



GUATEMALA

Pilotprojekt zur effizienten Nutzung des
vollständigen Prozesses der grünen
Wasserstoffherstellung

Zielmarktanalyse 2022 mit Profilen der Marktakteure

www.german-energy-solutions.de

Gefördert durch:

Impressum

Herausgeber: Deutsch-Guatemalteckische Industrie- und Handelskammer
Adresse: 6^a Ave. 20-25, Zona 10, Edif. Plaza Maritima, 3er nivel, of. 3-3
Ciudad de Guatemala.

E-Mail: eventos@ahk.gt
Internet: <https://zakk.ahk.de/guatemala>

Kontaktpersonen: Kai Sören Henke

Stand: 14.06.2022

Gestaltung und Produktion:

Kai Sören Henke, Geschäftsführer
Andrea Obrock, Stellv. Geschäftsführerin

Bildnachweis:

Freepik: https://www.freepik.es/foto-gratis/botellas-vidrio-cerveza-vidrio-hielo-sobre-fondo-oscuro_4334656.htm#query=botellas&position=40&from_view=search

Canva: <https://www.canva.com/photos/MAEdPUEbojk-a-small-tree-planted-in-an-energy-saving-light-bulb-in-the-hands-of-a-young-woman-the-concept-of-energy-saving-renewable-energy-and-environmentally-friendly-/>

Redaktion:

Kai Sören Henke, Geschäftsführer
Andrea Obrock, Stellv. Geschäftsführerin

Urheberrecht:

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

Haftungsausschluss:

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

Inhaltsverzeichnis

I.	Tabellenverzeichnis	2
II.	Abbildungsverzeichnis	2
III.	Abkürzungen	3
IV.	Energieeinheiten	3
	Executive Summary	4
1.	Die Projektopportunität	5
1.1.	Projektziel und -rahmen des Pilotprojektes.....	5
1.2.	Multiplizierbarkeit und Skalierbarkeit auf andere Industrien	6
2.	Zielgruppe in der deutschen Industrie.....	8
3.	Projekt- und Wettbewerbsumfeld.....	10
3.1.	Energieversorgung	10
3.2.	Wasservorkommen	12
3.3.	Allgemeine Situation von Wasserstoff in Guatemala	13
4.	Wirtschaftliche Machbarkeit.....	15
4.1.	Business Case	15
4.2.	Kosten-Nutzen-Analyse	17
4.3.	Finanzierung	18
5.	Technische Lösungsansätze	19
5.1.	Komponenten und Technologien.....	19
5.2.	Einbindung der Nebenprodukte in den Produktionsprozess	20
6.	Relevante projektbezogene rechtliche und politische Rahmenbedingungen.....	22
6.1.	Politik und Umwelt	22
6.2.	Soziokulturelle Aspekte.....	23
6.3.	Rechtliche Rahmenbedingungen und Anreize	24
7.	Umsetzungsoptionen	27
8.	SWOT-Analyse	30
9.	Profile der Marktakteure.....	31
	Marktakteure im Privatsektor	31
	Marktakteure im öffentlichen Sektor	37
10.	Anhänge.....	44
10.1.	Wichtige Links.....	44
10.2.	Quellenverzeichnis	44

I. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erzeugung nach Quelle	10
Tabelle 2: Ziele der Regierung.....	11
Tabelle 3: Wahrscheinlichstes Ausbauziel für die Energieversorgung seitens der Regierung.....	12
Tabelle 4: Regenwassermenge in mm	12
Tabelle 5: Projektablauf aus Sicht der deutschen Zielgruppe	28
Tabelle 6: Projektablauf aus Sicht des potenziellen Kunden	28
Tabelle 7: Projektablauf der Produktion und Nutzung von grünem Wasserstoff.....	29
Tabelle 8: Projektablauf für die ggf. benötigte Ammoniakproduktion.....	29
Tabelle 9: SWOT-Analyse für das Pilotprojekt mit dem potenziellen Kunden.....	30
Tabelle 10: SWOT-Analyse für deutsche Unternehmen auf dem guatemalteckischen und zentralamerikanischen Markt	30

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flow Chart der Wertschöpfungskette	9
Abbildung 2: Erzeugung nach Quelle 2021	10
Abbildung 3: Sonneneinstrahlung Guatemala	11
Abbildung 4: Karte zur Tabelle der Regenwassermenge	13
Abbildung 5: Kreislaufwirtschaft des potenziellen Pilotprojekts.....	21
Abbildung 6: Ablauf der möglichen Projektphasen	27

III. Abkürzungen

AMM	Administrador del Mercado Mayorista
BAC	Banco de América Central
BAM	Banco Agromercantil de Guatemala
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica = Die Kommission für elektrische Energie
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas = Nationaler Rat für Schutzgebiete
GDR	Generadores Distribuidos Renovables = Erneuerbare dezentrale Stromerzeuger
H ₂	Wasserstoff
H ₂ O	Wasser
INAB	Instituto Nacional de Bosques = Nationales Institut für Wälder
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología = Nationales Institut für Seismologie, Vulkanologie, Meteorologie und Hydrologie
LKW	Lastkraftwagen
MAGA	Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación = Ministerium für Landwirtschaft, Viehzucht und Ernährung
MARN	Ministry of Environment and Natural Resources = Ministeriums für Umwelt und natürliche Ressourcen
MEM	Ministerio de Energía y Minas = Ministerium für Energie und Bergbau
N ₂	Stickstoff
NH ₃	Ammoniak
OAS	Organisation of American States
PEM-EL	Proton Exchange Membran Elektrolyse
PKW	Personenkraftwagen
PM ₁₀	Feinstaub
SAT	Superintendencia de Administración Tributaria = Steuerbehörde
TSP	Schwebstaub
UNDP	United Nations Development Programme = Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen

IV. Energieeinheiten

Gigawattstunde	GWh	1 GWh = 1.000.000 kWh
Kilovolt	kV	1 kV = 1.000 V
Kilowatt	kW	1 kW = 1.000 W
Megawatt	MW	1 MW = 1.000.000 W
Gigawatt	GW	1 GW = 1.000 Megawatt

Executive Summary

Ein großer zentralamerikanischer Lebensmittel- und Getränkehersteller mit Hauptsitz in Guatemala, welcher zu einer Konzerngruppe gehört, hat großes Interesse an der Produktion von grünem Wasserstoff und ggf. an der Produktion von Ammoniak bekundet. Grüner Wasserstoff und die Möglichkeit daraus grüne Wasserstoffderivate wie Ammoniak, Methanol und synthetischen Kraftstoff herzustellen, passt in die Zukunftsplanung und die nachhaltigen Ziele der Konzerngruppe. Das Unternehmen möchte seinen CO₂-Ausstoß reduzieren und sich damit nicht nur nachhaltiger positionieren, sondern auf lange Sicht auch seine Wettbewerbsfähigkeit steigern und sich an internationale Vorgaben anpassen. Zusätzlich möchte das Unternehmen die Abhängigkeit von externen Lieferanten und fossilen Brennstoffen reduzieren. Durch die momentane Situation, den starken Anstieg der Kraftstoffpreise und der generellen Schwankungen dieser sieht das Unternehmen dadurch eine Möglichkeit zur Kostensenkung.

Das Interesse des Unternehmens ist es vor allem, ein Pilotprojekt zu realisieren, in welchem nicht nur der Wasserstoff selbst genutzt oder weiterverarbeitet wird, sondern die anfallenden Nebenprodukte des Elektrolyseprozesses Wärme und Sauerstoff direkt in die Lebensmittel- und Getränkeherstellung mit einzubinden. Dabei ist es für das Unternehmen realistisch, den Wasserstoff nicht ausschließlich als Energiezwischenpeicher zu nutzen. Die Möglichkeit aus dem Wasserstoff grünen Ammoniak herzustellen, welcher in größerer Menge zur Kühlung verwendet wird, ist für das Unternehmen sehr attraktiv. Der dafür benötigte Stickstoff kann extern bezogen werden oder eigenständig hergestellt werden. Bei einer eigenen Herstellung sollen auch die dabei anfallenden Nebenprodukte direkt in die Produktion mit eingebunden werden. Durch das Verwenden der Nebenprodukte kann die Effizienz und Rentabilität der Herstellung von grünem Wasserstoff und der Wasserstoffderivate signifikant erhöht werden. Der Lebensmittel- und Getränkehersteller verfügt über ein eigenes Wasserkraftwerk. Dieses soll für die Wasserstoffproduktion genutzt werden und kann bei Bedarf durch Solarenergie ergänzt werden, um den Bedarf an erneuerbarer Energie zur Herstellung des Wasserstoffs zu decken. Die Konzerngruppe plant mit dem Lebensmittel- und Getränkehersteller die Möglichkeiten von Wasserstoff und seinen Derivaten zu testen. Zusätzlich zu dem oben genannten Projekt überlegt das Unternehmen auch die Einführung von Wasserstofffahrzeugen für den internen Fuhrpark und für Flurförderfahrzeuge. Dabei könnten zukünftig insbesondere H₂-LKWs eine größere Rolle einnehmen.

Diese Vielzahl an Nutzungsmöglichkeiten, die Größe des Unternehmens und die anderen Unternehmen der Konzerngruppe mit Produktionsstandorten in ganz Zentralamerika bieten eine große Chance für die Skalierbarkeit und Multiplizierbarkeit dieses Pilotprojekts.

In den letzten 1,5 Jahren wurde die deutsche Handelskammer in Guatemala vermehrt von Industrieunternehmen angesprochen und ein Interesse an deutscher Technologie zur Herstellung von Wasserstoffprojekten bekundet. Dabei gibt es ein breites und sehr unterschiedliches Interesse von verschiedenen Industrien am grünen Wasserstoff. Dies beinhaltet die Produktion zum Vertrieb von Wasserstoff an andere Industrien, aber auch zum Export in andere Länder. Gleichzeitig haben aber auch große Unternehmen Interesse Wasserstoff mit überschüssiger Energie aus Wasserkraftwerken und PV-Anlagen zu produzieren, um diesen als Energiezwischenpeicher direkt in der Produktion oder für Wasserstofffahrzeuge zu nutzen.

1. Die Projektopportunität

1.1. Projektziel und -rahmen des Pilotprojektes

Im Laufe der Gespräche mit einer Konzerngruppe, zu der ein großer zentralamerikanischer Getränke- und Lebensmittelhersteller zählt, hat sich von der Unternehmensseite ein großes Interesse an der Herstellung und Nutzung von grünem Wasserstoff und seinen Derivaten herausgestellt. Dabei besteht nicht nur Interesse am Wasserstoff, sondern insbesondere an einem Pilotprojekt, welches die Produktion des grünen Wasserstoffs effizienter gestaltet. Das Pilotprojekt sieht vor, dass nicht nur grüner Wasserstoff selbst, sondern auch die Nebenprodukte wie Sauerstoff und ggf. Wärme direkt genutzt werden. Im Laufe der Informationsveranstaltung, der Vorbereitung dafür und der eigenen Recherche des potenziellen Kunden hat dieser die vielen Möglichkeiten und Chancen neben dem Einsatz von grünem Wasserstoff in seiner Produktion, zur Energiezwischenlagerung und als Treibstoff für die Fahrzeuge entdeckt. Zusätzlich dazu würde das Unternehmen bzw. die Konzerngruppe auch ggf. die Derivate von grünem Wasserstoff nutzen, dazu zählt z.B. Ammoniak, da in der Produktion bereits Ammoniak zur Kühlung von Prozessen und Waren genutzt wird.

Durch die Varietät an Möglichkeiten und dem Potenzial von grünem Wasserstoff für die Konzerngruppe und die dadurch entstehende Komplexität des gesamten Projekts empfiehlt es sich eng mit dem potenziellen Kunden zusammenzuarbeiten. Nachfolgend werden in dieser Zielmarktanalyse nur die Herstellung von grünem Wasserstoff und seine Nutzung sowie der Nebenprodukte und ggf. die Herstellung und Nutzung von Wasserstoffderivaten behandelt. Die Realisierung von H₂-Fahrzeugen und der benötigten Infrastruktur wird nicht weiter im Detail ausgeführt.

Eine erfolgreiche Umsetzung eines Pilotprojektes kann nicht nur zu weiteren Projekten innerhalb der Konzerngruppe führen, sondern soll dem Konsortium einen Markteinstieg in Guatemala und der Region ermöglichen. Das Pilotprojekt sollte im besten Fall und im Sinne des potenziellen Kunden skalierbar und multiplizierbar sein, sowohl in der Konzerngruppe als auch für andere Industrien.

Pilotprojekt zur effizienten Nutzung des vollständigen Prozesses der grünen Wasserstoffherstellung

Ein großer zentralamerikanischer Getränke- und Lebensmittelhersteller mit Sitz in Guatemala hat großes Interesse bekundet, eine Anlage zur Produktion von grünem Wasserstoff aufzubauen. Damit sollen auf lange Sicht die Produktion des Unternehmens nachhaltiger und zukunftsorientiert gestaltet werden. Das guatemaltekische Unternehmen, welches in der gesamten zentralamerikanischen Region agiert und produziert, ist ein modernes Unternehmen, das in manchen Produktionsketten bereits nahezu ausschließlich auf deutsche Maschinen setzt und stetig auf der Suche nach neuen Innovationen und Verbesserungen für ihre Anlagen ist. Bei der weiteren Entwicklung und dem Wachstum des Unternehmens wird insbesondere auf Innovation, Nachhaltigkeit, Effektivität und Effizienz gesetzt.

Das Unternehmen hat ein eigenes Wasserkraftwerk, durch dessen Elektrizität grüner Wasserstoff hergestellt werden soll. Dies kann ggf. durch PV-Anlagen ergänzt werden. Die bei der Wasserstoffherstellung entstehenden Nebenprodukte sollen direkt in die Produktionsprozesse mit eingebunden werden. Dabei wird das Nebenprodukt Sauerstoff bei der Wasserreinigung verwendet, Wärme ist für die Gewährleistung höchster Produktqualität und die Einhaltung der Richtlinien zur Lebensmittelsicherheit unerlässlich. Kälte, welche durch Wärme erzeugt werden kann, aber in der Getränkeindustrie gerade durch Ammoniak erzeugt wird, ist von großer Wichtigkeit. Kühlung wird in vielen Prozessen eingesetzt, z.B. bei der Mostkühlung, der Flaschenabfüllung, der Kohlendioxideinspritzung, der Destillation, der Pasteurisierung und vielen anderen. Ohne Kühlung würden mehrere grundlegende Faktoren in den Produkten verloren gehen, wie z.B. der Geschmack, die Farbe und die Gesamtqualität. Der grüne Wasserstoff selbst soll dabei geringfügig in der Produktion direkt eingesetzt werden und als Energiezwischenlager dienen, um Engpässe auszugleichen. Zusätzlich soll evaluiert werden, inwiefern die Wasserstoffderivate in den Produktionsprozessen eingesetzt und ob durch die eigene Produktion dieser Stoffe Kosten eingespart werden können. Dadurch kann nicht nur anteilig die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und dem regionalen Stromnetz reduziert bzw. minimiert werden, sondern auch die Abhängigkeit von Lieferanten für chemische Produkte.

Mit der Verwendung all dieser Produkte würden sie eine Kreislaufwirtschaft erreichen, die sie als Unternehmen effizienter und auch wettbewerbsfähiger macht, sowohl was die Rentabilität als auch das Image betrifft.¹

¹ (Basierend auf Interviews mit dem Lebensmittel- und Getränkehersteller, 2022)

1.2. Multiplizierbarkeit und Skalierbarkeit auf andere Industrien

Zur Vorbereitung auf die Konsortialbildung und die Zielmarktanalyse hat sich die AHK Guatemala mit verschiedenen Unternehmen aus unterschiedlichsten Sektoren getroffen. Das Ziel dieser Treffen war es, mehr über ihre Aktivitäten und ihr Interesse an grünem Wasserstoff, die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten und das Interesse an Wasserstoffderivaten zu erfahren, um den deutschen Unternehmen das Potenzial in Guatemala aufzuzeigen. Nachfolgend wird auf die einzelnen Industrien und die Multiplizierbarkeit des Projektes eingegangen:

Lebensmittel- und Getränkeindustrie²

Getränkeindustrie: In der Getränkeindustrie wird, wie in der Beschreibung vom Pilotprojekt erwähnt, Wasserstoff nur in sehr geringem Ausmaß direkt verwendet. Die Nebenprodukte der Wasserstoffproduktion und seine Derivate sind dabei von größerem Nutzen und werden in der Verarbeitung direkt eingesetzt. Abgesehen von dem potenziellen Kunden für die Pilotprojekte haben weitere Getränkehersteller in Guatemala großes Interesse bekundet, die grünen Derivate und Nebenprodukte der grünen Wasserstoffproduktion zu nutzen. Dabei soll der Wasserstoff hingegen hauptsächlich als Energiespeicher für Aggregate zur Notstromversorgung und auch bei anderen Unternehmen im nachfolgenden Schritt für den Fuhrpark und Flurförderfahrzeuge verwendet werden.

Lebensmittelindustrie: Ebenfalls haben weitere Unternehmen aus der Lebensmittelherstellung ein großes Interesse an H₂ und seinen Derivaten bekundet, da sie diese direkt in Prozessen verwenden. Wasserstoff wird bei der Herstellung von Ölen und Backfetten genutzt und auch Wärme und Kälte wird in großen Mengen eingesetzt, während Sauerstoff in dieser Industrie eher eine untergeordnete Rolle spielt.

Ein Lebensmittelunternehmen erklärte, dass sie vor vielen Jahren die Wasserstoffproduktion eingeführt hätten, stellten diese jedoch schnell wieder ein. Durch die Weiterentwicklung und die Möglichkeit der effizienteren Herstellung von Wasserstoff im Vergleich zu früher sowie die Nutzung der Nebenprodukte sind dieses Unternehmen und weitere Unternehmen der Branche interessiert eine eigene Produktion von Wasserstoff aufzubauen. Das Ziel der Wiederaufnahme der Wasserstoffproduktion des einen Unternehmens bestand bereits vor der Kontaktaufnahme und wurde durch das Gespräch nur verstärkt. Die Lebensmittelindustrie ist in Guatemala einer der Sektoren mit dem größten Verbrauch von Wasserstoff.

Interesse an H₂ aus dem privaten Sektor³

Erneuerbare Energie: Stromversorger aus dem Bereich der erneuerbaren Energien zeigten ein großes Interesse an der Produktion von grünem Wasserstoff, sowohl für den lokalen Verkauf in den verschiedenen Sektoren als auch für den Export. Sie sind insbesondere am Export nach Deutschland interessiert, da sie sich der Bedeutung dieses Gases und der bestehenden und zukünftigen Nachfrage bewusst sind. Die einzige Sorge, die diese Unternehmen geäußert haben, ist der Transport des Gases nach Europa aufgrund der Art seiner Lagerung und der hohen Kosten. Diese Unternehmen produzieren ihre Energie meist in Wasserkraftwerken oder Solarparks.

Textilien: Der Textilsektor, der größte Industriesektor in Guatemala, hat Interesse an grünem H₂ und seinen Derivaten gezeigt. Der Energieverbrauch der Fabriken ist übermäßig hoch. Deshalb haben einige Unternehmer kleine Energiegeneratoren zur Selbstversorgung installiert und viele andere suchen nach neuen Lösungen. Um den internationalen Anforderungen zu entsprechen und die Wettbewerbsfähigkeit zu steigern, muss dieser Sektor sich nachhaltiger gestalten. Grüner Wasserstoff bietet dafür eine gute Gelegenheit und kann nicht nur die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen verringern, sondern auch die Umweltverträglichkeit steigern.

