiewende und der enormen natürlichen Ressourcen gerechter und fairer verteilt werden.

7 Fazit

Die in dieser Arbeit durchgeführten Recherchen und Analysen haben gezeigt, dass die Energiewende in Kolumbien ein Thema ist, das von der Regierung mit großem Nachdruck verfolgt wird. Nach einer intensiven Recherche wurde in diese Arbeit ein Überblick der aktuellen Bedingungen für Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien geschaffen. In Kolumbien wurden viele verschiedene Anreize und Subventionen geschaffen, um Projekte zur Erzeugung erneuerbarer Energien zu fördern. Es wurden Vermarktungsmechanismen für Selbsterzeuger, für dezentrale und zentrale Erzeuger geschaffen. Es zeigt sich aber auch, dass sich die Regierung auf zentrale Großprojekte in Regionen mit den besten klimatischen Bedingungen konzentriert. Dies spiegelt sich zum einen in der Gestaltung der Auktionen, zum anderen in der Ausgestaltung der Anreize und Subventionen wider. Dennoch wurden dabei wichtigen Aspekte bzgl. faire

Partizipation Mechanismen sowie Vertretung von anliegenden Gemeinden vernachlässigt. Dies könnte zu einer verlangsamten Energiewende führen, da die Akzeptanz bei der Bevölkerung dadurch geringer ist, die eingeschränkte Vielfalt an Akteur*innen beschränkt die Art und die Standorte der Projekte und führt dazu dass viele Menschen, die gerne die Energiewende vorantreiben wollen, keinen Zugang zu den Markt haben.

Das Thema Energiegerechtigkeit wurde in der Arbeit auch behandelt. Im Hinblick auf die Energiegerechtigkeit, speziell auf die Verteilungsgerechtigkeit zeigt sich, dass viele der Probleme, wie z. B. Energiearmut, zwar bekannt sind, es aber keine Strategien gibt, um sie im Rahmen der Energiewende systematisch anzugehen. Die derzeitigen Bedingungen begünstigen Großprojekte, die nicht direkt zu einer besseren Versorgung der angrenzenden Gemeinden beitragen. Es ist auch anzumerken, dass es im aktuellen Rahmen keine spezifischen Anforderungen an die Entwickler von Projekten hinsichtlich der sozialen Verantwortung gibt, die über die Quote von 1 % der Investitionen hinausgehen, auch nicht hinsichtlich der Schaffung von Arbeitsplätzen vor Ort oder der Verwendung lokaler Materialien und Ressourcen. Im Hinblick auf die anerkennende Gerechtigkeit wird zwar festgestellt, dass die spezifischen Belange marginalisierter Gemeinschaften bei der Entwicklung von Strategien und Fahrplänen eine Rolle gespielt haben, dies hat jedoch nicht dazu geführt, dass ein breiteres Spektrum von Akteur*innen in die Entwicklung der Fahrpläne einbezogen wurde und dass gute Beteiligungsmöglichkeiten geschaffen wurden. Infolgedessen fehlt in den Strategien der Regierung die intersektionale Sichtweise auf diese Themen, so dass viele der Herausforderungen marginalisierter Gemeinschaften nicht angemessen angegangen werden. Es gibt außerdem keine konkreten Strategien für die Bürgerbeteiligung, die über die Vorabkonsultationen vor großen Projekten hinausgehen. Die Vorgespräche zeichnen sich durch eine intransparente Kommunikation aus und ermöglichen lediglich die Aushandlung von Entschädigungen zwischen Planern und Gemeinden, bieten den Gemeinden aber keinen Rahmen, um die Energiewende aktiv zu gestalten. Die Vernachlässigung durch den Staat führt in vielen Teilen von La Guajira zu asymmetrischen Verhandlungspositionen, bei denen die Gemeinden versuchen, durch Großprojekte Zugang zu grundlegenden Dienstleistungen wie der Wasserversorgung zu erhalten und daher Bedingungen zustimmen, die ihre traditionelle Lebensweise bedrohen.