Bauwesen: Die Bauunternehmen sind daran interessiert, diese Lösungen für ihre Großprojekte (Einkaufszentren, Wohn- und Bürogebäude, Fabriken usw.) als Energiespeicher anbieten zu können. Zusätzlich besteht das Interesse, grünen Wasserstoff anstelle von fossilen Brennstoffen auf Baustellen einzusetzen. Sie wären die perfekten Multiplikatoren für diese technologischen

² (Basierend auf Interviews und Gesprächen mit Vertretern der Lebensmittel- und Getränkeindustrie, 2022)

³ (Basierend auf Interviews und Gesprächen mit Vertretern der einzelnen Industrien und Wirtschaftsbereiche, 2022)

Lösungen, damit grüner Wasserstoff bei großen Projekten in Guatemala von Anfang an berücksichtigt wird.

Gas: Grüner Wasserstoff wird bereits von einem großen Gasproduzenten in Guatemala hergestellt. Das Unternehmen produzierte mit einem eigenen Wasserkraftwerk und mit Wasser bereits grünen Wasserstoff, bevor sie von der Definition grüner Wasserstoff wussten. Der Gasproduzent hat großes Interesse, grünes H₂ zu exportieren und beabsichtigt, sein Produktionsvolumen zu erhöhen. Es muss nur noch festgelegt werden, wie es am besten zu transportieren ist.

Freihandelszonen: Die Freihandelszonen Guatemalas sind sehr moderne und visionäre Zonen, weshalb das Interesse an der Produktion von grünem Wasserstoff sehr groß ist. Sie benötigen sehr viel Energie für verschiedene Aktivitäten und Bereiche der Zonen. Sie haben Interesse nicht nur die Energie, sondern auch die Derivate an die verschiedensten produzierenden Gewerbe in den Zonen zu vertreiben. Das Interesse an der Produktion und dem Export ist aufgrund der strategischen Lage im Land sehr groß.

Interesse an H₂ im öffentlichen Sektor

Die Produktion von grünem Wasserstoff könnte gerade für sehr abgelegene Regionen, welche nur schwer an das regionale Netz angeschlossen werden können, eine gute Lösung sein. Guatemala hat Regionen, welche zum Teil nur eine Elektrifizierungsrate von etwas über 60 % haben. Das liegt an den kleinen Dörfern, welche nur teilweise oder gar nicht an das Stromnetz angeschlossen sind. In diesen Regionen kommt in der Regel Feuerholz zum Einsatz und Dieselaggregate für eine kurzzeitige Stromversorgung. Diese könnten durch Insellösungen mit grünem Wasserstoff als Off-Grid-Energiespeicher versorgt werden. Das würde zu den Zielen der Regierung passen, welche im späteren Verlauf des Reports behandelt werden, und könnte dazu beitragen, die gesetzten Versorgungsziele, Nachhaltigkeitsziele und die Reduzierung des CO₂-Ausstoßes zu erreichen. Das Projekt könnte dafür adaptiert werden und bei Wachstum der zu versorgenden Haushalte auch skaliert werden.

Zusammenfassung

Das Pilotprojekt hat ein sehr großes Potenzial realisiert zu werden und bietet den deutschen Unternehmen eine gute Chance in den regionalen Markt einzusteigen und sich frühzeitig im Thema grüner Wasserstoff und allem was dazugehört zu etablieren. Zusätzlich bietet das Projekt nicht nur die Möglichkeit der Skalierbarkeit, um den Bedarf des Unternehmens bei Erweiterung des Verbrauchs zu decken, sondern auch eine Multiplizierbarkeit in der Konzerngruppe, Guatemala und der gesamten Region.

Für die Interessenten aus den Industrien können keine direkten Verbrauchszahlen und Kennzahlen genannt werden, da diese in Guatemala nicht veröffentlicht werden müssen und die Unternehmen diese nicht mitteilen.

2. Zielgruppe in der deutschen Industrie

Das Ziel der Konsortialbildung ist es, mindestens 4 deutsche Unternehmen bei der Bildung eines Konsortiums zu unterstützen, um als Konsortium die genannten Projekte umzusetzen. Dabei sollte das Konsortium am besten aus Technologieanbietern aus unterschiedlichen Sektoren, Beratungs- und Planungsunternehmen sowie Finanzierungsunternehmen bestehen, um die Pilotprojekte erfolgreich und zur Zufriedenheit aller beteiligten Parteien zu realisieren.

Das Projekt bietet dabei Möglichkeiten für deutsche und lokale Unternehmen und Anbieter der gesamten Wertschöpfungskette für grünen Wasserstoff. Dies reicht von der Reinigung des für die Elektrolyse benötigten Wassers über den Elektrolyseprozess selbst bis hin zur Einbindung der Nebenprodukte Sauerstoff und Wärme in die bestehenden Anlagen des Kunden und der Nutzung oder Weiterverarbeitung des Wasserstoffes. Folgende Technologien werden dabei benötigt:

Im Bereich der Elektrolyse wird ein innovatives Unternehmen benötigt, welches das Know-how, die Erfahrung und Technologie mitbringt, eine skalierbare Wasserstoffproduktion anzubieten. Dabei sollte die Anlage die Möglichkeit bieten, dass die Nebenprodukte direkt weiterverwendet werden können.

Der Elektrolyse vorweggestellt ist die Reinigung des Wassers für den Prozess. Da für die Getränkeherstellung bereits sehr sauberes Wasser benötigt wird, existieren dafür bereits Anlagen, jedoch ließ das Unternehmen verlauten, dass sie auf der Suche nach neuen moderneren und auch innovativen Lösungen sind oder die alten Anlagen modernisieren wollen. In die Modernisierung sollte im besten Fall der aus der Elektrolyse entstehende Sauerstoff mit eingebunden werden können. Dadurch bietet sich für deutsche Unternehmen aus diesem Bereich die Möglichkeit erfolgreich an dem Konsortium teilzunehmen.

Abgesehen von der Weiternutzung des Nebenprodukts Sauerstoff bietet der Projektansatz auch noch die Möglichkeit für Unternehmen, welche Technologien anbieten, die sich mit der Weiterverarbeitung der entstehenden Wärme im Elektrolyseprozess beschäftigen. Der potenzielle Kunde möchte die entstehende Wärme direkt in der Produktion weiterverwerten. Im Fall der Rückverstromung kann auch die dabei entstehende Wärme direkt in den Prozess wieder eingebunden werden. Durch die mögliche Einbindung von technologischen Lösungen aus Deutschland zur Nutzung der Nebenprodukte erhofft sich der Kunde einen höheren Wirkungsgrad der Produktion und Verwendung des Wasserstoffes. Dadurch soll nicht nur die Produktion nachhaltiger gestaltet werden, sondern auch die Rentabilität einer solchen Anlage für den Kunden gesteigert werden.

Für den produzierten Wasserstoff werden deutsche Unternehmen benötigt, welche Technologien zur Speicherung des Wasserstoffes anbieten. Dabei wäre es vorteilhaft, wenn das Unternehmen das Know-how und die Erfahrung sowie die Möglichkeit für eine kurzfristige und langfristige Speicherung bieten würde. Neben der Speicherung bestehen auch Möglichkeiten für Anbieter von Brennstoffzellenaggregaten. Diese sollen die Dieselaggregate zur Notstromversorgung ersetzen und in den Produktionsanlagen des Kunden eine unterbrechungsfreie Stromversorgung garantieren.

Ergänzend zu den Möglichkeiten für Technologieanbieter beinhaltet dieses Projekt auch sehr gute Chancen für deutsche Unternehmen aus den Bereichen der Projektplanung, welche in der Lage sind und Erfahrung haben, ein komplexes Pilotprojekt, das Technologien aus verschiedensten Sektoren verbindet, effizient zu entwickeln. Dabei sollte das Unternehmen im besten Fall schon Erfahrung mit grünem Wasserstoff und anderen erneuerbaren Energieprojekten haben.

Das Unternehmen und die gesamte Konzerngruppe haben die ambitionierten Ziele, ihre Produktionsanlagen und die Gruppe im Allgemeinen umweltfreundlicher, nachhaltiger, moderner und innovativer sowie rentabel zu gestalten.

Durch die gewünschte und angedachte Skalierbarkeit des Projektes sollten die Anlagen im besten Fall die Möglichkeit bieten, dass ohne große zusätzliche Investitionskosten die Produktionskapazität erhöht werden kann. Durch eine erhöhte Kapazität bieten sich auch Möglichkeiten für Unternehmen, welche sich auf PV-Anlagen und/oder Windkraftanlagen spezialisiert haben. Dies wäre eine Option des Kunden, den für die Produktion von grünem Wasserstoff benötigten, erhöhten Strombedarf zu decken.

Zusätzlich möchte der Kunde mit Experten aus Deutschland evaluieren, inwiefern sie durch grüne Wasserstoffderivate chemische Produkte, welche in der Produktion eingesetzt werden, ersetzen

können. Dabei steht z.B. die Möglichkeit einer eigenen Ammoniak- und/oder Methanol-Produktion mit Hilfe des Wasserstoffs im Vordergrund. Diese Produkte werden momentan von externen Lieferanten bezogen. Eine eigene Produktion könnte dabei Kosten und die Abhängigkeit von den externen Quellen senken oder sogar vollständig auflösen. Dies kann bei einer erfolversprechenden und lohnenden Einschätzung weitere Möglichkeiten für deutsche Unternehmen bieten.

Der Konsortialansatz liegt darin, alle Technologien miteinander zu verbinden, um eine effiziente und erfolversprechende Komplettlösung basierend auf deutschen Technologien mit ggf. guatemaltekischen Partnern anzubieten. Dadurch soll das Konsortium nicht nur in der Lage sein, dieses Pilotprojekt mit dem Kunden erfolgreich umzusetzen, sondern auch in den zentralamerikanischen Markt einzusteigen, sich zu etablieren und zukünftig als einzelne Unternehmen, aber insbesondere als Konsortium weitere Projekte in ganz Zentral- bzw. Lateinamerika zu realisieren.

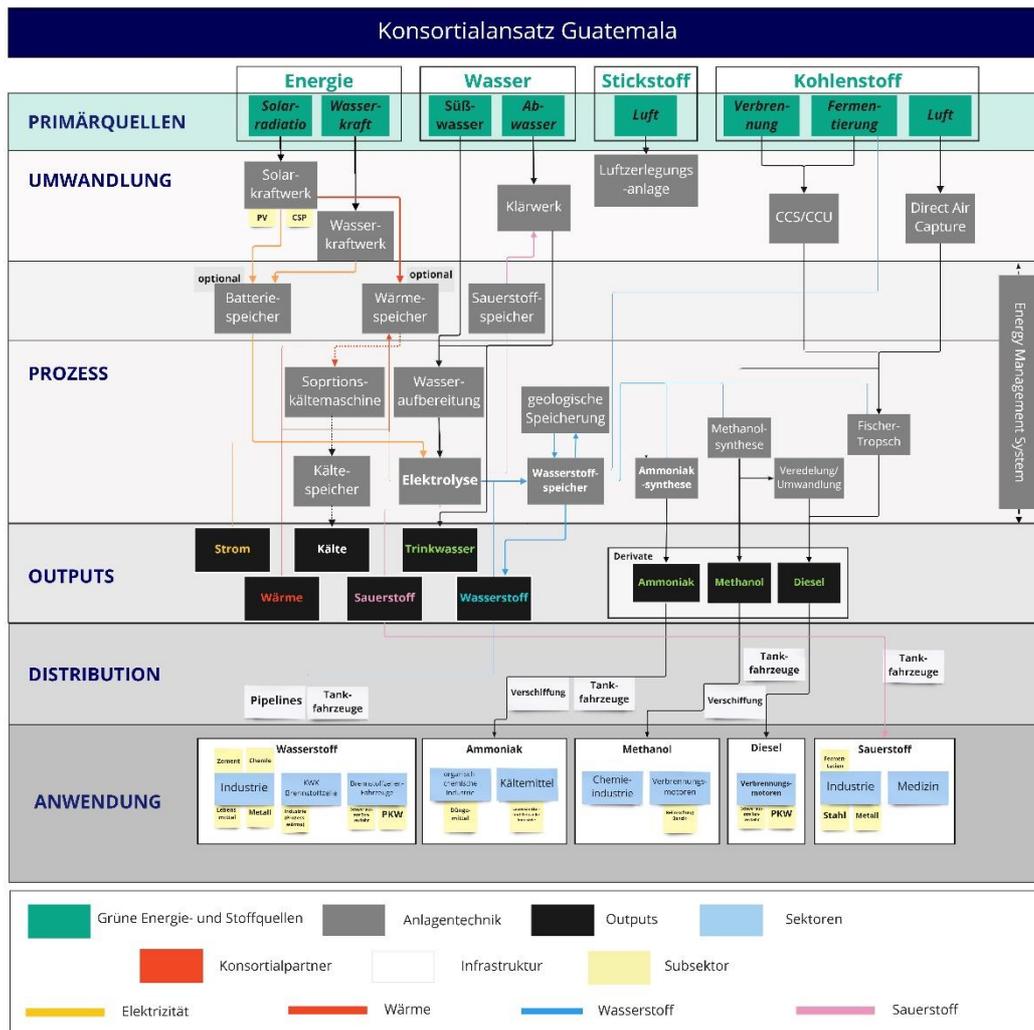


Abbildung 1: Flow Chart der Wertschöpfungskette; Quelle: BC Berlin-Consult GmbH mit eigenen Anpassungen durch die AHK Guatemala⁴

⁴ (BC Berlin-Consult GmbH, 2022)

3. Projekt- und Wettbewerbsumfeld

3.1. Energieversorgung

Die Gesamtenergieproduktion des Jahres 2021 belief sich auf 13.172,54 GWh, wovon 11.943,08 GWh lokal erzeugt und 1.229,46 GWh aus dem regionalen Strommarkt und Mexiko importiert wurden.^{5 6}

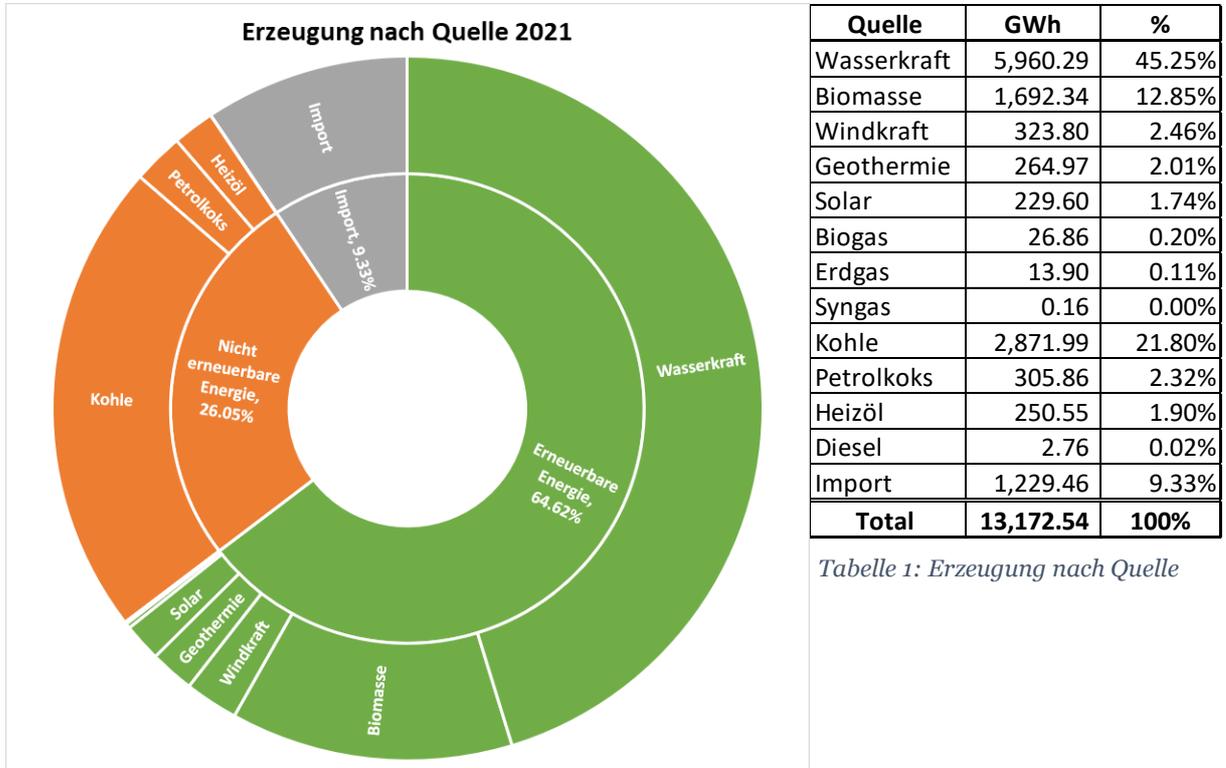


Tabelle 1: Erzeugung nach Quelle

Abbildung 2: Erzeugung nach Quelle 2021; Quelle: AMM

Laut dem MEM ist zu erwarten, dass grüner Wasserstoff in Zukunft unter anderem mit in die Gesetzgebung für den Energiemarkt zählen wird. Der Energiemarkt in Guatemala ist ein liberaler und für ausländische Investitionen und Firmen offener Markt.

Der Aufbau des Energiemarkts ist wie folgt:

- Das Ministerium für Energie und Bergbau (MEM) ist verantwortlich für die Erarbeitung und Koordinierung der Energiepolitik, von Projekten und Programmen im Energiesektor. Es stellt außerdem die Genehmigungen für die Installation von Kraftwerken, Transportdienstleistungen und Verteilungsnetzen aus.
- Die Kommission für elektrische Energie (CNEE) ist der technische Körper des Ministeriums für Energie und Bergbau und überwacht die Einhaltung des Stromsektors, dessen Gesetze und Vorschriften. Sie erstellt regulatorische Rahmenbedingungen für die Erzeugung, Übertragung, Verteilung und den Vertrieb von Strom. Darüber hinaus legt die Kommission Marktregulierungs-, Preis- und Qualitätsstandards fest.
- Der *Administrador del Mercado Mayorista* (AMM) ist eine private, gemeinnützige Organisation, die für den Systembetrieb und wirtschaftliche Transaktionen in Bezug auf den Energietransfer zwischen den verschiedenen Akteuren und Teilnehmern auf dem Markt verantwortlich ist.⁷
- Darüber hinaus legt das Allgemeine Elektrizitätsgesetz (Artikel 7) die Trennung der Funktionen in der Elektrizitätstätigkeit fest. Die Aktivitäten der Erzeugung, des Transports und der Verteilung von Strom müssen durch verschiedene Unternehmen durchgeführt werden.⁸

⁵ (AMM, 2022)

⁶ (CNEE, 2022)

⁷ (AMM, 2021)

⁸ (República, 2019)

3.1.1. Solar

Die für Guatemala und das Pilotprojekt am besten geeignete erneuerbare Energiequelle, um die Versorgung durch Elektrizität aus Wasserkraftwerken zu ergänzen, ist Solarenergie. Guatemala hat ein sehr großes Potenzial für den Ausbau von PV-Anlagen. Der Lebensmittel- und Getränkehersteller hat auf den Produktionsanlagen noch viel ungenutzte Fläche, auf der die Möglichkeit besteht, PV-Anlagen zu installieren, um die Energieversorgung zur Herstellung von grünem Wasserstoff zu ergänzen. Insbesondere zeichnet sich die südliche Region von Guatemala und um die Hauptstadt mit einem hohen Potenzial für PV-Anlagen ab. Die potenziellen Standorte des möglichen Kunden, welche für die Produktion von Wasserstoff am ehesten infrage kommen, liegen in den vorteilhaft gelegenen Regionen für PV-Anlagen. Auch die potenziellen Industrien, welche Interesse bekundet haben und auf die das Projekt skalierbar ist, liegen zum größten Teil in den Regionen mit einer hohen Sonneneinstrahlung.

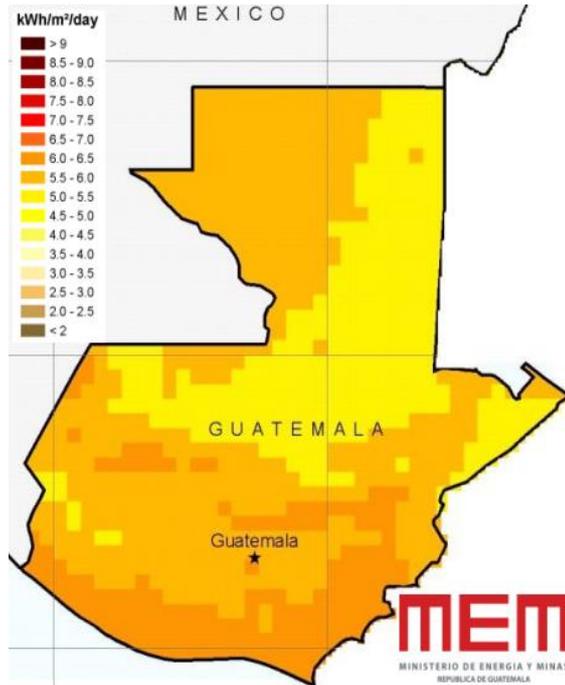


Abbildung 3: Sonneneinstrahlung Guatemala

3.1.2. Ziele der Regierung

Ausschnitt von projektrelevanten Zielen der Regierung	
Bis 2027	Bis 2032
<ul style="list-style-type: none"> • 80 % der Energieversorgung aus erneuerbarer Energie • 25 % Energieeinsparung (Industrie und Gewerbe) durch Anreize zur Einsparung und effizienten Nutzung • Förderung von Investitionen in die Erzeugung von 500 MW an erneuerbaren Energien 	<ul style="list-style-type: none"> • 99 % Elektrifizierungsrate • Senkung der Nutzung von fossilen Brennstoffen im Transport, Industrie, private Haushalte • Verringerung von 15.766.996 Tonnen Treibhausgasemissionen durch die Verwendung von Brennholz als Energiequelle • Erhöhung des Anteils an Elektrofahrzeugen • Energieeinsparungen in der Industrie, Handel und Dienstleistungen, Verkehr und Wohnen (Elektrizität, Diesel, LPG, Benzin)

Tabelle 2: Ziele der Regierung⁹

Die Regierung plant den Ausbau der Energieversorgung mit verschiedenen Szenarien, dabei wurde die Entwicklung des Rohölpreises, der Klimawandel und der Bedarf an Energie berücksichtigt.

Plan de Expansión del Sistema de Generación y Transporte 2020 - 2034¹⁰

Langfristig ist es geplant, dass 80 % der Energieversorgung dauerhaft aus erneuerbaren Energien gewonnen werden. Die nachfolgende Tabelle zeigt den von der guatemaltekischen Regierung als wahrscheinlichstes Szenario eingeschätzten Ausbauplan:

⁹ (MEM, 2022)

¹⁰ (MEM, 2020)

	Erdgas	Kohle	Biomasse	Wasserkraft	Geothermie	Solar	Windkraft	Biogas	Total
Anlagen	2	2	3	19	15	9	8	2	60
Potential	150 MW	300 MW	125 MW	1097.3 MW	356,5 MW	310 MW	330 MW	10 MW	2678.8 MW
Anteil	5.60%	11.20%	4.67%	40.96%	13.31%	11.57%	12.32%	0.37%	100%

Tabelle 3: Wahrscheinlichstes Ausbauziel für die Energieversorgung seitens der Regierung¹¹

3.2. Wasservorkommen

Obwohl Guatemala ein Land mit großen Wasserressourcen ist, verfügt es nicht über eine angemessene Infrastruktur, um den Großteil der Bevölkerung mit Wasser zu versorgen. Daher muss jede Gemeinde und jedes Projekt in den Bereichen Industrie, Landwirtschaft, Stadtentwicklung usw. ihre eigenen Probleme lösen. Sie müssen auf Oberflächenwasser zurückgreifen, das jedoch knapp und verunreinigt ist. Daher wird das Problem kurz- und mittelfristig durch den Einsatz von mechanischen Brunnen gelöst. Oberflächengewässer sind weitgehend kontaminiert, vor allem in städtischen Gebieten.

Derzeit gibt es in Guatemala kein Wassergesetz, das die Wasserfrage regelt, so dass jede lokale Behörde, wie z.B. die Gemeinden, für ihr Gebiet zuständig ist und die Erteilung von Baugenehmigungen verlangt, wenn die Projekte durch mechanische Brunnen versorgt werden sollen. Das Umweltministerium verlangt Umweltverträglichkeitsstudien für die zu entwickelnden Projekte. Wenn ein mechanischer Brunnen für die Wasserversorgung erforderlich ist, muss eine hydrogeologische Studie durchgeführt werden, die sich speziell auf das Gebiet des Projekts bezieht und als Anhang Teil der Umweltverträglichkeitsstudie ist.

Sobald diese Anforderungen sowohl des Ministeriums als auch der Gemeinden erfüllt sind, werden die mechanischen Brunnen gebohrt.

Die Tiefe der Brunnen hängt von den hydrogeologischen Bedingungen ab, die im Gebiet der zu entwickelnden Projekte vorherrschen; die Tiefenvariabilität kann durch hydrogeologische Studien der interessierenden Gebiete bestimmt werden.¹²

Preise

Die Angabe von Wasserkosten ist nicht einfach, da die Investitionen für einen Brunnen in Guatemala von den Merkmalen des Gebiets und des Brunnens abhängen. Im Durchschnitt liegen die Produktionskosten unter Berücksichtigung von Investitionen, Betrieb und Wartung bei 0,80 \$/m³. Es ist auch schwierig, über die Preise für Wasser von externen Anbietern zu sprechen, da es in Guatemala-Stadt derzeit keine Unternehmen gibt, die Wasser an die Industrie verkaufen, weil es ihnen an Kapazität mangelt. Ihre Priorität liegt derzeit in der Versorgung von Wohnungen und alten Industriekunden. Dies ist nicht nur in der Hauptstadt der Fall, sondern auch im Landesinneren.

Regen

Regenwassermenge

In Guatemala gibt es kein Wassergesetz, so dass die Regenwassernutzung nicht eingeschränkt ist. Es gibt einige lokale Projekte wie Schulen oder Häuser, die auf diese Weise während der Regenzeit mit dem versorgt werden, was sie in der Regenzeit sammeln können. In Tabelle 4 können die Regenwassermengen eingesehen werden und in Verbindung mit der Grafik den einzelnen Regionen zugeordnet werden. Dabei hebt sich die Region um Guatemala-Stadt besonders hervor und hat mit Abstand die höchste Regenwassermenge.

Region	2018	2019	2020	Kumulierte Summe der letzten 3 Jahre
Altiplano Central	16429.7	16686.8	21787.2	54903.7
Boca Costa	14190.5	13821.7	17222	45234.2
Caribe	4466.3	4033.2	6825.8	15325.3
Franja trasversal	7789.9	7172.2	11174.6	26136.7
Norte	3401.8	2434.7	4061.7	9898.2
Occidente	5776.2	6472.8	8081.4	20330.4
Pacífico	6829.3	5993.2	392.8	19215.3
Valles de Oriente	8882.1	9233	12859	30974.1

Tabelle 4: Regenwassermenge in mm; Quelle: INSIVUMEH¹³

¹¹ (MEM, 2022)

¹² (Roldan, 2022)

¹³ (INSIVUMEH, 2022)

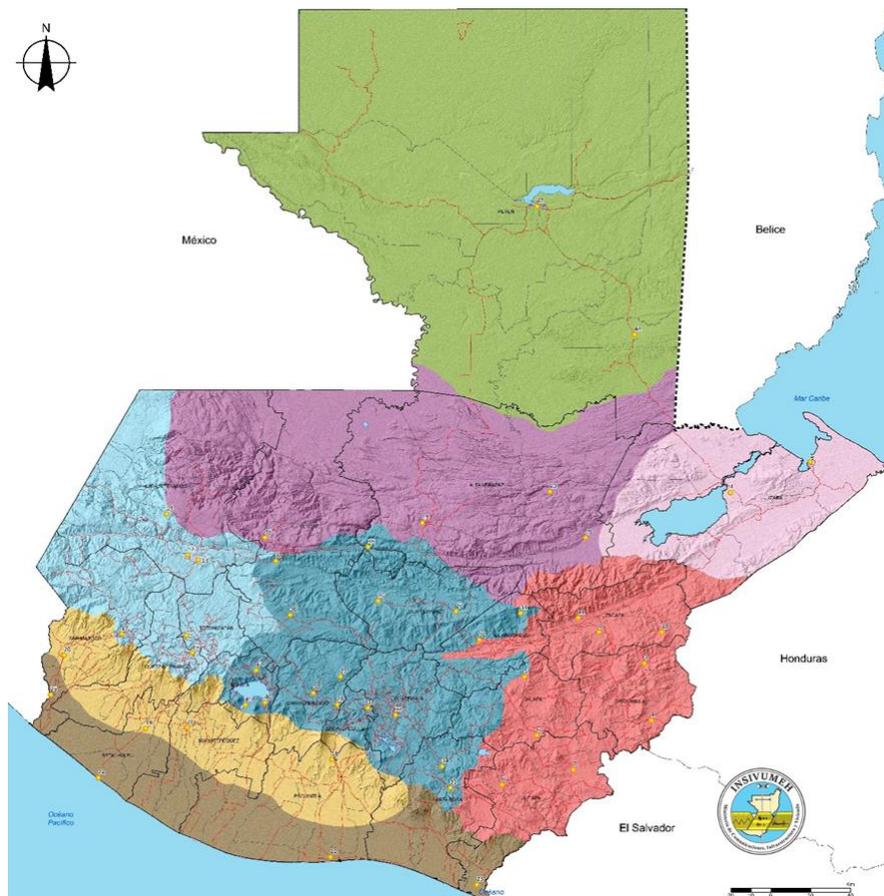


Abbildung 4: Karte zur Tabelle der Regenwassermenge¹⁴

3.3. Allgemeine Situation von Wasserstoff in Guatemala

In Guatemala gibt es zwei große H₂-Produzenten, die einen großen Teil der guatemalteckischen Industrie beliefern und in andere mittelamerikanische Länder exportieren. Die Verbraucher von in Guatemala hergestelltem H₂ verwenden dieses Element bei der Sättigung von Kohlenwasserstoffen, Ölen und Fetten, beim Schneiden und Schweißen mit Knallgas, auch als Brenngas in der Gaschromatographie mit Ionisationsflammdetektor und bei der Desoxidation und dem Schutz von Oberflächen zusammen mit Stickstoff sowie bei der Konservierung von Kardamomkörnern.

Der Sauerstoff aus dem Prozess wird in kleinen Mengen verbraucht und der Rest wird freigesetzt. Auch Wärme und Kälte werden nicht genutzt, da der Wasserstoff von anderen Unternehmen gekauft wird, was dazu führt, dass die Möglichkeit zur Nutzung nicht bekannt ist und Nebenprodukte verschwendet werden.

Wasserstoff wird auch von einem guatemalteckischen Unternehmen bei der Dekarbonisierung von Abfällen in Fahrzeugmotoren durch die Einspritzung von H₂ verwendet, was zu effizienteren Autos mit geringeren CO₂-Emissionen führt.

Grüner Wasserstoff

Der Begriff „Green H₂“ ist in Guatemala noch sehr neu, so dass die meisten Unternehmen ihn noch nicht in ihre Strategien aufgenommen haben. Grüner Wasserstoff ist auch nicht als Energiespeicher, als Brennstoff oder als Lieferant seiner Nebenprodukte und Derivate sehr bekannt oder genutzt. Dagegen sind sich große Unternehmen mit einer Nachhaltigkeits- und Innovationspolitik des Begriffs bewusst und planen, ihn in ihre Zielsetzung und Strategien aufzunehmen.

¹⁴ (INSIVUMEH, 2022)

Green H₂ ist ein Thema, das in Guatemala langsam bekannt wird. Nach und nach werden Regierung und Unternehmen darauf aufmerksam, dank kleinerer Artikel in den Medien, Gesprächen mit Institutionen, die das Thema fördern, Veranstaltungen, Universitätsprojekten und Ähnlichem. Ein deutliches Beispiel dafür, dass das Thema allmählich bekannt wird und das Interesse in Guatemala vorhanden ist, ist ein Technologie- und Umweltprojekt von Studenten einer guatemaltekischen Universität. Dieses Projekt hat eine regionale Finanzierung von der OAS erhalten, mit der sie den Vorschlag eines auf Elektrolyse basierenden Systems für Fahrzeuge realisieren wollten. Dabei wurde Wasserstoff direkt in Bussen produziert und der Verbrennung beigemischt, was zu einem effizienten Motor beim Verbrauch fossiler Brennstoffe und einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen führte.¹⁵ Zwei dieser Busse sind seit 2015 noch in Gebrauch.¹⁶

Obwohl das Thema grüner Wasserstoff in Guatemala so neu ist, ist das Interesse der Industrie an der Produktion und Verwendung sehr groß. Es bietet Vorteile in Bezug auf Produktion und Rentabilität, aber auch, weil es mit ihrer Nachhaltigkeitspolitik übereinstimmt. Sie verstehen, dass dies ein vorrangiges Thema für Deutschland ist und bald auch für den Rest der Welt sein wird. Sie sind sich bewusst, dass dies die Zukunft der erneuerbaren Energien ist und wollen Teil des Wandels sein, indem sie bei der Produktion innovativ sind. Sie sind sich auch der Anforderungen des deutschen Lieferkettenpflichtengesetzes bewusst und wollen diese einhalten, damit ihre Exporte nach Deutschland fortgesetzt und gesteigert werden können.

Zusätzlich dazu sind viele guatemaltekische Unternehmen aus eigenem Antrieb bestrebt ihre CO₂-Emissionen zu senken. Dies stimmt mit den Zielen der Regierung den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren überein, wird jedoch von den Unternehmen unabhängig von den Zielen der Regierung betrieben.

¹⁵ (Universidad Galileo, 2015)

¹⁶ (Mora, 2022)

4. Wirtschaftliche Machbarkeit

Die nachfolgenden Informationen basieren auf Gesprächen, Interviews und Informationen direkt von den Unternehmen und deren Vertretern aus den einzelnen Industriesektoren und es können keine genauen Quellen genannt werden.

Bei dem Business Case und den Kosten kann es zu signifikanten Unterschieden zwischen dem Getränke- und Lebensmittelhersteller bzw. der Konzerngruppe, welcher dieser angehört und den anderen interessierten Industrien kommen. Zusätzlich dazu ist sich der Kunde noch nicht sicher, in welchen Bereichen/Abteilungen dieser alles Wasserstoff einsetzen möchte. Wie zuvor erwähnt, hat sich der potenzielle Kunde in Vorbereitung auf die Informationsveranstaltung tiefer mit dem Thema grüner Wasserstoff, seinen Nutzen und seine Derivate beschäftigt. Dabei sind für den Kunden weit mehr Möglichkeiten, Wasserstoff und die Derivate in seine Produktion einzubinden, aufgekommen. Deswegen möchte die Konzerngruppe mit den deutschen Experten die Möglichkeiten des grünen Wasserstoffes und die daraus entstehenden Chancen, einen neuen profitablen Geschäftszweig aufzubauen, Kosten einzusparen und die Unternehmen nachhaltiger zu gestalten, neu evaluieren. Die Konzerngruppe bzw. das Unternehmen der Gruppe, in dem das Pilotprojekt angedacht ist, unterscheidet dabei verschiedene Fälle. Auf der einen Seite besteht der Wunsch durch die Verwendung des eigenen grünen Wasserstoffs und/oder grüner Derivate Kosten einzusparen, auf der anderen Seite ein Projekt aufzubauen, welches medienwirksam genutzt werden kann und wodurch eine Vorreiterrolle in der Region übernommen werden kann. Zum zweiten Wunsch passt es z.B. den Wasserstoff für die Fahrzeugflotte zu verwenden und diese dadurch nachhaltiger zu gestalten. Da würde es sich vor allem anbieten auf lange Sicht Wasserstoff-LKWs einzuführen. Dadurch ist es zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, einen expliziten Business Case und eine Kosten-Nutzen-Analyse aufzubauen.

4.1. Business Case

Nachfolgend wird der Business Case mit dem potenziellen Kunden für das Pilotprojekt sowie die Skalierbarkeit und Multiplizierbarkeit innerhalb der Konzerngruppe mehr im Detail erläutert. Anschließend wird auf die anderen Industrien eingegangen, in welchen ebenfalls ein Interesse an der Produktion von grünem Wasserstoff und/oder Wasserstoffderivaten besteht.