Energiegenossenschaften können ein gutes Instrument zur Verwirklichung einer bürgerorientierten Energiewende sein. Aufgrund ihres demokratischen Charakters ermöglichen sie die direkte Beteiligung der Bürger*innen an Entscheidungen zur Energiewende. Diese direkte Beteiligung trägt zu mehr Akzeptanz, Wissensverbreitung und Stärkung der Gemeinschaften bei. Dadurch, dass die Menschen die Kontrolle über die Projekte haben, können sie diese an ihre Bedürfnisse anpassen und mehr davon profitieren. Die Bürger*innenbeteiligung stellt sicher, dass die Gewinne aus der Erzeugung erneuerbarer Energien an viele Menschen verteilt werden und nicht nur in den Händen einiger weniger, meist ausländischer Investoren liegen. Sie sorgt dafür, dass sich viele Akteure den Energiemarkt teilen und dass die Produktion dezentralisiert wird. Durch die Diversifizierung des Nutzens kann die soziale und kulturelle Identität der Gemeinden geschützt werden. Die Energiegenossenschaften können zur Elektrifizierung

beitragen und den Markt für erneuerbare Energien für Menschen öffnen, die als Einzelpersonen nicht die Möglichkeit hätten, dies zu tun. Das Genossenschaftsmodell hat noch einige Hindernisse zu überwinden. Zum Beispiel der Zugang zur Finanzierung, zu qualifizierten Personal und notwendigen Wissen. Eine weitere Hürde ist die fehlende Wettbewerbsfähigkeit in Vergleich zu kommerziellen Projekten. Hier können gezielte Veränderungen des regulatorischen Rahmen sowie die Ausgestaltung der Auktionen dazu beitragen diese Art von Projekte wettbewerbsfähiger und attraktiver zu machen.

In dieser Arbeit wurden drei Modelle für Energiegenossenschaften untersucht. Das erste Modell ist die Selbstbaugenossenschaft, bei der sich Menschen zusammenschließen, um sich gegenseitig beim Bau ihrer eigenen Photovoltaikanlage zu helfen. Die Referenzprojekte haben gezeigt, dass die Selbstbaugenossenschaft dazu beiträgt, die Investitionskosten zu senken, so dass auch Menschen mit geringen finanziellen Ressourcen in der Lage sind, Anlagen wirtschaftlich zu betreiben. Für Nutzer*innen der Schicht 1 kann die Selbstbaugenossenschaft der Zugang zu wirtschaftliche Anlagen bedeuten. Unter den normalen Finanzierungsbedingungen sind diese nicht wirtschaftlich. Für diese Schicht ist der Zugang zu besseren Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten notwendig, um Photovoltaikprojekte realisieren zu können. Für Nutzer*innen aus Schicht 2 ist dieser Zugang ebenfalls wichtig, denn obwohl die eigenkapitalfinanzierten Anlagen wirtschaftlich sind, verfügen die Menschen aus dieser Schicht wahrscheinlich nicht über die notwendigen finanziellen Mittel, um eine solche Investition zu tätigen. Für die Nutzer*innen aus Schicht 3 hat die Selbstbaugenossenschaft die geringsten Auswirkungen, da für diese Nutzer die Anlagen in allen Szenarien wirtschaftlich sind. Dennoch ist die Selbstbaugenossenschaft eine Alternative, die dazu beiträgt, die Investitionskosten zu senken, Zugang zu besseren Finanzierungsmöglichkeiten zu erhalten und die Gemeinschaft durch gegenseitige Unterstützung und Wissensaustausch zu stärken.

Das zweite untersuchte Genossenschaftsmodell ist, das der Vermietung von Anlagen für eine Schule in Urbia. Die Studie hat gezeigt, dass der Betrieb der Anlage sowohl für die Schule als auch für die Genossenschaft rentabel ist. Die Schule hat keinen großen Aufwand für die Planung und Installation und muss keine Finanzierung in Anspruch nehmen. Dennoch kann die Schule mit der Anlage über 20 Jahre etwa 7 % ihrer Energiekosten einsparen. Die Genossenschaft hat durch die monatliche Pacht Planungssicherheit und ein sicheres Einkommen, was die Suche nach einer angemessenen Finanzierung erleichtern kann. Die Gemeinde profitiert doppelt von dem Projekt, denn sie kann sowohl von den Einsparungen der Schule als auch von den Einnahmen der Genossenschaft profitieren.