Konzerngruppe	
Pilotprojekt	<p>Der Getränke- und Lebensmittelhersteller, sowie die gesamte Konzerngruppe, würden gerne eine modulare Produktionsstätte für grünen Wasserstoff als Pilotprojekt aufbauen. Der Wasserstoff soll zur Energiezwischenspeicherung dienen, in geringem Maße in der Produktion direkt eingesetzt werden und es soll ggf. zur Herstellung von Wasserstoffderivaten (z.B. Ammoniak, welcher bereits in Kühlungsprozessen verwendet wird) genutzt werden. Das Unternehmen verfolgt mit diesem Pilotprojekt unterschiedliche Ziele.</p> <p>Auf der einen Seite soll das Projekt marketingtechnisch und medienwirksam genutzt werden. Das Unternehmen möchte damit eine innovative Vorreiterrolle in der Region und auch überregional einnehmen. Die Realisierung eines solchen Pilotprojektes wird nicht nur in Guatemala, sondern weit über die Grenzen hinaus Interesse der Medien hervorrufen, insbesondere in der momentanen Zeit des Wasserstoffhochlaufs.</p> <p>Auf der anderen Seite legt das Unternehmen bei der Verwendung für die eigentlichen Produktionsprozesse Wert darauf, dass der Wasserstoff und die Derivate auf lange Sicht zu einer Senkung der Produktionskosten führen sollen. Zusätzlich soll die Abhängigkeit von externen Lieferanten gesenkt oder aufgelöst werden. Durch die Senkung oder Auflösung der Abhängigkeit unterliegt das Unternehmen weniger den schwankenden Preisen der fossilen Rohstoffe und anderen chemischen Produkten, welche in der Produktion benötigt werden. Gerade durch die momentane Situation in der Welt mit den stark angestiegenen Rohstoffpreisen, unter anderem durch den Krieg in der Ukraine, ist der gesamten Konzerngruppe mehr als vorher bewusst geworden, dass die Abhängigkeit von externen Lieferanten in vielen Bereichen Kosten steigern kann.</p>

Skalierbarkeit	<p>Das Pilotprojekt soll erstmal nur einen geringeren Umfang haben, da das Unternehmen dadurch die separaten Möglichkeiten zur Nutzung von Wasserstoff ausprobieren möchte. Mit der Zeit soll die Produktion gesteigert werden und an einzelne Prozesse angepasst werden. Durch die vielen verschiedenen Möglichkeiten für den Einsatz von Wasserstoff und seinen Derivaten für den Lebensmittel- und Getränkehersteller bietet das Pilotprojekt ein hohes Potenzial für Skalierbarkeit und Folgeaufträge.</p> <p>Das Unternehmen will durch den Einsatz von grünem Wasserstoff sich selbst auf lange Sicht nachhaltiger und innovativer im Markt positionieren. Durch die eigenständige Produktion und das Ersetzen von zugekauften Stoffen durch selbstproduzierte Stoffe wie Ammoniak aus grünem Wasserstoff wird mehr Wasserstoff benötigt. Anfangs soll nur eine Produktionsstätte versorgt werden. Ob von dieser Produktion im späteren Verlauf auch andere Produktionsstandorte mit Wasserstoff versorgt werden oder ob die Anlagen zur Produktion von Wasserstoff multipliziert und an anderen Standorten ebenfalls aufgebaut werden, hängt von dem Erfolg des ersten Pilotprojektes ab.</p> <p>Zusätzlich soll das Projekt skalierbar sein, da das Unternehmen in einem zukünftigen Projekt H₂-Fahrzeuge einführen möchte. Um Schritt für Schritt die Fahrzeugflotte und Flurförderfahrzeuge durch wasserstoffbetriebene Fahrzeuge zu ersetzen, muss die Wasserstoffproduktion signifikant gesteigert werden.</p>
Multiplizierbarkeit	<p>Der Lebensmittel- und Getränkehersteller gehört zu einer großen Konzerngruppe, welche Unternehmen und Produktionen in ganz Zentralamerika besitzt. Die Konzerngruppe will mit dem Pilotprojekt in dem genannten Unternehmen die Möglichkeiten für die gesamte Gruppe testen. Dadurch besteht nicht nur eine Multiplizierbarkeit auf andere Produktionsstandorte und Unternehmen der Gruppe innerhalb von Guatemala, sondern in ganz Zentralamerika. Da bei einer erfolgreichen Durchführung des ersten Pilotprojekts dieses auf lange Sicht nicht ausreichen wird, um viele andere Standorte über das Land und Zentralamerika mit dem benötigten grünen Wasserstoff zu versorgen, kann davon ausgegangen werden, dass weitere Produktionen an anderen Standorten realisiert werden. Diese Standorte werden zwar auf die benötigten Gegebenheiten angepasst werden müssen, jedoch wird sich der Aufbau nicht groß ändern im Vergleich zu dem ersten Projekt.</p>

Andere interessierte Industrien	
Pilotprojekt	<p>Wie am Anfang der Zielmarktanalyse erwähnt, gibt es viele verschiedene Industrien und Sektoren, welche ein großes Interesse an grünem Wasserstoff bekundet haben – dies mit den unterschiedlichsten Nutzungsabsichten. Manche Unternehmen wollen Wasserstoff bzw. Wasserstoffderivate exportieren und direkt vertreiben, andere beabsichtigen, diesen direkt zu nutzen oder daraus Wasserstoffderivate herzustellen, um diese z.B. anstelle von fossilen Brennstoffen zu verwenden. Viele Unternehmen in Guatemala sehen in grünem Wasserstoff die Zukunft und wollen sich einen weiteren Geschäftszweig aufbauen, um zukünftig die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit zu steigern bzw. zu erhalten.</p> <p>Große Stromversorger in Guatemala wollen den grünen Wasserstoff als Energiespeicher von überschüssiger Energie verwenden und auf lange Sicht Teile der Energieproduktion zur Herstellung von grünem Wasserstoff verwenden, um diesen zu vertreiben und bei Möglichkeit nach Deutschland zu exportieren.</p> <p>Die großen Industriesektoren Textilherstellung, Lebensmittelherstellung und Bauwesen wollen Wasserstoff als Ersatz für fossile Brennstoffe verwenden und damit die Abhängigkeit von diesen reduzieren bzw. sich nachhaltiger und innovativer platzieren. Dadurch wollen sie wettbewerbsfähig bleiben und den internationalen Anforderungen wie dem Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz entsprechen. Die Lebensmittelindustrie verwendet bereits Wasserstoff bei der Herstellung von Ölen und Backfetten. Teilweise haben einzelne</p>

	<p>Unternehmen, wie im ersten Kapitel erwähnt, eine eigene Wasserstoffproduktion vor vielen Jahren betrieben, diese aber wegen der damaligen ineffizienten Produktion wieder eingestellt und wollen sie nun mit neuer Technologie wieder aufbauen.</p> <p>Ein großer Gasproduzent in Guatemala stellt bereits grünen Wasserstoff her und vertreibt diesen bereits innerhalb des Landes, nach Mexiko und in anliegende Länder. Dieser möchte seine Produktion erhöhen, um zukünftig den steigenden Bedarf zu bedienen und neue Märkte zu erschließen.</p>
Skalierbarkeit	<p>Die steigenden und schwankenden Preise von fossilen Brennstoffen erhöhen die Nachfrage nach grünem Wasserstoff. Dazu kommen der Ausbau und die Steigerung der Effizienz von Technologien für erneuerbare Energien, wodurch zu erwarten ist, dass in Guatemala die Kosten für Energie sinken werden. Gleichzeitig setzen Unternehmen vermehrt auf eine Eigenversorgung mit Energie. Diese Faktoren werden den Vorteil von Wasserstoff und seinen Derivaten im Vergleich zu anderen Stoffen hervorheben. Dadurch wird der Bedarf in den nächsten Jahren nicht nur in den genannten Industrien, sondern insgesamt steigen. Dies führt zu einem Ausbau der Produktionsanlagen. Zusätzlich verzeichnet die Industrie in Guatemala ein stetiges Wachstum und wird nach unterschiedlichen Prognosen sich auch in Zukunft sehr positiv entwickeln. Der Skalierbarkeit sind zukünftig nur wenige Grenzen gesetzt.</p>
Multiplizierbarkeit	<p>Das Pilotprojekt ist, wie am Anfang der Zielmarktanalyse erwähnt, auf viele andere Industrien multiplizierbar und ist auf sehr großes Interesse im Land gestoßen. Dabei sollten der Herstellungsprozess und die Nutzung der Nebenprodukte nur leicht angepasst werden müssen, um in den einzelnen Industrien verwendet werden zu können.</p> <p>Zukunftstechnisch wollen sich einige große Unternehmen als Exporteur von grünem Wasserstoff und/oder seinen Derivaten in Guatemala etablieren. Dabei ist vor allem das Interesse, eine wirtschaftliche Beziehung mit Deutschland aufzubauen, sehr groß. Dies basiert teilweise auf deutschen Vorfahren, aber auch auf der bereits bestehenden sehr guten Beziehung – wirtschaftlich und kulturell – zwischen den beiden Ländern und der hohen Wertschätzung gegenüber Deutschland. Das bezieht sich sowohl auf die Multiplizierbarkeit als auch auf die Skalierbarkeit.</p>

4.2. Kosten-Nutzen-Analyse

Nachfolgend wird, sofern möglich, auf die Kosten-Nutzen der Konzerngruppe für das Pilotprojekt eingegangen. Die anderen interessierten Industrien werden aus Mangel an Informationen nicht weiter behandelt.

Konzerngruppe	
Pilotprojekt	<p>Das Unternehmen besitzt ein eigenes Wasserkraftwerk und durch die Getränkeherstellung auch gereinigtes Süßwasser, welches zur grünen Wasserstoffherstellung genutzt werden kann. Dadurch kann der grüne Wasserstoff nahezu ohne weitere Kosten hergestellt werden. Es werden lediglich die technologischen Lösungen benötigt.</p> <p>Wie oben erwähnt ist es erst nach der neuen Evaluierung des Projektes in Verbindung der Konzerngruppe und deutscher Experten möglich eine Kosten-Nutzen-Analyse für das Projekt durchzuführen. Dabei geht es, wie im Abschnitt Business Case angedeutet, nicht nur um einen direkten Kosten-Nutzen-Effekt im Sinne von Kosteneinsparungen in der Produktion, sondern auch um den Marketingeffekt, der dadurch erzielt werden kann. Dadurch stehen neben der Rentabilität auch die Nachhaltigkeit und die Marketingzwecke im Vordergrund. Zusätzlich soll auf lange Sicht die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und von externen Lieferanten reduziert werden. Diese Unabhängigkeit ist zum momentanen Zeitpunkt ohne weitere Kenntnis über das Unternehmen und die zukünftigen Absichten nicht in einer Kosten-Nutzen-Analyse analysierbar.</p>

	<p>Abhängig von den genauen Wünschen des für dieses Pilotprojekt angedachten Kunden verändert sich der Kostenrahmen maßgeblich. Dies basiert auf der Grundlage, dass vom momentanen Kunden noch keine Kapazität zur Herstellung von grünem Wasserstoff vorgegeben wurde.</p> <p>Wie im Kapitel <i>Relevante projektbezogene rechtliche und politische Rahmenbedingungen</i> tiefer darauf eingegangen wird, ist es zu erwarten, dass für Anlagen zur Produktion von grünem Wasserstoff in Zukunft ebenfalls die Anreize und steuerlichen Erleichterungen wie für erneuerbare Energieprojekte zählen und Wasserstoffproduktionsanlagen unter die gleiche Gesetzgebung fallen werden. Dadurch könnten sich die Kosten für die Einfuhr der deutschen Technologie, der Aufbau und der Betrieb solcher Anlagen signifikant reduzieren und ein höherer Kosten-Nutzen-Faktor erreicht werden.</p>
Skalierbarkeit	<p>Ohne die oben genannten Faktoren und Zahlen ist es nicht möglich eine Kosten-Nutzen-Analyse für die Skalierbarkeit durchzuführen. Die Wünsche und Vorstellungen des potenziellen Kunden beabsichtigen, dass die Anlage(n) ohne großen Aufwand erweiterbar sind und sich die Kosten im Vergleich zu dem erstmaligen Aufbau der Grundanlage im Rahmen halten.</p>
Multiplizierbarkeit	<p>Bei der Multiplizierbarkeit gilt dieselbe Situation und momentane Ausgangslage wie bei der Skalierbarkeit und es kann zum jetzigen Zeitpunkt keine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt werden. Jedoch wird auch hier von dem potenziellen Kunden davon ausgegangen, dass die Kosten für weitere Produktionsanlagen reduziert werden können durch die Weiterentwicklung der Technologien und die Erfahrung des Pilotprojekts.</p>

4.3. Finanzierung

Die Finanzierung des Pilotprojektes verändert sich basierend auf dem Umfang des von dem potenziellen Kunden angedachten Projektes und ob der Kunde direkt eine Produktionsanlage für z.B. Ammoniak realisieren möchte. In diesem Fall muss auch eine größere Wasserstoffproduktionsanlage gebaut werden. Ob eine Finanzierung durch Fremdkapital oder Eigenkapital erfolgt bzw. wie die Anteile von Fremdkapital und Eigenkapital für das Projekt sind, muss und wird das Unternehmen am Ende eigenständig durchrechnen und entscheiden. Nachfolgend wird auf mögliche Finanzierungsoptionen für das Projekt und des potenziellen Kunden eingegangen. Durch die vorher genannte Tatsache, dass das Unternehmen ein eigenes Wasserkraftwerk und das für die Elektrolyse benötigte Wasser besitzt, können die laufenden Kosten stark reduziert werden.

Eigenfinanzierung:

Der Lebensmittel- und Getränkehersteller verfügt über die finanziellen Mittel, abhängig vom Umfang das Projekt vollständig oder anteilig selbst zu finanzieren. Dabei kann das Unternehmen ggf. auf die Konzerngruppe zurückgreifen. Zu der Konzerngruppe gehört ebenfalls ein Finanzinstitut, das bei der Finanzierung unterstützen kann. Da das Projekt zusätzlich auch für Werbezwecke genutzt werden soll, besteht auch die Möglichkeit, dass auf finanzielle Mittel der Marketingabteilung zurückgegriffen werden kann.

Fremdkapital:

Es besteht die Möglichkeit, sich bei grünen Wasserstoffprojekten auf Finanzierungsprogramme der deutschen Bundesregierung zu bewerben.

Zusätzlich dazu gibt es Banken mit Green Financing-Programmen und lokale sowie internationale Investoren mit großem Interesse an grünen Wasserstoffprojekten. Finanzinstitute, die in Guatemala Kredite für grüne Projekte anbieten, sind: BAC, Banco Promerica, Banco Agromercantil (BAM), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Banco G&T Continental und Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE).

5. Technische Lösungsansätze

Die Konzerngruppe und der Lebensmittel- und Getränkehersteller setzen bereits zu großen Teilen auf erneuerbare Energiequellen. Dabei spielt das eigene Wasserkraftwerk eine tragende Rolle. Wasserkraft unterliegt im Vergleich zu den meisten anderen erneuerbaren Energiequellen, wie Wind und Solar, kaum Schwankungen. Die Schwankungen existieren nur bedingt saisonal, wenn lange Trockenzeiten auftreten. Das Pilotprojekt, bzw. wenn die Produktion von grünem Wasserstoff hochgefahren/erweitert werden soll, ist die beste Möglichkeit für das Unternehmen, seine eigene Stromversorgung durch Solarenergie zu ergänzen und damit den Strombedarf zu decken. Durch die Solarenergie kann der erhöhte Strombedarf, welcher über den Tag entsteht, gedeckt werden. Nachts laufen die Produktionsstätten zwar ebenfalls, jedoch ist der Strombedarf niedriger. Überschüssiger Strom kann somit außerhalb der regulären Arbeitszeit ebenfalls für die Wasserstoffproduktion genutzt werden. Die Solaranlagen und das Wasserkraftwerk können sich dadurch sehr gut ergänzen. Während der Trockenzeiten gibt es normalerweise eine erhöhte Sonneneinstrahlung, während in der Regenzeit das Wasserkraftwerk hochgefahren werden kann und die Sonneneinstrahlung über den Tag niedriger ist. Durch die Zwischenspeicherung kann der grüne Wasserstoff die saisonalen Unterschiede ausgleichen und eine Überproduktion gespeichert werden. Dafür können unterschiedliche Speicher- und Verwertungssysteme genutzt werden. Zusätzlich kann überschüssiger Strom oder Anteile der eigenen Stromversorgung dazu verwendet werden, grünen Wasserstoff und diesen direkt in der Produktion einzusetzen bzw. hochwertige chemische Stoffe herzustellen, welche benötigt werden.

Nachfolgend wird auf die benötigten Komponenten und Technologien eingegangen. Dabei wird im Bereich der Wasserstoffderivate ausschließlich auf die Ammoniaksynthese eingegangen. Dies basiert auf den Aussagen des potenziellen Kunden, da Ammoniak in seiner Produktion in großen Mengen zur Kühlung eingesetzt wird. Die Methanol-Synthese sowie die Umwandlung von Methanol in synthetischen Kraftstoff und die Herstellung von synthetischem Kraftstoff durch Wasserstoff selbst wird nachfolgend nicht behandelt. Dies kann jedoch in einem Folgeprojekt trotzdem von Bedeutung sein, muss jedoch vorher von dem potenziellen Kunden in Verbindung mit dem Konsortium evaluiert werden.

5.1. Komponenten und Technologien

5.1.1. Wasserreinigung

Das Unternehmen plant laut eigener Aussage das unternehmensinterne Wasserreinigungssystem zu modernisieren und innovativer zu gestalten. Das Ziel ist es, auch bei der Wasserreinigung ein nachhaltiges und effizientes System aufzubauen. Es bietet sich deshalb an und ist im Sinne der Unternehmensführung direkt mit der Anlage zur Herstellung von Wasserstoff zu verbinden. Durch die Nutzung des Sauerstoffs kann eine verbesserte Kreislaufwirtschaft zwischen der Wasserreinigung für die Getränkeherstellung und des Wassers für die Wasserstoffherstellung erreicht werden.

5.1.2. Elektrolyse

Für die Herstellung von grünem Wasserstoff gibt es verschiedene Methoden, welche angewendet werden. Die gängigsten Methoden sind das Hochtemperatur-Elektrolyseverfahren und Niedertemperatur-Elektrolyseverfahren. Das Niedertemperatur-Elektrolyseverfahren wird dabei in die Alkali-Elektrolyse, welche schon sehr lange verwendet wird, und die Proton-Exchange-Membran-Elektrolyse (PEM-EL) unterteilt. Diese beiden Niedertemperaturverfahren (Alkali und PEM) sind bereits marktfähig. Dem Hochtemperatur-Elektrolyseverfahren hingegen wird ein hohes Potenzial für die Zukunft eingeräumt, um die Kosten der Wasserstoffproduktion zu senken. Jedes System hat dabei seine Vor- und Nachteile und sollte nach dem speziellen Anwendungsfall ausgewählt werden.¹⁷

Es gibt viele weitere Verfahren, an denen momentan geforscht wird, wodurch die grüne Wasserstoffproduktion günstiger und einfacher werden soll. Dazu zählt z.B. ein Verfahren ohne Elektrolyse durch Enzyme, welche als Biokatalysatoren dienen und mit Sonnenlicht bestrahlt werden, um Wasserstoff herzustellen. Diese Herstellungsmethode kann ganz ohne Strom auskommen, bisher ist es jedoch ein Forschungsprojekt und noch lange nicht marktfähig.¹⁸

Für das Pilotprojekt soll im besten Fall auch der Sauerstoff und die in der Elektrolyse entstehende Wärme direkt weiter genutzt werden.

Die technologischen Lösungen und/oder Infrastruktur zur Weiterverarbeitung des Wasserstoffes hängen von dem Produktionsstandort der Wasserstoffherstellung ab. Zur Weiterverarbeitung des

¹⁷ (DIHK, 2020)

¹⁸ (Schmidt, 2022)

Wasserstoffs wird eine Infrastruktur in Form von Pipelines benötigt, sofern die Produktion in der Nähe der weiterverarbeitenden Anlagen oder den Orten zur direkten Nutzung des Wasserstoffes erfolgt. Die Alternative ist der Transport des Wasserstoffes durch Tankfahrzeuge an die benötigten Standorte. Ebenfalls entscheidend ist, wie viel Wasserstoff als Energiezwischenspeicher und wie viel weiterverarbeitet wird, zusätzlich ob der Anteil des Wasserstoffes, der weiterverarbeitet wird, zwischengespeichert wird oder direkt in die Produktionsanlagen geleitet werden soll. Dies verändert die Kapazität für die Speicherung von Wasserstoff signifikant.

5.1.3. Wasserstoff als Energiespeicher

Da das Unternehmen sich nachhaltiger gestalten möchte und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen reduzieren möchte, bietet es sich an, den produzierten Wasserstoff anteilsweise als Energiezwischenspeicher zu nutzen. Dadurch sollen z.B. die Notstromaggregate, welche momentan hauptsächlich mit Diesel betrieben werden, durch Brennstoffzellen ersetzt werden. Zusätzlich können saisonale und tägliche Schwankungen dadurch ausgeglichen werden. Dafür werden nicht nur die vorher erwähnten Wasserstoffspeicher für eine kurz- und langfristige Lagerung benötigt, sondern auch die Brennstoffzellentechnologie zur Rückgewinnung der Energie aus dem Wasserstoff. Die dabei entstehende Wärme kann wieder an anderen Stellen des Unternehmens eingesetzt werden, darauf wird in dem Abschnitt Verwendung von Nebenprodukten eingegangen.