Das dritte Modell befasst sich mit einer Anlage, die zum Aufladen von Batterien in nicht angeschlossenen Gebieten gebaut wird. Dieses Modell zeigt, dass diese Art der Energieversorgung aufgrund der hohen monatlichen Beiträge, die zur Finanzierung der Anlage erforderlich wären, für Menschen in ärmlichen Verhältnissen nicht zugänglich ist. Dies ist vor allem auf die hohen Kosten der Batterien zurückzuführen. Wenn jedoch ein Teil der Investitionen durch staatliche oder private Fördermittel gedeckt wird, kann dieses Modell dazu beitragen, eine Grundversorgung für Menschen in nicht angeschlossenen

Gebieten zu realisieren. Dieses Modell wäre auch mit Dieselsystemen konkurrenzfähig. Das Interessante an diesem Modell ist, dass es sich um eine Lösung für die Elektrifizierung netzferner Gebiete handelt, die auf einer gemeinsamen Verwaltung und Risikoteilung unter allen Mitglieder*innen der Gemeinschaft beruht, was zu einer höheren Identifikation mit dem Projekt beiträgt und die Nachhaltigkeit des Projekts sicherstellt.

Um erfolgreich zu sein, brauchen alle untersuchten Genossenschaften vor allem in der Anfangsphase Zugang zu Know-how. Die Regierung und die lokalen Verwaltungsbehörden haben die Möglichkeit, Programme aufzulegen, die es den Menschen ermöglichen, ihre eigenen Projekte in diesem Bereich zu verwirklichen. Auch die Zusammenarbeit mit Universitäten und andere Partner*innen ist denkbar.

Das Thema Bürgerenergie hat bisher keine große Rolle in der Entwicklung von Strategien für die Energiewende in Kolumbien gespielt. Das Design der Auktionen für zentralisierte Projekte führt dazu, dass bürgergeführte Projekte, die Ziele jenseits der Gewinnmaximierung verfolgen, nicht mit kommerziellen Projekten konkurrieren können. Dennoch ist das Instrument Auktion sehr flexibel, so dass es mit Änderungen denkbar wäre, dieses Instrument zur Förderung von genossenschaftlichen Energieprojekten zu nutzen. Die aktuellen steuerlichen Anreize sind neben der Einführung von Auktionen und dem Net-Billing-System der größte Hebel, den die Regierung hat, um Projekte für erneuerbare Energien zu fördern. Derzeit können jedoch nur Einkommenssteuerverpflichtige von diesen Anreizen profitieren, so dass diese Anreize für viele Genossenschaftsmodelle überhaupt nicht anwendbar wären. Deshalb ist es wichtig, insbesondere für bürgernahe Projekte weitere Anreize zu setzen. Die Umsetzung spezieller Förderprogramme, die solche Projekte finanziell unterstützen, aber auch Hilfestellung in technischen und organisatorischen Fragen bieten, wäre ebenfalls ein guter Weg, um diese Projekte im Land attraktiver zu machen. Auch der Zugang zu Informationen über Förderprogramme, Anreize und Richtlinien ist eine große Hürde für bürgernahe Projekte, da das Wissen darüber vor allem in marginalisierten Gemeinden nicht vorhanden ist und dieses Wissen nur mit großem Aufwand erworben werden kann. Vor allem deshalb, weil es keine zentralen Wissensquellen gibt, die die notwendigen Informationen transparent und gebündelt niedrigschwellig zur Verfügung stellen. Auch die mit der Beantragung von Fördermitteln und Anreizen verbundene Bürokratie ist kompliziert und undurchlässig gestaltet. Hier hätte die Regierung großes Handlungspotential, um diese Hürde zu minimieren über die Implementierung einer zentralen Wissensplattform.

Generell ist festzuhalten, dass es viele Aspekte gibt, die verändert werden können, um die Energiewende in Kolumbien gerechter zu gestalten. Die Stärkung von Energiegenossenschaften kann dazu beitragen, die Energiewende als mehr als nur die Dekarbonisierung der Energiematrix und als echten Katalysator für Veränderungen in der Lebenswirklichkeit von vielen Menschen zu sehen.

8 Ausblick

Das Thema Energiegenossenschaften und gerechte Energiewende ist ein sehr komplexes Feld und konnte daher in dieser Arbeit nicht in allen Facetten behandelt werden. Darüber hinaus gibt es Aspekte dieser Arbeit, die in weiteren Arbeiten vertieft werden können. In dieser Arbeit wurden Genossenschaftsmodelle untersucht, die theoretisch in La Guajira umgesetzt werden könnten. Um zu überprüfen, ob diese Modelle auch in der Realität die Bedürfnisse der Bewohner*innen in La Guajira befriedigen würden, wären weitere Untersuchungen notwendig, die auch Umfragen und Gespräche mit den Menschen vor Ort erfordern. Zu diesem Zweck ist es notwendig, einen Dialog mit den Interessengruppen aufzunehmen, um die Anforderungen und Bedürfnisse im Zusammenhang mit der Energiewende in der Region zu ermitteln. Der Schwerpunkt kann dabei auf den folgenden Interessengruppen liegen: Indigene und afrokolumbianische Bevölkerungsgruppen, lokale Netzwerke gegen den Kohleabbau und (ehemalige) Minenarbeiter*innen.

Empfohlen wird auch eine Untersuchung von Genossenschaften im Bereich der Windenergie. Der Fokus sollte dabei auf Energiegenossenschaften liegen, die große Erzeugungsprojekte durchführen und die erzeugte Energie über Auktionen vermarkten. Es kann untersucht werden, wie die Chancen der Energiegenossenschaften bei der derzeitigen Ausgestaltung der Auktionen sind, einen Zuschlag zu erhalten. Verschiedene Auktionskonzepte könnten genauer untersucht werden, um festzustellen, wie sich die Möglichkeiten für Energiegenossenschaften dadurch verändern würden.

Auch im Bereich der Biomasse, der in dieser Arbeit nicht vertieft wurde, gibt es viele weitere Forschungsfragen, vor allem, weil damit auch der Bereich der Nahrungszubereitung abgedeckt werden kann, der ein wichtiges Thema für die Dekarbonisierung der Region ist. Hier können in weiteren Arbeiten kooperative Modelle entworfen und untersucht werden, die Biomasse als Ressource sowohl für die Stromproduktion sowie auch für die Produktion von Kraftstoffe für die Nahrungszubereitung, nutzen.

Auch die Wasserstoffherzeugung ist ein Aspekt, der erforscht werden muss. Vor allem angesichts des großen Interesses, das die Regierung derzeit mit der Entwicklung eines Fahrplans für Wasserstoff in Kolumbien zeigt. Auch Genossenschaftsmodelle im Zusammenhang mit dieser Technologie können erforscht werden.

Bei allen in dieser Arbeit untersuchten Modellen wird davon ausgegangen, dass die Genossenschaften Materialien zu besseren Konditionen einkaufen können. Die Einkaufskonditionen verbessern sich, je mehr Materialien von einem Kunden gekauft werden. Um die besten Bedingungen für genossenschaftliche Energieprojekte zu erhalten, wäre es von Vorteil, eine Einkaufsgenossenschaft zu gründen. Diese Genossenschaft wäre dafür zuständig, die Materialien für die Projekte der Genossenschaft auf überregionaler Ebene einzukaufen und an die Projekte zu liefern. Dadurch würde sich der Verwaltungsaufwand der einzelnen Genossenschaften verringern und es könnten bessere Konditionen mit den Materiallieferanten ausgehandelt werden. Aus diesem Grund wäre ein weiterer Schritt zur Untersuchung der Machbarkeit dieser Genossenschaften die Konzeption einer Einkaufsgenossenschaft, die die anderen

Energiegenossenschaften unterstützen kann.

Diese Arbeit konzentriert sich auf Handlungsoptionen, die Bürgerinnen und Bürger ergreifen können, um ein aktiver Teil der Energiewende zu werden. Dabei ist es aber essenziell, dass die Regierung Konzepte für die Einbeziehung und Beteiligung der Bevölkerung entwickelt. Die Frage, welche Konzepte dafür am besten geeignet sind, kann auch in weiteren Untersuchungen behandelt werden. In diesem Zusammenhang sollte die Frage des Marktzugangs für Kleininvestoren und deren Unterstützung geklärt werden. Welche Rechte werden Landbesitzern und Gemeinden im Einflussbereich von Großprojekten eingeräumt. Interessant ist auch die Frage, welche Rolle die Bekämpfung der Energiearmut bei der Gestaltung von Strategien für die Energiewende spielen soll.