5.1.4. Ammoniaksynthese

Zur Herstellung von Ammoniak durch das Haber-Bosch-Verfahren wird Wasserstoff und Stickstoff benötigt. Der benötigte Stickstoff, der für die Ammoniaksynthese benötigt wird, kann durch eine Luftzerlegungsanlage erzeugt werden. Stickstoff wird auch an anderen Stellen in den Produktionslinien des Unternehmens eingesetzt. Eine eigene Luftzerlegungsanlage und Ammoniaksynthese können dem potenziellen Kunden nicht nur auf lange Sicht Kosten ersparen, es kann auch die Unabhängigkeit von externen Lieferanten für Ammoniak und Stickstoff fördern. Ebenfalls kann dies die Umweltbilanz des Unternehmens aufbessern und die gesamte Produktion noch nachhaltiger gestalten. Abhängig, von wo der Ammoniak importiert wird, können durch die Selbstproduktion Transportkosten, Importzölle und andere Steuern wegfallen.

Es gibt in Deutschland bereits Anbieter mit den benötigten technologischen Lösungen, um aus erneuerbaren Einsatzstoffen in Kleinanlagen Ammoniak zu produzieren. Dies würde nicht nur die Nutzung des grünen Wasserstoffes effizient und im Sinne des Unternehmens einbinden, es würde zusätzlich andere benötigte Stoffe für die Produktion abdecken können.

5.1.5. Luftzerlegungsanlage

Wenn für die Ammoniaksynthese der benötigte Stickstoff nicht von externen Produzenten bezogen werden soll, wird dafür eine Luftzerlegungsanlage (ASU) benötigt. In der Luftzerlegungsanlage wird neben Stickstoff auch Sauerstoff gewonnen. Beide Stoffe können auch an anderen Stellen in der Lebensmittel- und Getränkeherstellung verwendet werden. Es gibt deutsche Anbieter, welche Luftzerlegungsanlagen entsprechend den Bedürfnissen des Kunden liefern können.

Für die Verwendung von Sauerstoff siehe das nachfolgende Kapitel 5.2.1. Sauerstoffverwertung.

Für die Verwendung des Stickstoffes siehe Kapitel 5.2.3. Stickstoffverwertung.

5.2. Einbindung der Nebenprodukte in den Produktionsprozess

5.2.1. Sauerstoffverwertung

Der bei der Elektrolyse entstehende Sauerstoff soll dabei direkt in der Produktion bzw. bei der Reinigung des Wassers für die Getränkeherstellung weiterverwendet werden. Zusätzlich wird Sauerstoff in der Lebensmittelherstellung verwendet. Dadurch soll die Effizienz der Produktion des Wasserstoffes erhöht werden. Dafür werden Möglichkeiten zur Speicherung von Sauerstoff oder die Infrastruktur den Sauerstoff direkt in die Produktion bzw. in den Wasserreinigungsprozess einzubinden benötigt. Neben dem entstehenden Sauerstoff aus der Elektrolyse soll auch der Sauerstoff aus der ggf. benötigten Luftzerlegungsanlage für die Wassereinigung bzw. Lebensmittel- und Getränkeherstellung genutzt werden.

5.2.2. Wärmeverwertung

Abhängig davon, ob ein Hoch- oder Niedertemperatur-Elektrolyseverfahren eingesetzt wird, kann die Wärme unterschiedlich eingesetzt werden. Bei dem für das Pilotprojekt wahrscheinlicheren Niedertemperaturverfahren kann die Wärme über ein Fernwärmesystem für Warmwasser in den Produktionsstätten eingesetzt werden. Ergänzend zu der Wärme aus dem Elektrolyseprozess kann auch die entstehende Wärme durch die Rückgewinnung von Energie durch Brennstoffzellen, welche bedeutend höher ist, eingesetzt werden. Dadurch wird wie bei der Nutzung des Sauerstoffs die Produktion des grünen Wasserstoffes effizienter und es können an anderen Stellen in Produktion und in der Versorgung Kosten eingespart werden.

5.2.3. Stickstoffverwertung

Der Stickstoff kann wie gesagt nicht nur für die Ammoniaksynthese verwendet werden, sondern wird auch in der Lebensmittel- und Getränkeherstellung direkt verwendet, um die Farbe, Struktur und das Aroma der Lebensmittel zu erhalten. Ebenfalls kann dadurch die Haltbarkeit der Produkte verlängert werden. Zur weiteren Nutzung des Stickstoffes wird wie bei Sauerstoff eine passende Infrastruktur oder Speichermöglichkeit benötigt.

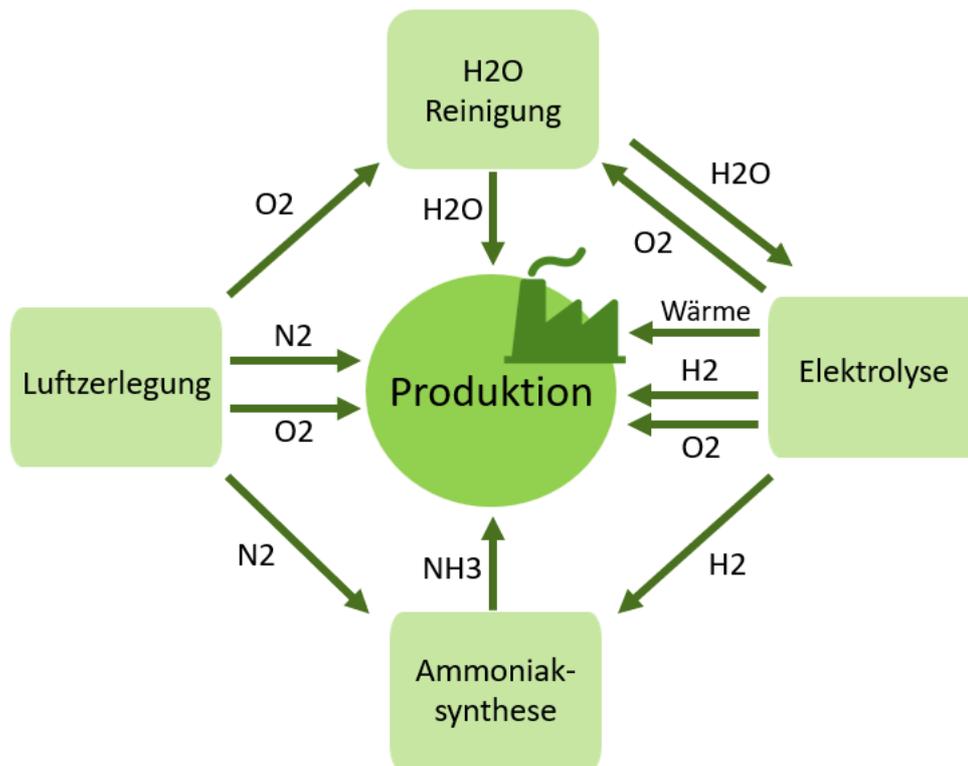


Abbildung 5: Kreislaufwirtschaft des potenziellen Pilotprojekts; Quelle: Eigene Darstellung

6. Relevante projektbezogene rechtliche und politische Rahmenbedingungen

6.1. Politik und Umwelt

Die guatemaltekische Regierung ist sich der globalen Umweltsituation bewusst und möchte Teil der Lösung sein. Daher gibt es derzeit Umweltprogramme, Initiativen, Gesetze und Richtlinien. Die Regierung ist sich aber der Notwendigkeit bewusst, diese schnell zu verbessern, zu aktualisieren und zu erweitern. Guatemala ist ein wesentlicher Bestandteil der weltweiten biologischen Vielfalt und deshalb engagieren sich die Guatemalteken sowohl auf öffentlicher als auch auf privater Ebene für einen grundlegenden Wandel.

Korruption ist ein unbestreitbares Problem in Guatemala, aber die Guatemalteken prangern solche Praktiken bereits an und gehen dagegen vor. Trotz dieses Problems ist die guatemaltekische Wirtschaft seit vielen Jahren sehr stabil und verzeichnet ein konstantes und bedeutendes Wachstum. Ein deutliches Beispiel dafür sind mehrere internationale Unternehmen, darunter auch deutsche Unternehmen, die seit Jahren in Guatemala tätig sind, mit verschiedenen Regierungen zusammengearbeitet haben und nach wie vor große Investitionen in Guatemala tätigen. Zusätzlich dazu haben sich in den letzten Jahren einige mittelständische deutsche Unternehmen in Guatemala angesiedelt oder sind aus umliegenden Ländern nach Guatemala gekommen, denn trotz der Probleme, die es geben kann, überwiegen die Vorteile und positiven Aspekte.

Unternehmen, die in Guatemala investieren möchten, sollten die folgenden Schritte als die wichtigsten betrachten:

Erste Schritte^{19 20}
<p>Rechtliches:</p> <ul style="list-style-type: none">- Rechtliche, gesellschaftsrechtliche und steuerliche Analyse der Investitionsmerkmale für die Entwicklung einer Strategie.- Ersuchen um Informationen im Zusammenhang mit der beschlossenen Gründung des Unternehmens oder der Zweigniederlassung.- Ausarbeitung von Vollmachten oder Vereinbarungen, die im Ausland für die Gründung des Unternehmens oder der Zweigniederlassung in Guatemala erteilt werden müssen.- Eröffnung eines Bankkontos in Guatemala mit dem Betrag des eingezahlten Anfangskapitals. Ebenso die Bildung einer Garantie im Falle einer Zweigniederlassung.- Validierung der Bezeichnung, des Firmennamens oder des Handelsnamens vor dem Handelsregister.- Ausarbeitung der Satzung im Falle einer Gesellschaft oder des Gründungsdossiers für eine Zweigniederlassung.
<p>Steuerliches:</p> <ul style="list-style-type: none">- Die Wahl des günstigsten Systems zur Zahlung der Einkommensteuer, da Guatemala zwei Systeme anbietet: ein traditionelles System, bei dem der Nettogewinn besteuert wird, und ein fakultatives System, bei dem das Gesamteinkommen ohne Abzug von Kosten und Ausgaben besteuert wird.- Ermitteln Sie auch die Auswirkungen der Solidaritätssteuer, die auf das gesamte Vermögen oder Einkommen erhoben wird und auf die Einkommensteuer angerechnet werden kann oder umgekehrt.- Planung der Auswirkungen der Mehrwertsteuer in der Investitions- und Vorbetriebsphase sowie der Rückforderung aufgelaufener Steuerguthaben. Für Projekte zur Ausfuhr von Waren und Dienstleistungen sollte die am besten geeignete Regelung zur Erstattung der Mehrwertsteuer ermittelt werden.- Transaktionen mit verbundenen Parteien, die nicht in Guatemala ansässig sind, angemessen zu antizipieren, um die lokalen Verrechnungspreisregeln einzuhalten.- Da es keine internationalen Doppelbesteuerungsabkommen gibt, müssen die Auswirkungen der guatemaltekischen Quellensteuer ermittelt und eingeplant werden.
<p>Buchhaltung, Gehaltsabrechnung und Steuerkonformität:</p> <ul style="list-style-type: none">- Erstellung der monatlichen Buchhaltungsunterlagen in Quetzales und in Spanisch.- Vorbereitung und Einreichung von Körperschaftsteuererklärungen (ISR, Mehrwertsteuer und Quellensteuer).- Vorbereitung der monatlichen Verkaufs- und Einkaufsbücher (MwSt.-Bücher).

¹⁹ (Deloitte, 2021)

²⁰ (KPMG, 2021)

- Monatliche Zahlung der Arbeitgeber- und Arbeitnehmerbeiträge zur Sozialversicherung.
- Vorbereiten der monatlichen Lohnbuchungen.

Ausländische Mitarbeiter:

- Guatemala hat keine Abkommen zur Vermeidung der internationalen Doppelbesteuerung unterzeichnet, so dass die Analysen im Lichte der geltenden guatemaltekischen Vorschriften durchgeführt werden müssen.

Guatemala ist stark durch Schwebstaub (TSP) und Feinstaub (PM10) belastet. Die Hauptursache ist die Verwendung fossiler Brennstoffe für Autos und zur Erzeugung von Wärme und Strom. Das Verhalten von Schadstoffen wird stark durch das Klima des Gebiets bestimmt. Die Luftqualitätsindizes (EQI, Index von 5 Kategorien; von 0-50 für gut bis 451-500 für gefährlich) von Guatemala-Stadt liegen zwischen 51-100 mäßig und 101-150 schädlich für empfindliche Gruppen.²¹

Nach Angaben des Entwicklungsprogramms der Vereinten Nationen (UNDP) beherbergt Guatemala zusammen mit acht anderen Ländern der Welt mehr als 70 % der biologischen Vielfalt des Planeten auf einer Fläche, die 10 % der Weltoberfläche entspricht. Dies zeigt, dass Guatemala ein Land mit einer großen Vielfalt ist und insbesondere für die Gesundheit des Planeten Erde sehr wichtig ist. Das UNDP setzt sich für eine Nutzung der natürlichen Ressourcen ein, die eine bessere menschliche Entwicklung, eine verantwortungsvolle Staatsführung und ökologische Nachhaltigkeit begünstigt. Deshalb arbeitet das UNDP Hand in Hand mit öffentlichen und privaten Akteuren an der Aktualisierung und Entwicklung eines Regelungsrahmens, der den Erfordernissen im Einklang mit den bestehenden, vom Land ratifizierten nationalen und internationalen Instrumenten sowie deren Umsetzung entspricht, damit Guatemala von einer Situation der Anfälligkeit zu einer Situation der Widerstandsfähigkeit und menschlichen Entwicklung übergeht. Das UNDP fördert die Umsetzung der Nationalen Politik zum Klimawandel zusammen mit den zuständigen nationalen Institutionen vor allem durch die Führung des Ministeriums für Umwelt und natürliche Ressourcen (MARN) im Bereich Umwelt und Klimawandel und Institutionen mit entsprechenden Kompetenzen wie dem Nationalen Rat für Schutzgebiete (CONAP), dem Nationalen Institut für Wälder (INAB) und dem Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen (MAGA).

Im Einklang mit der vom Generalsekretär ins Leben gerufenen Initiative „Erneuerbare Energien für alle“ fördert das UNDP die Umstellung der nationalen Energiematrix auf erneuerbare Energien sowie die Verbesserung des Zugangs zu erneuerbaren Energiedienstleistungen, insbesondere für die Bevölkerung, die keinen Zugang dazu hat. Zu diesem Zweck arbeitet das UNDP mit dem Ministerium für Energie und Bergbau (MEM) und dem MARN zusammen, um bewährte Verfahren im Bereich der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien durch die Entwicklung von Projekten zu fördern, die die Nutzung von Energie als Katalysator für eine ganzheitliche Entwicklung betrachten.

6.2. Soziokulturelle Aspekte

Private Investitionsprojekte werden im Allgemeinen mit dem Argument des Gemeinwohls gefördert und gerechtfertigt, da sie sowohl für das investierende Unternehmen als auch für die Bevölkerung in dem Gebiet, das für das Unternehmen von Interesse ist, von Vorteil sein sollten. Die Unternehmen und die Regierung verweisen auf den Zugang zu Dienstleistungen (Wasser, Strom, Straßen usw.), die Schaffung von Arbeitsplätzen und das Wirtschaftswachstum in dem Gebiet.²² Sie bieten häufig Entwicklungsvorschläge wie den Bau von Schulen, Sportplätzen, Gesundheitszentren sowie die Verbesserung und Instandhaltung von Straßen an.²³

Private Investitionen in ländlichen Gebieten haben das Potenzial, die wirtschaftliche und soziale Entwicklung in den Gemeinden rund um den Projektstandort zu fördern. Wie sich jedoch bei früheren Projekten nationaler und internationaler Unternehmen gezeigt hat, kann das Fehlen angemessener Kontroll- und Überwachungsprozesse durch staatliche Behörden negative Folgen für diese Gemeinden und für die Unternehmen haben, da Vorschriften oder Bedingungen zum Schutz der Gemeinden in ökologischen oder sozialen Fragen nicht eingehalten werden, was zu Sanktionen oder zur Aussetzung der Projekte oder Unternehmen führt.²⁴

²¹ (IQAir, 2022)

²² (Suprema Corte, 2015)

²³ (El País, 2021)

²⁴ (Rodríguez-Carmona & de Luis Romero, 2016)

Die organisierten Gemeinschaften haben ihre Unzufriedenheit über die mangelnde Unterstützung durch die Regierung und das Fehlen angemessener Antworten auf ihre Beschwerden zum Ausdruck gebracht. Sie haben auch die institutionelle Schwäche des Ministeriums für Umwelt und natürliche Ressourcen und des Ministeriums für Energie und Bergbau hervorgehoben, die nicht über die notwendigen personellen, logistischen und finanziellen Ressourcen verfügen, um die Umweltverträglichkeitsstudien angemessen zu kontrollieren und zu überwachen, und die sich darauf beschränken, diese Studien zu bewerten und zu genehmigen. Dies trägt dazu bei, dass die Unsicherheit über die tatsächlichen Umweltauswirkungen auf die Gemeinden im Umfeld von Investitionsprojekten zunimmt. Dadurch ist es in der Vergangenheit wiederholt zu Protesten gekommen, welche teilweise auch gewaltsam geendet haben.

Das Hauptaugenmerk sollte für investierende Unternehmen auf die Auswirkungen ihrer Aktivitäten auf das Leben von Einzelpersonen und Gemeinschaften, auf die von ihnen abhängigen Gemeindemitglieder und auf die Auswirkungen auf ihre Menschenrechte gerichtet sein. Die Durchführbarkeit eines Entwicklungsprojekts sollte auf der Analyse des günstigsten Szenarios beruhen, das den größten Nutzen für diese Gemeinschaften bringt.

Es ist den investierenden Unternehmen zu empfehlen, sich mit lokalen Institutionen, welche sich mit den Gegebenheiten im Land auskennen, in Verbindung zu setzen. Dabei hilft die deutsche Handelskammer in Guatemala jederzeit gerne.

6.3. Rechtliche Rahmenbedingungen und Anreize

Laut Gesprächen mit dem Ministerium für Energie und Minen wird dort momentan das Thema grüner Wasserstoff diskutiert. Es wird erwartet, dass Projekte im Bereich der Herstellung und Verwendung von grünem Wasserstoff als erneuerbare Energieprojekte eingestuft werden, wodurch sie unter die Gesetzgebung und Förderinstrumente für Projekte zum Thema erneuerbare Energie fallen würden.