Auch die Schaffung von Arbeitsplätzen durch den Ausbau der erneuerbaren Energien in der Region und die Entwicklung von Qualifikationen kann in weiteren Arbeiten näher untersucht werden. In diesem Zusammenhang soll auch der Kohleausstieg betrachtet werden. Die Region La Guajira befindet sich nicht nur wegen der Energiewende im Umbruch, sondern hat auch viele soziale Herausforderungen zu bewältigen. Die Energiewende kann dazu beitragen, einige dieser Herausforderungen zu überwinden, doch bedarf es weiterer Untersuchungen des rechtlichen Rahmens und der Bedingungen für die Entwicklung von Projekten im Bereich der erneuerbaren Energien, um zu schauen wie diesen zur Entschärfung sozialer Probleme beitragen könnten.

Darüber hinaus ist es von Interesse, die Auswirkungen von Großprojekten auf die traditionelle Lebensweise der Bewohner*innen von La Guajira näher zu untersuchen. In diesem Zusammenhang können auch die Gruppen angesprochen werden, die bereits organisiert gegen solche Projekte protestieren. Dabei kann auch auf internationale Erfahrungen zurückgegriffen werden, da in anderen Ländern andere indigene Gruppen mit dem starken Ausbau von Projekten zur Nutzung erneuerbarer Energien in ihren Gebieten konfrontiert sind. Zu diesem Zweck ist eine internationale Zusammenarbeit wichtig, um Erfahrungen und Lösungen zu verknüpfen und Synergien zu nutzen. In dieser Hinsicht sind internationale Kooperations- und Vernetzungsprojekte wie TRAJECTS (Transnational Centre for Just Transitions in Energy, Climate and Sustainability – Exchange, Research and Education on/with(in) the Global South)¹², dass die Erfahrungen Kolumbiens, Südafrikas und Deutschlands durch die Förderung des wissenschaftlichen Austauschs länderübergreifend miteinander verbinden will, sehr wichtig.

Die Ergebnisse dieser Arbeit und insbesondere das entwickelte Tool können als Grundlage für diese weitere Forschung dienen und auch für die Konzeption von Gemeinschaftsprojekten in Kolumbien nützlich sein. Für die Verbreitung des Tools ist eine Zusammenarbeit mit lokalen Akteurinnen und Akteuren denkbar. Ein möglicher Partner wäre das Forschung Saabett für gerechte Energiewende der Universidad del Magdalena¹³. Diese Gruppe konzentriert ihre Forschung auf den Kohleausstieg und die Energiewende in den Kohleregionen Kolumbiens und steht in engem Kontakt mit den lokalen Gemeinschaften. Das TRAJECTS-Netz kann auch ein guter Partner sein, um die Ergebnisse dieser Arbeit in Kolumbien zu verbreiten.

¹² <https://coaltransitions.org/projects/trajects/trajects-home/>

¹³ <https://bloque10.unimagdalena.edu.co/autor/semillerroteunimagdalena-edu-co/>

Die Energiewende ist ein laufender Prozess, der kontinuierlich verbessert und erweitert werden kann. Dies erfordert jedoch eine interdisziplinäre Sichtweise, die es ermöglicht, technische mit sozioökonomischen Aspekten zu verbinden, um eine Energiewende zu gestalten, die über Energiefragen hinausgeht, Gerechtigkeitsfragen anspricht und nicht nur zur Dekarbonisierung des Energiesystems, sondern auch zur Schaffung besserer Lebensbedingungen für alle Menschen beiträgt. Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, weitere Forschung in dieser Richtung zu betreiben, um nicht nur die technischen, sondern auch die sozialen Fragen der Energiewende zu beantworten.

9 Literaturverzeichnis

AIR-E S.A.S. E.S.P (2022): Tarifas para los departamentos de: Atlántico, Magdalena y La Guajira. Costo unitario Mayo de 2022.

BID (2022): Energía eléctrica. Online verfügbar unter <https://www.iadb.org/pt/sobre-o-bid/energia-electrica-%2C6220.html>.

Comisión de regulación de energía y gas (2021): Resolución No. 002 de 2021. Ministerio de Minas y Energía.

DANE (2010): Boletín Censo General 2005. Perfil La Guajira. Online verfügbar unter https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/44000T7T000.PDF.

DANE (2019): Población indígena de Colombia. Resultados del censo nacional de población y vivienda 2018. Online verfügbar unter <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/grupos-etnicos/presentacion-grupos-etnicos-2019.pdf>.