Im Jahr 2003 trat das Gesetz über Anreize für die Entwicklung von Projekten im Bereich der erneuerbaren Energien (Dekret Nr. 52-2003) in Kraft. Das Gesetz zielt darauf ab, die Entwicklung von Projekten im Bereich der erneuerbaren Energien zu fördern und steuerliche, wirtschaftliche und administrative Anreize für solche Projekte zu schaffen. Im Jahr 2005 wurde die Verordnung zum Gesetz über Anreize für die Entwicklung von Projekten für erneuerbare Energien (Regierungsvereinbarung Nr. 211-2005) verabschiedet, die angemessene Bedingungen für die Qualifizierung und konkrete Anwendung von Anreizen für Projekte für erneuerbare Energien gewährleistet.²⁵

Es gibt ebenfalls eine Regierungsinitiative, die der gesetzgebenden Körperschaft vorgelegt wurde und die die Verabschiedung eines Gesetzes über Anreize für den Import von Fahrzeugen mit unkonventioneller Energie vorsieht. Das Gesetz zielt darauf ab, den Einsatz umweltfreundlicher Fahrzeuge zu fördern und so die hohe Schadstoffbelastung durch Fahrzeuge, die mit herkömmlichen Kraftstoffen betrieben werden, zu verringern. Sie zielt auch darauf ab, die öffentliche Politik zu stärken, um ihre Nutzung im öffentlichen Sektor und bei den Bürgern im Allgemeinen zu fördern. Der Begriff Auto mit unkonventioneller Energie bezieht sich auf Fahrzeuge, die mit einem Elektromotor, einem Hybrid-Elektromotor, einem Wasserstoffmotor oder einem Druckluftmotor betrieben werden.²⁶ Zusätzlich dazu gibt es noch Gesetze für ausländische Investitionen und die dazugehörigen Garantien. Nachfolgend wird auf die einzelnen Gesetze und politischen Rahmenbedingungen eingegangen:

6.3.1. Förderprogramme und steuerliche Anreize

Die folgenden Gesetze wurden als besondere Anreize für ausländische Investitionen geschaffen:

- Das Gesetz zur Auslandsinvestition (Decreto No. 9-98) aus dem Jahr 1998. Das Gesetz legt Folgendes fest: Es ist Aufgabe des Staates, die Vermögensbildung und die Investitionen zu schützen und angemessene Bedingungen für in- und ausländische Investitionen zu schaffen.²⁷
- Mit dem Decreto No. 9-98 regelt das Regierungsabkommen 893-2018, dass ausländische Investoren an jeder Art von Wirtschaftstätigkeit teilnehmen können.²⁸
- Das Gesetz zur freien Verhandlung von Devisen (Decreto No. 94-2000) aus dem Jahr 2000 regelt die freie Verfügbarkeit, den Besitz, den Transfer, den Verkauf und Kauf sowie die Einnahme und Bezahlung von und mit Devisen.²⁹

²⁵ (MEM, 2015)

²⁶ (Congreso de la Republica Guatemala , 2018)

²⁷ (Congreso de la Republica de Guatemala , 1998)

²⁸ (MEM, 2018)

²⁹ (Congreso de La Republica de Guatemala , 2000)

- Das Gesetz zu den Zona Francas und das Freihandelszonen-Gesetz ZOLIC (Decreto No. 65-89 und 22-73) aus dem Jahr 1989 regulieren und etablieren Freihandelszonen.³⁰
- Das Gesetz zur freien Industrie- und Wirtschaftszone (Decreto No. 30-2008) von 2008 fördert die industrielle und wirtschaftliche Entwicklung.³¹
- Das Gesetz über Bündnisse zur Wirtschafts- und Infrastrukturentwicklung (Decreto No. 16-2010), welches 2010 in Kraft trat, legt die Vorgehensweise des Staates fest, unter der er Besitz für Infrastrukturprojekte enteignen kann. Dieses Verfahren erlaubt beiden Seiten, unmittelbare Entschädigungssummen festzulegen, sei es in Form von Geld oder in anderer Form.³²
- Das Gesetz zum Anreiz für die Entwicklung von Projekten im Bereich der erneuerbaren Energien (Decreto No. 52-2003).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Investoren aufgrund des geringen Staatseinflusses einerseits auf vergleichsweise wenig Reglementierungen stoßen, andererseits aber auch wenig Schutz erhalten. Für eine aktive Förderung von Investitionen fehlen dem Staat bei einer geringen Steuerquote und einem geschätzten Anteil von 60-70 % aller Erwerbstätigen in dem sogenannten „informellen Sektor“ der Wirtschaft die Mittel.

6.3.2. Gesetz über Anreize zur Entwicklung von Erneuerbare-Energien-Projekten

Die Gesetzgebung über Anreize zur Entwicklung von Erneuerbare-Energien-Projekten und die dazu gehörige Regulierung des Gesetzes strukturieren die Förderinstrumente im Bereich von Steuererlässen und Wirtschaftsförderungen.

Das vollständige Gesetz Decreto No. 52-2003 und die dazugehörige Regulierung Acuerdo Gubernativo No. 211-2005 können hier eingesehen werden:

[Ley de Incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable](#)

Nachfolgend werden einige der wichtigsten Abschnitte des Gesetzes aufgelistet:

Artikel 1 und 2 des Gesetzes definieren die Dringlichkeit und das nationale Interesse, welche dieses Gesetz rechtfertigen, sowie die Schaffung steuerlicher, wirtschaftlicher und administrativer Anreize, die den Zweck dieses Gesetzes begründen.

Durch Artikel 4 des Gesetzes werden grundlegend die erneuerbaren Energieressourcen definiert, welche das gemeinsame Merkmal besitzen müssen, dass sie nicht enden oder von Natur aus erneuerbar sind. Dies umfasst laut Definition: Solarenergie, Windenergie, Wasserenergie, geothermische Energie, Biomasse, Gezeitenenergie und andere. Wie vorher erwähnt geht das MEM davon aus, dass die Produktion von grünem Wasserstoff in Zukunft ebenfalls unter dieses Gesetz fallen wird.

Artikel 5 definiert folgende Anreize:

- a) Befreiung von Einfuhrzöllen, einschließlich Mehrwertsteuer, Gebühren und Konsularabgaben auf die Einfuhr von Maschinen und Anlagen, die ausschließlich für die Stromerzeugung in dem Gebiet verwendet werden, in dem sich Projekte für erneuerbare Energien befinden. Dies müssen die natürlichen und juristischen Personen bei der Steuerbehörde (SAT) beantragen. Dieser Anreiz gilt ausschließlich für den Vorinvestitionszeitraum und die Bauzeit, welche zehn Jahre nicht überschreiten darf.
- b) Die Befreiung der Einkommensteuer für zehn Jahre ab dem gewerblichen Betrieb der Anlage. Dieser Anreiz gilt nur für die natürlichen und juristischen Personen, die die Projekte direkt entwickeln und nur für den Teil der Tätigkeiten, der dem genannten Projekt entspricht.
- c) Befreiung von Steuern für Handels- und Landwirtschaftsgesellschaften für zehn Jahre ab dem gewerblichen Betrieb der Anlage.

Um die in den Absätzen a) bis c) genannten Anreize in Anspruch nehmen zu können, muss der Interessent der zuständigen Stelle folgende Informationen vorlegen:

³⁰ (MINECO, 2020)

³¹ (Congreso de la República de Guatemala, 2008)

³² (MINFIN, 2010)

- Der Antrag ist an das Ministerium für Energie und Bergbau zu richten. Während der Vorinvestitions- und der Bauphase können Erweiterungen nach demselben Verfahren eingereicht werden.
- Die allgemeine Dokumentation des Projekts, aus der der Zeitplan für die Vorinvestitionszeit, die Bauzeit und die Betriebszeit klar hervorgehen.
- Erklärung, dass er die Bestimmungen des Allgemeinen Elektrizitätsgesetzes, soweit anwendbar, eingehalten hat.
- Gesamt- oder Teilliste von Materialien, Geräten und anderem, die mit diesen Zeiträumen in Verbindung stehen, sowie die Art des oder der beantragten Anreize unter Angabe des Zeitraums, dem sie entsprechen.

Die zuständige Stelle prüft den Antrag. Falls erforderlich, fordert sie zusätzliche Informationen an und stellt eine Bescheinigung aus, in der bestätigt wird, dass ein Projekt für erneuerbare Energiequellen entwickelt wird, sowie eine Liste der gesamten oder teilweisen Einspeisungen, für die eine Befreiung gewährt wird. Der Interessent muss diese Bescheinigung bei der SAT einreichen, damit diese Behörde den Freistellungsbeschluss ausstellen kann.

Artikel 6 regelt Ausstellung und Eigentum der Emissionsminderungszertifikate. Die Zertifikate gehören den Eigentümern der Projekte, welche auch berechtigt sind, von der Kommerzialisierung derselben zu profitieren. Diese Zertifikate werden von der zuständigen Stelle entsprechend der Quantifizierung der durch das Projekt verringerten oder verdrängten Emissionen ausgestellt.³³

³³ (MEM, 2015)

7. Umsetzungsoptionen

Durch die vielseitigen Möglichkeiten, die sich für grünen Wasserstoff und die Wasserstoffderivate für den potenziellen Kunden ergeben, gestaltet es sich schwierig, zeitliche Umsetzungsoptionen festzulegen. Dazu kommt die Komplexität des Pilotprojektes selbst und der Konzerngruppe, der der Lebensmittel- und Getränkehersteller angehört, mit den unterschiedlichen Interessen der einzelnen Abteilungen.

Die genannte Komplexität des Projektes erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Konsortium und dem potenziellen Kunden für die genaue Planung und Entwicklung des Projektes. Nur dann kann dem Kunden ein zufriedenstellendes Projekt angeboten werden und dieses zum Erfolg aller Seiten umgesetzt werden. Zusätzlich sollte eine geeignete Managementstruktur für die Entwicklungs-, Bau- und Betriebsphase mit dem Kunden ausgearbeitet werden.

Die potenzielle Ammoniakproduktion baut auf einer erfolgreichen Realisierung der Wasserstoffproduktion auf. Die Realisierung von beiden Produktionen sollte sich zeitlich überschneiden, damit die Ammoniakproduktion kurz nach der Fertigstellung der Wasserstoffanlagen beginnen kann. Nachfolgend werden die einzelnen Schritte des Ablaufs von dem Pilotprojekt aus Sicht der deutschen Zielgruppe und des potenziellen Kunden beschrieben. Zusätzlich wird sich auf die Herstellung von grünem Wasserstoff und die ggf. gewünschte Produktion von Ammoniak in Form von einem Logical-Framework-Approach konzentriert. Im Logical-Framework-Approach wird in diesem Fall das Pilotprojekt vertikal mit den wichtigsten Meilensteinen in Ziel, Zweck, Outcome und Input unterteilt. Horizontal werden die Projektabschnitte beschrieben, die Messbarkeit für einen Erfolg oder Misserfolg definiert und die Annahme, welche benötigt wird, zur Erreichung des nächsten Abschnittes.



Abbildung 6: Ablauf der möglichen Projektphasen

Projekttablauf aus Sicht der deutschen Zielgruppe

Der Projekttablauf für die deutsche Zielgruppe bzw. das gebildete Konsortium sollte im besten Fall damit enden, einen erfolgreichen Markteintritt in den zentralamerikanischen Markt zu erreichen und sich damit fest in den regionalen Märkten in Zentralamerika zu etablieren. Die größte Chance, dies zu realisieren, liegt in der erfolgreichen Umsetzung eines Pilotprojektes.

	Projektbeschreibung	Indikator	Annahme
Ziel	Erfolgreiche Positionierung des Konsortiums in Zentralamerika	Folgaufträge in anderen Ländern Zentralamerikas	
Zweck	Realisierung des Pilotprojekts für einen erfolgreichen Markteintritt in Guatemala und der gesamten Region	Unterzeichnung des Vertrags durch alle Stakeholder	Der potenzielle Kunde bestätigt das Angebot für das Pilotprojekt, realisiert dieses und stellt die benötigten finanziellen Mittel zur Verfügung
Outcome	Entwicklung eines Pilotprojektes zur effizienten Nutzung der vollständigen Wasserstoffproduktion	Fertigstellung eines rechtgültigen Angebots für den potenziellen Kunden	Erfolgreiche Entwicklung eines Pilotprojekts, welches den Wasserstoff und alle Nebenprodukte der Produktion nutzt.
Input	Bildung eines Konsortiums	Der Moment, in dem sich min. 4 deutsche Unternehmen zu einem Konsortium zusammenschließen	Erfolgreiche Bildung eines Konsortiums

Tabelle 5: Projekttablauf aus Sicht der deutschen Zielgruppe

Projekttablauf aus Sicht des potenziellen Kunden

Das Ziel des potenziellen Kunden ist es, wie zuvor beschrieben, auf der einen Seite Kosten einzusparen und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen sowie externen Lieferanten zu verringern oder aufzulösen. Auf der anderen Seite durch die Wasserstoffproduktion das Unternehmen nachhaltiger zu gestalten, eine Vorreiterrolle zu übernehmen und dies marketingtechnisch einsetzen zu können. Nachfolgend werden die wichtigsten Teilabschnitte zur Erreichung dieses Ziels aufgelistet.

	Projektbeschreibung	Indikator	Annahme
Ziel	Kosteneinsparungen, Steigerung der Unabhängigkeit von externen Lieferanten und eine nachhaltige Produktion, mit der eine Vorreiterrolle in der Region eingenommen werden kann	Kosteneinsparungen, die Reduzierung der variablen Kosten und Reduzierung der Abhängigkeit von externen Lieferanten	
Zweck	Eine nachhaltige, effiziente und innovative Produktion von grünem Wasserstoff durch die Nutzung der benötigten Produkte (Wasserstoff, Nebenprodukte, Derivate)	Reduzierung des CO ₂ -Ausstoßes und Kosteneinsparungen	Alle geplanten Produkte sind in die laufende Produktion eingebunden und werden effizient genutzt
Outcome	Unterzeichnung des Vertrags zur Realisierung der Wasserstoffproduktion und der Beginn des Baus	Durch die Freigabe des Vertrags durch alle Stakeholder und durch die Grundsteinsetzung	Fertigstellung der Anlagen in der festgelegten Zeit
Input	Evaluieren und Entscheiden über die möglichen Finanzierungsmethoden (Eigenkapital/Fremdkapital)	Finanzierungsplan wird eingereicht bzw. bestätigt durch Vorstand und/oder Finanzinstitut	Ausreichende finanzielle Mittel stehen zur Verfügung

Tabelle 6: Projekttablauf aus Sicht des potenziellen Kunden

Projekttablauf der Produktion und Nutzung von grünem Wasserstoff

	Projektbeschreibung	Indikator	Annahme
Ziel	Erreichung einer Kreislaufwirtschaft der Wasserstoffproduktion	Nutzung des Wasserstoffes, der Nebenprodukte und weniger ungenutzte Potenziale	
Zweck	Nutzung des Wasserstoffes und der in der Herstellung anfallenden Nebenprodukte	Reduzierung von Kosten in der Produktion	Erfolgreiche Einbindung der Nebenprodukte in die bestehenden Produktionsanlagen
Outcome	Produktion von grünem Wasserstoff	Grüner Wasserstoff	Verwendung von Wasserstoff direkt in der Produktion als Energiezwischenspeicher, Kraftstoffersatz und zur Weiterverarbeitung
Input	Nutzung von erneuerbaren Energien für die Wasserstoffherstellung	Erhöhte Nutzung von erneuerbaren Energien	Ausreichende erneuerbare Energie für die Wasserstoffproduktion

Tabelle 7: Projekttablauf der Produktion und Nutzung von grünem Wasserstoff

Projekttablauf für die ggf. benötigte Ammoniakproduktion

	Projektbeschreibung	Indikator	Annahme
Ziel	Reduzierung der Abhängigkeit von externen Ammoniaklieferanten und der Kosten	Kostensenkung	
Zweck	Nutzung des grünen Ammoniaks für die Kühlungsprozesse	Kein oder geringer Zukauf von Ammoniak von externen Quellen	Genügend Ammoniak für die benötigten Kühlungsprozesse
Outcome	Eigene Produktion von grünem Ammoniak und Nutzung des ggf. anfallenden Sauerstoffs der Luftzerlegungsanlage	Grüner Ammoniak und Nutzung des überschüssigen Wasserstoffes	Erfolgreiche Ammoniakproduktion
Input	Nutzung des grünen Wasserstoffes für die Ammoniakproduktion	Überschuss von grünem Wasserstoff	Ausreichend grüner Wasserstoff für die Ammoniakproduktion

Tabelle 8: Projekttablauf für die ggf. benötigte Ammoniakproduktion

8. SWOT-Analyse

Strengths (Stärken)	Weaknesses (Schwächen)
<ul style="list-style-type: none"> - Eigenes Wasserkraftwerk - Sehr gute natürliche Voraussetzung für weitere erneuerbare Energiequellen (Solar) - Bestreben des Unternehmens nach erhöhter Nachhaltigkeit - Finanzstarkes Unternehmen - Großes Interesse an grünem Wasserstoff und Wasserstoffderivaten - Großer Bedarf an Wasserstoffderivaten - Gute Erfahrung mit Technologien und Maschinen Made in Germany - Das Unternehmen setzt bereits zum großen Teil auf Technologien und Maschinen Made in Germany - Teil einer großen Konzerngruppe in ganz Zentralamerika 	<ul style="list-style-type: none"> - Fehlendes Fachwissen und Erfahrung in der Wasserstoffproduktion - Kaum direkte Anwendungsfelder für Wasserstoff - Großer Forschungsbedarf im Bereich des Elektrolyseprozesses und Rückgewinnung von Strom aus dem Wasserstoff - Umwandlungswirkungsgrad bei Energiezwischenspeicherung noch gering, dadurch Energieverluste beim Umwandlungsprozess - Hohe Investitionskosten - Teil einer großen Konzerngruppe, wodurch Prozesse länger dauern können
Opportunities (Chancen)	Threats (Risiken)
<ul style="list-style-type: none"> - Gute Chance bei erfolgreicher Umsetzung für Skalierbarkeit des Projektes - Multiplizierbarkeit innerhalb der Konzerngruppe und in andere Industriesektoren, welche Interesse bekundet haben - Kaum Konkurrenz in der Wasserstoffproduktion (Alleinstellungsmerkmal) - Es ist vorgesehen, dass die Anreize für grüne Wasserstoffprojekte die gleichen sind wie für erneuerbare Energieprojekte 	<ul style="list-style-type: none"> - Günstigere Anbieter für technologische Lösungen zur Wasserstoffherstellung aus anderen Ländern - Anreize wie für erneuerbare Energieprojekte werden doch nicht umgesetzt - Fehlende gesetzliche und rechtliche Grundlage für Wasserstoff - Strombedarf durch erneuerbare Energiequellen kann nicht für die Wasserstoffproduktion und die anderen Prozesse gedeckt werden

Tabelle 9: SWOT-Analyse für das Pilotprojekt mit dem potenziellen Kunden

Quelle: Eigene Darstellung

Strengths (Stärken)	Weaknesses (Schwächen)
<ul style="list-style-type: none"> - Technologische Lösungen und Maschinen Made in Germany haben ein hohes Ansehen in Guatemala und ganz Zentralamerika sowie der Karibik - Die zentralamerikanischen Märkte sind gemeinsam ein großer und starker Wirtschaftsraum - Interesse an Innovationen - Ähnliche Gegebenheiten in den Märkten - Förderung von ausländischen Direktinvestitionen 	<ul style="list-style-type: none"> - Teilweise fehlende finanzielle Mittel - Hohe Korruption - Unterschiede in der Kultur - Unterschiede in den wirtschaftlichen Strukturen - Kein einheitliches Steuersystem - Fehlendes Bewusstsein für technologische Erneuerungen - Höhere Kosten deutscher Hersteller im Vergleich zu Herstellern aus anderen Ländern
Opportunities (Chancen)	Threats (Risiken)
<ul style="list-style-type: none"> - Guatemala ist die größte Volkswirtschaft in Zentralamerika und eignet sich gut für einen Markteinstieg in die Region und die Karibik - Stark wachsende Wirtschaftsräume mit viel Potenzial - Bewusstsein für Umwelt und Nachhaltigkeit steigt 	<ul style="list-style-type: none"> - Größtenteils fehlende gesetzliche und rechtliche Rahmenbedingungen - Unterschiedliche Gesetze in den einzelnen Ländern - In manchen Ländern starke Veränderungen durch Regierungswechsel

Tabelle 10: SWOT-Analyse für deutsche Unternehmen auf dem guatemaltekischen und zentralamerikanischen Markt

Quelle: Eigene Darstellung

9. Profile der Marktakteure

Marktakteure im Privatsektor

Allgemein	
<p>Corporación Multi Inversiones</p> <p>Produktion von Weizen, Mais, Teigwaren und Keksen, Viehzucht, Betrieb von Restaurantketten sowie Immobilien-, Finanz- und Energiesektor.</p>	<p>5^a avenida 15-45 zona 10, Edificio Centro Empresarial</p> <p>Tel.: 2377-0200 E-Mail: cmi-website@somoscmi.com Web: https://cmi.co/es/</p>
Bauindustrie	
<p>Corporación AICSA</p> <p>Beratung, Entwurf, Bau und Werbung von Gewerbe-, Wohnungs-, Energie- und Industrieprojekten.</p>	<p>9^a calle 18-18 zona 14</p> <p>Tel.: 2427-8889 E-Mail: info@aicsacorp.com Web: https://aicsacorp.com/</p>
<p>Grupo Itsa, S.A.</p> <p>Bau- und Projektentwicklungsdienste in Guatemala und anderen zentralamerikanischen Ländern.</p>	<p>Avenida las Américas 22-83 zona 14, Edificio Américas</p> <p>Tel.: 2382-2500 E-Mail: info@grupoitsa.com Web: https://www.grupoitsa.org/</p>
<p>Visión Arquitectónica</p> <p>Bauprozesse und betrieblicher Handel</p>	<p>Km. 32 Carretera Antigua Guatemala (Granja Anayansi)</p> <p>Tel.: 5306-5009 E-Mail: jsolis@vis-arq.com</p>
Chemikalien-/Pharmaindustrie	
<p>Alfa Farmacéutica, S.A. (Frycia Centroamérica, S.A.)</p> <p>Pharmazeutisches Labor und Arzneimittelvertrieb</p>	<p>Avenida Petapa 15-77 zona 12</p> <p>Tel.: 2428-4900 E-Mail: info@frycia.com Web: https://www.frycia.com</p>
<p>Bayer, S.A., Guatemala</p> <p>Globales Forschungsunternehmen mit Fokus auf „Life Sciences“ (Gesundheit und Landwirtschaft).</p>	<p>Calzada Roosevelt Km 14.5 zona 3</p> <p>Tel.: 2427-7200 E-Mail: comunicaciones.cac@bayer.com Web: https://www.bayer.com/es/co/andina-y-cac-home</p>

<p>Corporación Quirsa, S.A.</p> <p>Vertrieb aktiver und inaktiver Inhaltsstoffe für die Pharma- und Lebensmittelindustrie.</p>	<p>Km. 19.3 Carretera al Pacífico, Granjas Italia No. 5, Zona 4, Villa Nueva</p> <p>Tel.: 6630-5353 E-Mail: info@quirsa.com Web: https://quirsa.com/</p>
<p>Fresenius Medical Care (Sugerencias Médicas, S.A.)</p> <p>Produkte und Dienstleistungen für Menschen mit Nierenerkrankungen.</p>	<p>18 avenida 39-08 zona 12</p> <p>Tel.: 2290-6800 E-Mail: info@sumedica.com.gt Web: https://www.sumedica.com.gt/</p>
<p>Grupo BASF</p> <p>Chemikalien, Werkstoffe, Industrielösungen, Oberflächentechnologien, Ernährung und Pflege sowie landwirtschaftliche Lösungen.</p>	<p>Avenida Petapa 47-31 zona 12</p> <p>Tel.: 2445-7600 E-Mail: Comunicacion_General_CAC@basf.com Web: https://www.basf.com/mx/es.html</p>
<p>Productos del Aire, S.A.</p> <p>Herstellung und Verkauf von medizinischen und industriellen Gasen.</p>	<p>41 calle 6-27 zona 8</p> <p>Tel.: 2421-0400 E-Mail: info@productosdelaire.com Web: https://www.productosdelaire.com/</p>
<p>Energietransport und -versorgung</p>	
<p>Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. (EEGSA)</p> <p>Hauptstromversorger in Guatemala.</p>	<p>6ª avenida 8-14 zona 1</p> <p>Tel.: 2277-7000 E-Mail: eegsacomunicacion@eegsa.net Web: https://eegsa.com/</p>
<p>Energuate (Distribuidora de Electricidad de Oriente, S.A. y Distribuidora de Electricidad de Occidente, S.A.)</p> <p>Der größte Stromversorger in Mittelamerika.</p>	<p>Diagonal 6, 10-50 zona 10 Edificio Interaméricas, torre sur, nivel 14</p> <p>Tel.: 2367-9300 E-Mail: atencionalcliente@energuate.com Web: https://www.energuate.com/</p>
<p>Transportadora de Energía de Centroamérica S.A. (Grupo Energía Bogotá)</p> <p>Management-, Entwicklungs-, Betriebs- und Wartungsdienste für die Energietransportinfrastruktur.</p>	<p>Bld. Los Próceres 24-69 zona 10 Empresarial Zona Pradera Torre V, Nivel 3</p> <p>Tel.: 2312-3000 E-Mail: info@trecca.com.gt Web: https://www.trecca.com.gt/</p>

<p>Transportista Eléctrica Centroamericana S. A. (TRELEC)</p> <p>Transport elektrischer Energie.</p>	<p>5^a avenida 15-45 zona 10 Centro Empresarial Torre II nivel 10</p> <p>Tel.: 2420-4000 E-Mail: trelec@trelec.net Web: https://trelec.com.gt/</p>
Freihandelszone	
<p>Michatoya Pacífico</p> <p>Industriepark für die Entwicklung von Industriegütern und Dienstleistungen und kommerziellen Aktivitäten mit Sondertarifen, Zollverfahren der vorübergehenden Verwendung und Außenhandel.</p>	<p>Avenida de La Reforma 9-55 Edificio Reforma10, oficina 117 zona 10</p> <p>Tel.: 2311-1600 E-Mail: ventas@michatoya.com Web: https://www.michatoyapacifico.com</p>
<p>Puerta del Istmo</p> <p>Freihandelszone für den internationalen Handel zwischen Guatemala, Mexiko und Zentralamerika.</p>	<p>Boulevard Los Próceres 13-50 zona 10, Centro Corporativo Los Próceres, nivel 3, oficina 301</p> <p>Tel.: 2316-4560 E-Mail: info@pdi.com.gt Web: https://pdi.com.gt/</p>
Getränkeindustrie	
<p>Cervecería Ambev Centroamérica</p> <p>Herstellung von Bier für den Inlandsverbrauch und für den Export in der Region.</p>	<p>Bld. Los Próceres, 24-69, Centro Empresarial Zona Pradera, Torre 4, Oficina 301</p> <p>Tel.: 2501-8050 E-Mail: info@ambev-ca.com Web: https://ambev.gt/cerveza/brahva/</p>
<p>Cervecería Centro Americana, S.A.</p> <p>Herstellung und Vertrieb von Bier und verschiedenen Getränkesorten.</p>	<p>3^a avenida norte final, interior Finca El Zapote zona 2</p> <p>Tel.: 2289-1555 E-Mail: servicioalclientecca@icasa.com.gt Web: http://cerveceriacentroamericana.com/</p>
<p>Coca-Cola FEMSA</p> <p>Abfüller und Vermarkter von Getränken verschiedener Kategorien.</p>	<p>26 calle 6-02 zona 11</p> <p>Tel.: 2413-7600 E-Mail: consumidor@coca-cola.com Web: https://coca-colafemsa.com/</p>

<p>PepsiCo Centroamérica y el Caribe</p> <p>Herstellung und Vertrieb von Getränken und Lebensmitteln.</p>	<p>Calzada San Juan 34-01 zona 7</p> <p>Tel.: 2420-7100 E-Mail: caricam.comunicaciones@pepsico.com Web: https://linktr.ee/pepsicocaricam</p>
<p>Import und Verkauf von Produkten aus erneuerbaren Energien</p>	
<p>Deprosolar, S.A.</p> <p>Solartechnik für Haushalte, Industrie und Gewerbe.</p>	<p>Km. 14.5 Carretera a El Salvador C.C. Gran Plaza, Ofibodega 310</p> <p>Tel.: 2300-9200 E-Mail: info@deprosolar.com Web: https://deprosolar.com/</p>
<p>Enersol, S.A.</p> <p>Hersteller von Solarmodulen, Solartechnische Lösungen.</p>	<p>Carretera a El Salvador Km 17.5 Arrazola II Lote 106, San José Pinula</p> <p>Tel.: 6634-1663 E-Mail: proyectos@enersolgt.com Web: http://enersolgt.com/</p>
<p>Negawatt, S.A.</p> <p>Photovoltaische Solarlösungen und Biofermenter.</p>	<p>Km 16.5 Carretera a El Salvador Aldea Don Justo 1-100 zona 1, Fraijanes</p> <p>Tel.: 3361-5769 E-Mail: negawatt.guatemala@gmail.com Web: https://www.negawattahorro.com/</p>
<p>Lebensmittelindustrie</p>	
<p>Alimentos Gourmet, S.A.</p> <p>Herstellung und Vermarktung von Lebensmitteln.</p>	<p>Km. 35 Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez</p> <p>Tel.: 7929-2222 E-Mail: info@alimentosgourmet.com Web: https://www.alimentosgourmet.com/</p>
<p>Alimentos Ideal, S.A.</p> <p>Vermarktung von Lebensmitteln und Speiseölen und -fetten.</p>	<p>Vía 3, 6-69 Zona 4</p> <p>Tel.: 2421-9200 E-Mail: info@alimentosideal.com Web: https://idealsa.com/</p>
<p>Bimbo De Centroamérica, S.A.</p> <p>Herstellung und Vermarktung von Brot- und Backwaren.</p>	<p>9ª calle 2-52 Colonia El Rosario zona 3 de Mixco</p> <p>Tel.: 2411-1600 E-Mail: servicioalcliente@grupobimbo.com Web: https://bimbocentroamerica.com/</p>

<p>Boquitas Diana</p> <p>Lebensmittelproduktion basierend auf landwirtschaftlichen Produkten wie Mais, Erdnüssen, Bananen, Maniok, Weizen.</p>	<p>Km. 26.5 Carretera a Santa Elena Barillas, Villa Canales</p> <p>Tel.: 6664-5500 E-Mail: atencionalconsumidorlco@lacomercial.com.gt Web: https://diana.com.gt/</p>
<p>Distribuidora Maravilla, S.A.</p> <p>Vertrieb von Säften, Nektaren und Getränken.</p>	<p>5^a. avenida 5-55 zona 14, Edificio Europlaza, Torre 3 Nivel 14</p> <p>Tel.: 2224-1000 Web: http://www.esdemaravilla.com</p>
<p>Grupo Hame Olmeca</p> <p>Raffination pflanzlicher Öle und Fette, vielfältige Produkte für Haushalt und Industrie.</p>	<p>4^a avenida 8-93 zona 9, Edificio Grupo Hame</p> <p>Tel.: 2429-5555 E-Mail: contactenos@grupohame.com Web: https://grupohame.com/olmeca/</p>
<p>Malher, S.A.</p> <p>Herstellung und Verkauf von dehydrierten kulinarischen Lebensmitteln und Getränkepulvern.</p>	<p>48 calle 15-74 zona 12</p> <p>Tel.: 2423-2323 E-Mail: atencionalcliente@malher.com Web: https://www.cocinamalher.com/</p>
<p>Nestlé Guatemala, S.A.</p> <p>Herstellung und Verkauf von Getränken und Lebensmitteln.</p>	<p>14 avenida 16-70 zona 4 Mixco, Condado El Naranjo</p> <p>Tel.: 2427-4000 E-Mail: servicios.consumidor@pa.nestle.com Web: https://www.nestle-centroamerica.com/</p>
<p>Sabritas, S. de R.L. de C.V.</p> <p>Herstellung und Verkauf von Snacks und daraus hergestellten Lebensmitteln.</p>	<p>Avenida Petapa 36-09 zona 12</p> <p>Tel.: 2477-0781 E-Mail: consumidores.1800@pepsico.com Web: https://sabritas.com.mx</p>
Stahlindustrie	
<p>Multigroup</p> <p>Stahlprodukte</p>	<p>23 calle 1-39 Zona 3</p> <p>Tel.: 2320-5555 E-Mail: informacion@multigroup.com.gt Web: http://www.multigroup.com</p>

<p>Ternium Internacional Guatemala, S.A.</p> <p>Stahlprodukte</p>	<p>1ª avenida 3-49 zona 9</p> <p>Tel.: 6630 9153 E-Mail: webservice@ternium.com Web: https://amcen.ternium.com/es</p>
Stromerzeuger	
<p>Hidreléctrica El Capulín Wasserkraftwerk in Siquinalá, Escuintla.</p>	<p>Diagonal 6, 10-65 zona 10, Centro Gerencial Las Margaritas, torre 1, nivel 17, oficina 1701 y 1702</p> <p>Tel.: 2421-0400 E-Mail: cnee@cnee.gob.gt Web: https://www.cnee.gob.gt/wp/hidroelectrica-el-capulin/</p>
<p>Hidroeléctrica Renace II Wasserkraftwerk in San Pedro Carchá, Alta Verapaz.</p>	<p>18 calle 24-69 zona 10, Edificio Empresarial Zona Pradera, Torre I, 8vo Nivel oficina 802</p> <p>Tel.: 2238-3500 E-Mail: cmic-relacionespublicas@somosci.com Web: https://www.renace.com.gt/</p>
<p>Hidroeléctrica Secacao (Grupo Secacao) Wasserkraftwerk in Senahú, Alta Verapaz.</p>	<p>29 avenida 2-85 zona 15, Colonia San Lázaro</p> <p>Tel.: 2313-8383 E-Mail: info@grupossecacao.com Web: https://www.grupossecacao.com/</p>
<p>Tuncaj, Sociedad Anónima (Grupo Kin)</p> <p>Erzeuger erneuerbarer Energie (Solarparks).</p>	<p>1ª calle 25-80 zona 15, Vista Hermosa</p> <p>Tel.: 2429-7575 E-Mail: info@grupokin.com.gt Web: http://grupokin.com.gt</p>
Textilindustrie	
<p>Corporación Liztex, S.A.</p> <p>Herstellung und Vermarktung von Textilien.</p>	<p>Parques del Lago Km. 30.5 Carretera al Pacífico, Amatitlán</p> <p>Tel.: 6633-6550 E-Mail: textil@liztex.com Web: https://liztex.com/</p>
<p>Tejidos Corporativos, S.A.</p> <p>Produzent und Vertreiber von Stoffen, Fäden und gewebten Etiketten.</p>	<p>Km. 18.5 Carretera al Club Mayan Golf, Villa Nueva</p> <p>Tel.: 6644-3000 E-Mail: ventas@tejidoscorporativos.com Web: http://tejidoscorporativos.com</p>

<p>Textiles del Sur, S.A.</p> <p>Herstellung und Verkauf von Textilien und Stoffen.</p>	<p>Km. 18.5 zona 4, Carretera al Mayan Golf, Villa Nueva</p> <p>Tel.: 6628-0800 E-Mail: ventas_1@textisur.com Web: https://textisur.com/</p>
Wasserindustrie	
<p>Daho Pozos (Grupo Aquacorp)</p> <p>Perforación de pozos.</p> <p>Brunnenbohrer.</p>	<p>Calzada La Paz 6-30 zona 5</p> <p>Tel.: 2384-8400 E-Mail: servicioalcliente@aquacorp.com Web: https://dahopozos.com/</p>
Zementindustrie	
<p>Cementos Progreso, S.A.</p> <p>Produktion und Vermarktung von Zement, Beton, Kalk und anderen Produkten und Dienstleistungen für das Bauwesen.</p>	<p>Diagonal 6, 10-01 zona 10, Centro Gerencial Las Margaritas, Torre 2, Nivel 19</p> <p>Tel.: 2338-9100 E-Mail: comunicacion@progreso.com Web: https://www.cempro.com/</p>
<p>Cemex Guatemala</p> <p>Herstellung von Materialien für die Bauindustrie.</p>	<p>12 calle 2-25 zona 10, Edificio AVIA Nivel 16 Oficina 1601</p> <p>Tel.: 2204-5600 E-Mail: info.cemexguatemala@cemex.com Web: https://www.cemexguatemala.com/</p>

Marktakteure im öffentlichen Sektor

<p>Administrador del Mercado Mayorista (AMM)</p> <p>Private gemeinnützige Einrichtung, die zuständig für den Betrieb und die Verwaltung des Nationalen Verbundnetz (S.N.I), seiner internationalen Zusammenschaltungen und Transaktionen auf dem Großhandelsmarkt ist.</p>	<p>24 avenida 15-40 zona 10</p> <p>Tel.: 2327-3900 E-Mail: atencion@amm.org.gt Web: https://www.amm.org.gt</p>
<p>Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA)</p> <p>Der Guatemalteckische Zuckerverband spezialisiert sich auf Forschung, Zuckerexport und soziale Verantwortung.</p>	<p>5a. Avenida 5-55 zona 14, Edificio Europlaza Torre 3, Nivel 17 y 18</p> <p>Tel.: 2215-8000 E-Mail: comunicacion@azucar.com.gt Web: https://www.azucar.com.gt/</p>

<p>Asociación de Exportadores de Guatemala (AGEXPORT)</p> <p>Der Verband der guatemaltekischen Exporteure fördert das Wachstum der guatemaltekischen Exporte, vermittelt Prozesse und Initiativen für exportierende Unternehmer.</p>	<p>15 avenida 14-72 zona 13</p> <p>Tel.: 2422-3400 E-Mail: servicioalcliente@agexport.org.gt Web: https://export.com.gt</p>
<p>Asociación de Generadores con Energía Renovable (AGER)</p> <p>Der Verband der Erzeuger mit erneuerbarer Energie fördert Forschung, Bildung und die Nutzung erneuerbarer Energiequellen in Guatemala.</p>	<p>Ruta 6, 9-21 zona 4, 5 Nivel, Of. 5C Edificio Cámara de Industria</p> <p>Tel.: 2331-3787 E-Mail: info@ager.org.gt Web: https://ager.org.gt</p>
<p>Asociación de Vestuario y Textiles (VESTEX)</p> <p>Der Bekleidungs- und Textilverband fördert den Textilexport durch strategische Allianzen mit öffentlichen und privaten Institutionen auf nationaler und internationaler Ebene.</p>	<p>15 avenida 14-72 zona 13, Edificio Agexport 2do Nivel</p> <p>Tel.: 2331-3787 E-Mail: vestex@apparel.com.gt Web: https://vestex.com.gt/</p>
<p>Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE)</p> <p>Die Zentralamerikanische Bank für wirtschaftliche Integration ist die Hauptquelle der multilateralen Finanzierung von finanziellen Ressourcen für die Entwicklung der Länder, die das Zentralamerikanische Integrationssystem (SICA) bilden.</p>	<p>16 calle 7-44 zona 9</p> <p>Tel.: 2410-5300 E-Mail: info@bcie.org Web: https://www.bcie.org/</p>
<p>Banco de Desarrollo Alemán (Kfw)</p> <p>Die Kreditanstalt für Wiederaufbau stellt Finanzierung von Investitionen und Reformprogrammen in verschiedenen Sektoren wie Gesundheit, Bildung, Wasserversorgung, Energie und Entwicklung von Finanzsystemen bereit.</p>	<p>Palmengartenstraße 5-9 60325 Frankfurt am Main</p> <p>Tel.: 069 7431-0 E-Mail: infocenter@kfw.de Web: https://www.kfw.de/kfw.de.html</p>
<p>Banco Interamericano de Desarrollo (IDB)</p> <p>Die Interamerikanische Entwicklungsbank ist eine regionale Entwicklungsinstitution, die zur Förderung des wirtschaftlichen und sozialen Fortschritts in Lateinamerika und der Karibik beiträgt.</p>	<p>3^a avenida 13 -78 zona 10, Torre Citigroup, 100. Nivel</p> <p>Tel.: 2327-4300 E-Mail: IDBGuatemala@iadb.org Web: https://www.iadb.org/es</p>