El Espectador (2022): Arroyo Bruno (La Guajira): comunidades protestan ante posible aval a desviación. Online verfügbar unter <https://www.elespectador.com/ambiente/blog-el-rio/arroyo-bruno-la-guajira-ante-posible-aval-a-desviacion-comunidades-protestan/>.

epm (2019): Formalización de sistemas fotovoltaicos para la venta de excedentes ante el operador de red. ExpoSolar Colombia 2019. Medellín, 2019.

Escalante, Humberto; Orduz, Janneth; Zapata, Henry; Cardona, Maria; Duarte, Martha (2018): Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia.

Fischer, Diego; Toneatti, Marlis; Eberhart, Syril; Pannatier, Simon (2017): Handbuch PV Selbstbau. Unterlagen zum organisierten Selbstbau von Photovoltaikanlagen. Hg. v. Verband unabhängiger Energieerzeuger. Bern.

Global Solar Atlas (2021): Global Solar Atlas. Online verfügbar unter <https://globalsolaratlas.info>.

Global Wind Atlas (2021): Global Wind Atlas. Online verfügbar unter <https://globalwindatlas.info/>.

Global Witness (2020): Global Witness records the highest number of land and environmental activists murdered in one year – with the link to accelerating climate change of increasing concern. Online verfügbar unter <https://www.globalwitness.org/en/press-releases/global-witness-records-the-highest-number-of-land-and-environmental-activists-murdered-in-one-year-with-the-link-to-accelerating-climate-change-of-increasing-concern/#:~:text=Wednesday%2029%20July%202020%20%E2%80%93%20Global,to%20the%20destruction%20of%20nature>.

Gobernación de la Guajira: Presentación La Guajira. Online verfügbar unter <https://www.laguajira.gov.co/LaGuajira/Paginas/La-Guajira.aspx>.

Gonzales Posso, Camilo; Barney, Joanna (2019): El viento el este lleva con revoluciones. Multinationales y transición con energía eólica en territorio Wayúu.

Indepaz. Bogota.

Hanke, Florian; Guyet, Rachel; Feenstra, Marielle (2021): Do renewable energy communities deliver energy justice? Exploring insights from 71 European cases. In: *Energy Research & Social Science* 80, S. 102244. DOI: 10.1016/j.erss.2021.102244.

IEA (2022): Colombia - Key energy statistics. IEA. Online verfügbar unter <https://www.iea.org/countries/colombia>, zuletzt geprüft am 11.03.2022.

IPSE (2022): Inversiones Fondo FAZNI. Online verfügbar unter <https://ipse.gov.co/mapa-del-sito/proyectos-ipse/proyectos-fanzi/>, zuletzt geprüft am 12.01.2022.

IRENA, USAID (2021): Renewable energy auctions in Colombia: Context, design and results. Hg. v. International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi.

Jacinto, Gullermina; Clementi, Luciana; Carrizo, Silbina; Nogar, Luciana (2014): Vientos para el cambio. Territorios, energía eólica y cooperativas de electricidad en el sur bonaerense. In: *Transporte y Territorio* (11), S. 70–85.

Jenkins, Kirsten; McCauley, Darren; Heffron, Raphael; Stephan, Hannes; Rehner, Robert (2016): Energy justice: A conceptual review. In: *Energy Research & Social Science* 11, S. 174–182. DOI: 10.1016/j.erss.2015.10.004.

Juvinao Navarro, José Camilo (2021): Lecciones del Cargo por Confiabilidad en Colombia como un mecanismo de incentivo a la generación de energía eléctrica. In: *Revista Desarrollo y Sociedad* (87), S. 113–148. DOI: 10.13043/DYS.87.4.

Kost, Christoph; Shammugam, Shivenes; Jülch, Verena; Ngyen, Huyen-Tran; Schlegl, Thomas (2018): Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien. FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SOLARE ENERGIESYSTEME ISE.

Lennon, Robert P.; Lopez, Kristian Camilo Orduña; Socha, Javier Andres Moreno; Montealegre, Fabián Eduardo García; Chandler, Jerry W.; Sweet, Nicholas N. et al. (2019): Health Characteristics of the Wayuu Indigenous People. In: *Military medicine* 184 (7-8), e230-e235. DOI: 10.1093/milmed/usz021.

MacDonnell, Cortney (2020): From Colombia to New Brunswick: What does a just energy transition look like for where “blood coal” is extracted and burned? Online verfügbar unter <https://nbmediacoop.org/2020/08/26/from-colombia-to-new-brunswick-what-does-a-just-energy-transition-look-like-for-where-blood-coal-is-extracted-and-burned/>.

Madriz-Vargas, Rolando; Bruce, Anna; Watt, Muriel (2018): The future of Community Renewable Energy for electricity access in rural Central America. In: *Energy Research & Social Science* 35, S. 118–131. DOI: 10.1016/j.erss.2017.10.015.

Meyer, Kathrin (2020): Gender-Responsive Climate Policy as a chance for a Colombian coal phase-out? Online verfügbar unter <https://energytransition.org/2020/12/23661/>.

Minenergia (2019): MEMORIA JUSTIFICATIVA PROYECTO DE RESOLUCION. Por el cual se define e implementa un mecanismo que promueva la contratación de largo plazo para proyectos de generación de energía eléctrica complementario a los

mecanismos existentes en el Mercado de Energía Mayorista en cumplimiento de los objetivos establecidos en el Decreto 0570 de 2018.

Ministerio de Minas y Energía (2011): Cartilla guía formulación y presentación de proyectos fondos FAER, FAZNI, SGR, FECF y programa PRONE.

Ministerio de Minas y Energía (2019): Cobertura del servicio de Gas natural. I Trimestre de 2019.

Ministerio de Minas y Energía (2021a): Pliego y bases de condiciones específicas de la subasta como mecanismo definido por el Ministerio de Minas y Energía para la promoción de la contratación de largo plazo. Subasta CLPE N° 03-2021.

Ministerio de Minas y Energía (2021b): Transición energética: un legado para el presente y el futuro de Colombia. Ministerio de Minas y Energía. Bogotá.

Ministerio de Minas y Energía (2022): Hoja de ruta del hidrógeno en Colombia. Online verfügbar unter https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/24309272/Hoja+Ruta+Hidrogeno+Colombia_2810.pdf.

Müller, Franziska; Claar, Simone (2021): Auctioning a ‘just energy transition’? South Africa’s renewable energy procurement programme and its implications for transition strategies. In: *Review of African Political Economy*, S. 1–19. DOI: 10.1080/03056244.2021.1932790.

Müller, Franziska; Claar, Simone; Neumann, Manuel; Elsner, Carsten (2020): Is green a Pan-African colour? Mapping African renewable energy policies and transitions in 34 countries. In: *Energy Research & Social Science* 68, S. 101551. DOI: 10.1016/j.erss.2020.101551.

Perrin, Michel (1979): Sukuipa Wayuu. Los guajiros, la palabra y el vivir. Fundación La Salle. Caracas.

REN21 (2017): Subastas de Energía Renovables y Proyectos Ciudadanos Participativos: América Latina y el Caribe. Secretaría de REN21.

Rodríguez Lechuga, Danna (2021): Potencial de Energías Renovables en La Guajira. Importancia y desafíos de la transición energética. CrudoTransparente. Online verfügbar unter <https://crudotransparente.com/2021/04/14/potencial-de-energias-renovables-en-la-guajira-importancia-y-desafios-de-la-transicion-energetica/>, zuletzt geprüft am 02.01.2022.

Rolfes, Bernd; Ueberschär, Helko (2020): Gebler Banklexikon - Kapitalwert. Online verfügbar unter <https://www.gabler-banklexikon.de/definition/kapitalwert-59151/version-375131>.

Sherriff, Lucy (2018): Colombia: Dying of thirst, Wayuu blame mine, dam, drought for water woes. Online verfügbar unter <https://news.mongabay.com/2018/11/colombia-dying-of-thirst-wayuu-blame-mine-dam-drought-for-water-woes/>, zuletzt geprüft am 16.03.2022.

Siddiqui, Firoze Ahmed (2003): Linking innovation and local uptake in rural

development. Potential for renewable energy cooperatives in Bangladesh. Institute for sustainability and technology policy.

Sovacool, Benjamin K.; Burke, Matthew; Baker, Lucy; Kotikalapudi, Chaitanya Kumar; Wlokas, Holle (2017): New frontiers and conceptual frameworks for energy justice. In: *Energy Policy* 105, S. 677–691. DOI: 10.1016/j.enpol.2017.03.005.