<p>Cámara del Agro</p> <p>Verband der landwirtschaftlichen und tierischen Erzeuger des Landes.</p>	<p>5^a avenida 5-55 zona 14, Edificio Europlaza, Torre 3, Nivel 10, Oficina 1001</p> <p>Tel.: 2367-2570 E-Mail: info@camaradelagro.org Web: https://www.camaradelagro.org/</p>
<p>Cámara de Comercio de Guatemala</p> <p>Die Handelskammer von Guatemala ist eine Unternehmensorganisation, die die Verteidigung, Vertretung und Förderung des nationalen und des Außenhandels im Land leitet.</p>	<p>10^a calle 3-80 zona 1</p> <p>Tel.: 2417-2700 E-Mail: info@ccg.gt Web: https://ccg.com.gt/</p>
<p>Cámara Guatemalteca de Alimentos y Bebidas</p> <p>Die guatemalteckische Kammer für Lebensmittel und Getränke vertritt, unterstützt und fördert die nationale Lebensmittel- und Getränkeindustrie.</p>	<p>Edificio Géminis 10, Torre Norte, Oficina 1801</p> <p>Tel.: 2335-2890 E-Mail: administracion@cgab.org.gt Web: http://cgab.org.gt</p>
<p>Cámara Guatemalteca de la Construcción</p> <p>Die Baukammer Guatemala fördert das Wachstum, die Teilhabe und die Bedeutung des Bausektors in der Volkswirtschaft.</p>	<p>Km. 8 Carretera a Muxbal, Santa Catarina Pinula</p> <p>Tel.: 2387-2727 E-Mail: info@construguate.com Web: https://construguate.com/</p>
<p>Cámara de Industria de Guatemala</p> <p>Die Guatemalteckische Industriekammer fördert, schützt und entwickelt die Industrie in Guatemala.</p>	<p>Ruta 6, 9-21 zona 4, Edificio Cámara de Industria</p> <p>Tel.: 2380-9000 E-Mail: info@industriaguatemala.com Web: https://cig.industriaguatemala.com/</p>
<p>Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE)</p> <p>Die Nationale Kommission für elektrische Energie ist ein technisches Organ des Ministeriums für Energie und Bergbau (MEM). Sie reguliert den Elektrizitätsteilsektor und setzt das allgemeine Elektrizitätsgesetz durch.</p>	<p>4^a Avenida 15-70 zona 10, Edificio Paladium, Nivel 12</p> <p>Tel.: 2290-8000 E-Mail: cnee@cnee.gob.gt Web: https://www.cnee.gob.gt</p>

<p>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH</p> <p>Die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit führt in Guatemala im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) Aktivitäten in den Bereichen Menschenrechte, Bildung und Umwelt durch.</p>	<p>5^a avenida 17-49 zona 14</p> <p>Tel.: 2315-8200 E-Mail: giz-guatemala@giz.de Web: https://www.giz.de</p>
<p>Deutsch-Guatemalteckische Industrie-und Handelskammer (AHK Guatemala)</p> <p>Die AHK Guatemala vertritt die kommerziellen Interessen der deutschen Wirtschaft in Guatemala und fördert Handel und Investitionen zwischen den beiden Ländern.</p>	<p>6^a avenida 20-25 zona 10, Edif. Plaza Marítima, 3er nivel, Of. 3-3</p> <p>Tel.: 2333-6036 E-Mail: gerencia@ahk.gt Web: https://zakk.ahk.de/guatemala/</p>
<p>Gremial de Eficiencia Energética</p> <p>Das Energieeffizienz-Gremium fördert die wirtschaftliche, soziale und ökologische Nachhaltigkeit Guatemalas durch effizientes Energiemanagement.</p>	<p>Ruta 6, 9-21 zona 4 nivel 12, Edificio Cámara de Industria</p> <p>Tel.: 2380-9000 E-Mail: info@industriaguade.com Web: https://geecig.gr8.com/</p>
<p>Gremial de Empresas de Productos y Servicios Ambientales</p> <p>Das Gremium der Unternehmen für Umweltprodukte und -dienstleistungen schafft Allianzen für den Austausch aktueller Informationen und Schulungen zur Förderung des Umweltmanagements.</p>	<p>Ruta 6, 9-21 zona 4 nivel 12, Edificio Cámara de Industria</p> <p>Tel.: 2380-9000 E-Mail: info@industriaguade.com Web: https://cig.industriaguade.com/</p>
<p>Gremial de Empresas para el Manejo Integral del Agua (Gremia)</p> <p>Das Gremium der Unternehmen für integralen Umgang mit Wasser fördert Initiativen, die zur Sicherheit und Nutzung der Wasserressourcen des Landes beitragen.</p>	<p>10^a calle 3-80 zona 1</p> <p>Tel.: 2417-2700 E-Mail: info@gremia.org Web: https://www.gremia.org/</p>
<p>Gremial de Energía Solar Soler</p> <p>Das Gremium für Solarenergie Soler stellt die Einhaltung von Vorschriften und Gesetzen sicher, die im Bereich der erneuerbaren Solarenergie in Guatemala festgelegt wurden.</p>	<p>10^a calle 3-80 zona 1</p> <p>Tel.: 2445-6866 E-Mail: abularach@deltagt.com Web: https://solergt.wixsite.com/gremialsoler/gt/org</p>

<p>Gremial de Fabricantes de Cerveza</p> <p>Das Gremium der Bierbrauer vertritt und verteidigt die Interessen der Brauereien.</p>	<p>Ruta 6, 9-21 zona 4 nivel 12, Edificio Cámara de Industria</p> <p>Tel.: 2380-9000 E-Mail: info@industriaguade.com Web: https://cig.industriaguade.com/</p>
<p>Gremial de Generadores Termoeléctricos</p> <p>Das Gremium der thermoelektrischen Stromerzeuger vertritt und verteidigt die Interessen dieses Industriesektors.</p>	<p>Ruta 6, 9-21 zona 4 nivel 12, Edificio Cámara de Industria</p> <p>Tel.: 2380-9000 E-Mail: info@industriaguade.com Web: https://cig.industriaguade.com/</p>
<p>Gremial de Grandes Usuarios de Energía Eléctrica</p> <p>Das Gremium der großen Stromverbraucher fördert die Interessen der Hauptstromverbraucher angesichts der Veränderungen, die im nationalen und regionalen Elektrizitätssektor zu beobachten sind.</p>	<p>Ruta 6, 9-21 zona 4 nivel 12, Edificio Cámara de Industria</p> <p>Tel.: 2380-9000 E-Mail: info@industriaguade.com Web: https://cig.industriaguade.com/</p>
<p>Gremial de Industrias de Harina de Trigo</p> <p>Das Gremium der Weizenmehlindustrie vertritt und verteidigt die Interessen dieses Industriesektors.</p>	<p>Ruta 6, 9-21 zona 4 nivel 12, Edificio Cámara de Industria</p> <p>Tel.: 2380-9000 E-Mail: info@industriaguade.com Web: https://cig.industriaguade.com/</p>
<p>Gremial de Industrias Generadoras de Electricidad de Origen Hidráulico</p> <p>Das Gremium der Industrien zur Erzeugung von Strom aus Wasserkraft vertritt und verteidigt die Interessen dieses Industriesektors.</p>	<p>Ruta 6, 9-21 zona 4 nivel 12, Edificio Cámara de Industria</p> <p>Tel.: 2380-9000 E-Mail: info@industriaguade.com Web: https://cig.industriaguade.com/</p>
<p>Gremial de Industrias Licoreras</p> <p>Das Gremium der Spirituosenindustrie vertritt und verteidigt die Interessen dieses Industriesektors.</p>	<p>Ruta 6, 9-21 zona 4 nivel 12, Edificio Cámara de Industria</p> <p>Tel.: 2380-9000 E-Mail: info@industriaguade.com Web: https://cig.industriaguade.com/</p>

<p>Gremial de Linieros, Operación y Mantenimiento de Infraestructura Eléctrica</p> <p>Das Gremium der Elektriker, fördert die Entwicklung des Baus und der Instandhaltung von elektrischer Hoch-, Mittel- und Niederspannungsinfrastruktur.</p>	<p>Ruta 6, 9-21 zona 4 nivel 12, Edificio Cámara de Industria</p> <p>Tel.: 2380-9000 E-Mail: info@industriaguade.com Web: https://cig.industriaguade.com/</p>
<p>Gremial de Recursos Naturales, Minas y Canteras</p> <p>Das Gremium der natürlichen Ressourcen, Minen und Steinbrüche vertritt die Bergbautätigkeit des Landes und verteidigt die Interessen dieser Branche.</p>	<p>Ruta 6, 9-21 zona 4 nivel 12, Edificio Cámara de Industria</p> <p>Tel.: 2380-9000 E-Mail: info@industriaguade.com Web: https://grenat.gt/</p>
<p>Instituto Nacional de Electrificación (INDE)</p> <p>Das Nationale Institut für Elektrifizierung ist für die Förderung der Energieentwicklung im Land und die Gewährleistung der Verfügbarkeit von Elektrizität verantwortlich.</p>	<p>7ª avenida 2-29 zona 9</p> <p>Tel.: 2422-1800 E-Mail: gcomunicacion@inde.gob.gt Web: http://www.inde.gob.gt/</p>
<p>Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)</p> <p>Das Ministerium für Umwelt und natürliche Ressourcen regelt das Umweltmanagement und die natürlichen Ressourcen und fördert die nachhaltige Entwicklung in Guatemala.</p>	<p>7ª 03-67 zona 13</p> <p>Tel.: 2423-0500 E-Mail: marnenlinea@marn.gob.gt Web: https://www.marn.gob.gt/</p>
<p>Ministerio de Energía y Minas (MEM)</p> <p>Das Ministerium für Energie und Bergbau regelt die Bestimmungen, die für die Entwicklung, Produktion, Verteilung und Vermarktung von Energie, Kohlenwasserstoffen und die Ausbeutung von Bergbauressourcen in Guatemala gelten.</p>	<p>Diagonal 17, 29-78 zona 11, Las Charcas</p> <p>Tel.: 2419-6464 E-Mail: infopublica@mem.gob.gt Web: https://mem.gob.gt/</p>

<p>Ministerio de Relaciones Exteriores (MINEX)</p> <p>Das Ministerium für Auswärtige Angelegenheiten ist für die Formulierung von Richtlinien und die Anwendung der Rechtsordnung auf die internationalen Beziehungen des Staates Guatemala mit anderen Staaten zuständig.</p>	<p>2^a avenida 4-17 zona 10</p> <p>Tel.: 2410-0000 E-Mail: comunicacion@minex.gob.gt Web: https://www.minex.gob.gt/</p>
<p>Programa Nacional de Competitividad (PRONACOM)</p> <p>Das Nationale Programm zur Wettbewerbsfähigkeit fördert Maßnahmen und Strategien zur Verbesserung der Bedingungen für produktive Investitionen im Land.</p>	<p>5^a avenida 5-55 zona 14, Edificio Europlaza, Torre IV, nivel 16, of 1601</p> <p>Tel.: 2421-2464 E-Mail: comunicacion@pronacom.org Web: https://www.pronacom.org/</p>

10. Anhänge

10.1. Wichtige Links

- Asociación de Exportadores de Guatemala (AGEXPORT) <https://export.com.gt>
- Asociación de Generadores con Energía Renovable (AGER) <https://ager.org.gt>
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) <https://www.marn.gob.gt/>
- Ministerio de Energía y Minas (MEM) <https://mem.gob.gt/>
- Ministerio de Relaciones Exteriores (MINEX) <https://www.minex.gob.gt/>
- Programa Nacional de Competitividad (PRONACOM) <https://www.pronacom.org/>
- Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE)
<https://www.bcie.org/>
- Banco de Desarrollo Alemán (Kfw) <https://www.kfw.de/kfw.de.html>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) <https://www.iadb.org/es>
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
<https://www.giz.de>
- Gremial de Empresas de Productos y Servicios Ambientales
<https://cig.industriagate.com/>
- Gremial de Empresas para el Manejo Integral del Agua (Gremia)
<https://www.gremia.org/>

10.2. Quellenverzeichnis

- AMM. (2021). *Guatemala´s Electricity Market*. Von AMM:
https://www.amm.org.gt/portal/?wpfb_dl=611Gu%C3%ADa%20para%20inversiones%20mercado%20el%C3%A9ctrico%20de%20Guatemala%20Versi%C3%B3n%20ingles%20VF.pdf abgerufen am 18.04.2022
- AMM. (2022). *Informe Estadístico 2021*. Von AMM:
[https://www.amm.org.gt/pdfs2/informes/2021/INFEST20210101_01\(FINAL_PDF\).pdf](https://www.amm.org.gt/pdfs2/informes/2021/INFEST20210101_01(FINAL_PDF).pdf) abgerufen am 18.04.2022
- (2022). Basierend auf Interviews mit dem Lebensmittel- und Getränkehersteller.
- (2022). Basierend auf Interviews und Gesprächen mit Vertretern der einzelnen Industrien und Wirtschaftsbereiche.
- (2022). Basierend auf Interviews und Gesprächen mit Vertretern der Lebensmittel- und Getränkeindustrie.
- BC Berlin-Consult GmbH. (2022). *Energy- und Stoffströme Wasserstoff*.
- CNEE. (2022). *Informe estadístico preliminar del Mercado Mayorista 2017-2021*. Von CNEE: <https://www.cnee.gob.gt/wp/informe-estadistico-uaee-y-gdr-2020/> abgerufen am 18.04.2022

- Congreso de la Republica de Guatemala. (1998). *LEY DE INVERSION EXTRANJERA*. Von
https://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/Integracion%20y%20comercio%20exterior/ley_de_inversion_extranjera.pdf abgerufen am 21.04.2022
- Congreso de La Republica de Guatemala. (2000). *Ley de Libre negociacion de Divisas*. Von SICE: http://www.sice.oas.org/investment/natleg/gtm/negdivisas_s.pdf abgerufen am 21.04.2022
- Congreso de la República de Guatemala. (2008). *DECRETO NÚMERO 30-2008*. Von Congreso:
https://www.congreso.gob.gt/assets/uploads/info_legislativo/decretos/2008/30-2008.pdf abgerufen am 22.04.2022
- Congreso de la Republica Guatemala. (2018). *Congreso de la Republica Guatemala*. Von Congreso de la Republica Guatemala:
https://www.congreso.gob.gt/detalle_pdf/iniciativas/5542 abgerufen am 22.04.2022
- Deloitte. (2021). *Doing Business Guatemala*. Von Deloitte:
<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/gt/Documents/tax/Doing%20Business%20Guatemala%202021.pdf> abgerufen am 28.04.2022
- DIHK. (2020). *Wasserstoff DIHK-Faktenpapier*. Berlin. abgerufen am 05.06.2022
- El País. (2021). *Pueblos mayas en Guatemala presionan al BID para que retire su inversión en dos hidroeléctricas*. Von El País:
<https://elpais.com/economia/2021-08-18/pueblos-mayas-en-guatemala-presionan-al-bid-para-que- retire-inversion-en-hidroelectricas.html> abgerufen am 05.06.2022
- INSIVUMEH. (2022). Direct information Facts Rain Guatemala. erhalten am 31.05.2022
- INSIVUMEH. (2022). Presentation Facts about the Rain in Guatemala. erhalten am 31.05.2022
- IQAir. (2022). *Calidad del aire en Ciudad de Guatemala*. Von IQAir:
<https://www.iqair.com/es/guatemala/guatemala-city> abgerufen am 01.06.2022
- KPMG. (2021). *Guatemala, Investment Guide*. Von KPMG:
<https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pa/investment-in-central-america/EN-Guatemala-Investment.pdf> abgerufen am 07.06.2022
- MEM. (2015). *DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA*. Von MEM:
<https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/Decreto-y-Acuerdo-Gubernativo.pdf> abgerufen am 25.04.2022
- MEM. (2018). *Acuerdo Ministerial 286-2018*. Von <https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2020/01/MANUAL-DE-PROCEDIMIENTOS.pdf> abgerufen am 25.04.2022
- MEM. (2020). *Plan de Expansión del Sistema de Generación y Transporte 2020-2034*. Von MEM: <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2020/01/Plan%20de%20Expansio%CC%81n%20del%20Sistema%20de%20Generacio%CC%81n%20y%20Transporte%202020-2034.pdf> abgerufen am 02.05.2022

- MEM. (2022). Expansion Plan Guatemala. erhalten am 02.05.2022
- MEM. (2022). *Plan de Expansión Indicativo del Sistema de Generación 2022-2052*. Von MEM: <https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2022/01/PEG-2022-2052.pdf> abgerufen am 02.05.2022
- MINECO. (2020). *Decreto Número 65-89*. Von Mineco: https://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/Inversion%20y%20Competencia/01_-_ley_de_zonas_francas_ene_2020.pdf abgerufen am 06.06.2022
- MINFIN. (2010). *DECRETO NÚMERO 16-2010*. Von MINFIN: https://www.minfin.gob.gt/images/downloads/dcp_alianzas/ley_de_alianzas.pdf abgerufen am 06.06.2022
- Mora, V. (2022). Ingeriero den Sistema Energeticos. durchgeführt am 31.05.2022
- República. (2019). *Cómo funciona el sistema eléctrico en Guatemala?*. Von República: <https://republica.gt/2019/09/14/sistema-electrico-guatemala/#:~:text=Entes%20rectores,Estado%20rectora%20de%20ambos%20subsectores> abgerufen am 24.05.2022
- Rodríguez-Carmona , A., & de Luis Romero, E. (2016). *Hidroeléctricas insaciabiles en Guatemala*. Von Tierra: https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2016/10/hidroelectricos_insaciabiles_guatemala.pdf abgerufen am 24.05.2022
- Roldan, J. F. (2022). Bauingnieur und Hydrogeologe. durchgeführt am 25.05.2022
- Schmidt, L. (2022). *So will die Industrie grünen Wasserstoff herstellen*. Von Handelsblatt: <https://www.handelsblatt.com/technik/forschung-innovation/energieversorgung-so-will-die-industrie-gruenen-wasserstoff-herstellen/28405016.html> abgerufen am 13.05.2022
- Suprema Corte. (2015). *Protocolo de Actuación para quienes imparten justicia en casos relacionados*. Von OAS: <https://www.oas.org/en/sedi/dsd/elpg/aboutelpg/protocolo%20megaproyectos%20scjn.pdf> abgerufen am 17.05.2022
- Universidad Galileo. (2015). *Transportes públicos híbridos utilizan hidrógeno como combustible*. Von Galileo: <https://www.galileo.edu/historias-de-exito/transportes-publicos-hibridos-utilizan-hidrogeno-como-combustible/> abgerufen am 25.05.2022