Tarhan, Mumtaz Derya (2015): Renewable Energy Cooperatives: A Review of Demonstrated Impacts and Limitations. In: *JEOD* 4 (1), S. 104–120. DOI: 10.5947/jeod.2015.006.

Ueberschär, Helko (2020): Gabler Banklexikon - interner Zinsfuß. Online verfügbar unter <https://www.gabler-banklexikon.de/definition/interner-zinsfuss-58969/version-374770>.

Union temporal Incorbank / Pravne Consulting Group S.A.S (2016a): Esquemas empresariales en zonas no interconectadas y selección de inversionistas Guajira, Norte del Choco, Uraba Antioqueno y Tierralta Cordoba. Conformación del área de servicio exclusiva - ASE de la Zona 1 - Guajira. Bogotá.

Union temporal Incorbank / Pravne Consulting Group S.A.S (2016b): ESQUEMAS EMPRESARIALES EN ZONAS NO INTERCONECTADAS Y SELECCIÓN DE INVERSIONISTAS GUAJIRA, NORTE DEL CHOCO, URABA ANTIOQUEÑO Y TIERRALTA CORDOBA. Estructuración técnica y financiera de la zona 1 Guajira. Bogotá.

UPME (2018): Índice de Cobertura de Energía Electrica ICEE. Metodología UPME 2018.

UPME (2019a): Transmisión Plan actual 2019. Sistema de Transmisión Nacional Energía Eléctrica Plan Actual. Online verfügbar unter http://sig.simec.gov.co/GeoPortal/images/pdf/UPME_EN_TRANSMISION_PLAN_ACTUAL_2019.pdf, zuletzt geprüft am 18.03.22.

UPME (2019b): Transmisión Plan Visión 2033. Mapa del STN incluido el Plan de Expansión der Referencia Generación-Transmisión 2033. Online verfügbar unter http://sig.simec.gov.co/GeoPortal/images/pdf/UPME_EN_TRANSMISI%C3%93N%20VISI%C3%93N%202033.pdf, zuletzt geprüft am 18.03.22.

UPME (2021): Informe de registro de proyectos de generación. Semana 52 del 2021.

Vargas Guevara, Oscar Santiago (2020): Energía comunitaria. Retos y oportunidades para las energías renovables no convencionales desde abajo en Colombia. Hg. v. Fundación Rosa Luxemburg, Oficina Andina. Bogotá.

Vargas Guevara, Óscar Santiago; Ruiz Arroyave, Javier Omar; López Orellano, Lorena Marcela; Padilla Guzmán, Naryelis; Malz, Nicolas; Corral Montoya, Felipe Alberto et al. (2022): Impulsos desde abajo para las transiciones energéticas justas: género, territorio y soberanía: Universidad del Magdalena.

Vásquez, Rafael (2019): DISEÑO CONCEPTUAL PARA LA CREACIÓN DE UNA COOPERATIVA ENERGÉTICA EN LA PARCELACIÓN LAS PALMERAS II EN

SAN JERÓNIMO, ANTIOQUIA. Universidad EIA Envigado.

Vergara Gozález, Otto (1990): Los Wayuu: hombres del desierto. Introducción a la Colombia Amerindia.

Voces por el Clima; Movimiento Nacional Ambiental; Alianza Colombia Libre de Fracking (2021): Concepto de diversas organizaciones de sociedad civil al proyecto de Ley No. 365 de 2020 Senado - 565 de 2021 Cámara.

XM (2021a): Generación real del SIN. Online verfügbar unter <http://sinergox.xm.com.co/oferta/Paginas/Informes/GeneracionSIN.aspx>, zuletzt geprüft am 02.01.2022.

XM (2021b): Resultads subasta CLPE 03-2021. Online verfügbar unter https://www.xm.com.co/sites/default/files/documents/Informe_Resultados_Nueva_Subasta_2021.pdf, zuletzt geprüft am 12.12.2021.

Yildiz, Özgür; Rommel, Jens; Debor, Sarah; Holstenkamp, Lars; Mey, Franziska; Müller, Jakob R. et al. (2015): Renewable energy cooperatives as gatekeepers or facilitators? Recent developments in Germany and a multidisciplinary research agenda. In: *Energy Research & Social Science* 6, S. 59–73. DOI: 10.1016/j.erss.2014.12.001.