

Zusammenfassung

Untersuchung der Energieversorgung der Landbevölkerung in Ecuador und Szenarien zur nachhaltigen Versorgung

Betreuer:

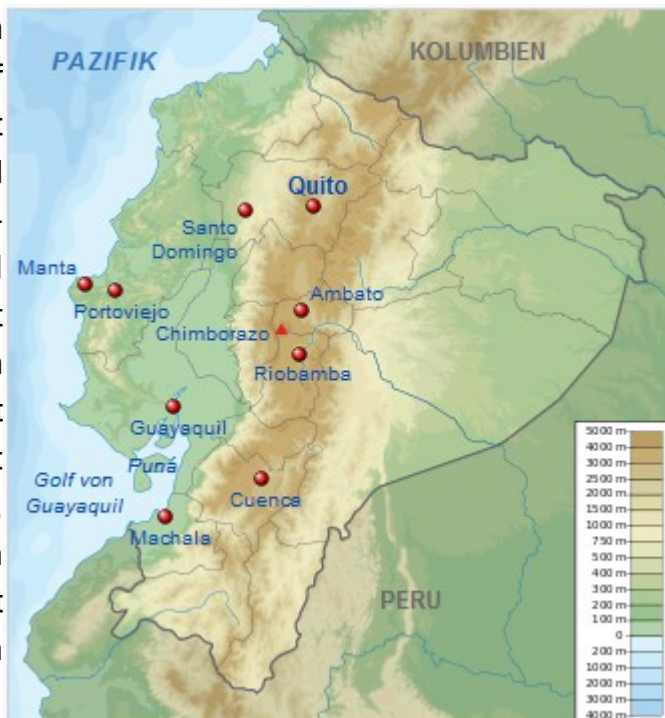
Prof. Dr. rer.nat. Martin Brunotte
HS Rottenburg

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. (FH) Kristof Koch

1 Ecuador

Ecuador ist ein Land im Nordwesten Südamerikas auf Höhe des Äquator und besitzt Höhenlagen zwischen 0m und 5.000m. Der Primärenergieverbrauch setzt sich aus $\frac{3}{4}$ Öl und fast $\frac{1}{4}$ Wasserkraft zusammen. Die Versorgung von ländlichen Regionen ist schlecht bzw. oft gar nicht vorhanden. Eine Entwicklung, hin zur nachhaltigen Versorgung mit Energie ist erwünscht und in Ecuador von staatlicher Seite gefördert.



2 Solarstrahlung

Die Globalstrahlung ist in ganz Ecuador ziemlich konstant und liegt in der Jahressumme dauerhaft über 1400 kWh/m^2 . Die Sonnenstunden werden für die Sierra mit ca. 4h pro Tag angegeben. Daraus ergibt sich im Schnitt eine einstrahlende Leistung von 1000 W/m^2 .

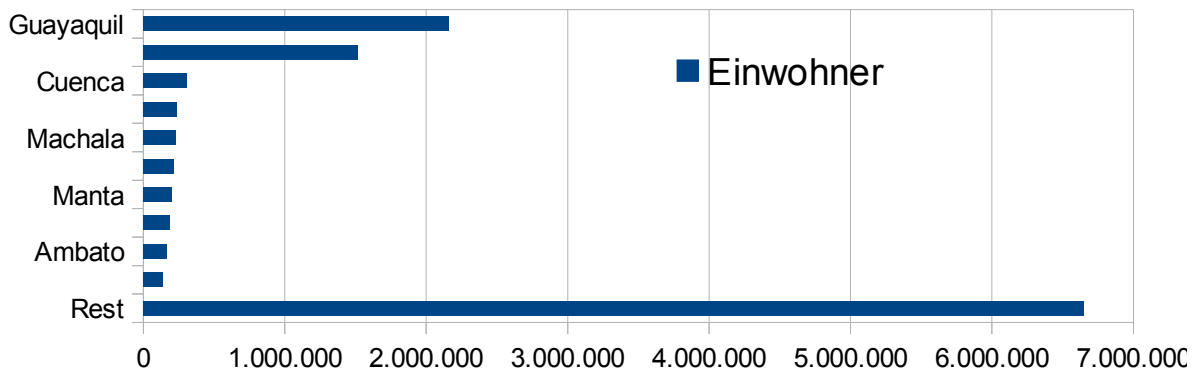
$$1400 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{a}} = 116,6 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{m}} = 3,8 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{d}} = 0,972 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{h}} \approx 1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

3 Bevölkerung

	Ecuador	Deutschland
Fläche	258.238 km ²	357.121 km ²
Bevölkerungszahl	15.007.343	81.859.000
Bevölkerungsdichte	55,4 Einwohner pro km ²	229 Einwohner pro km ²
BIP	66,38 Mrd. USD	3.577 Mrd. USD
BIP / Einwohner	4.424 USD	43.742 USD

Die Bevölkerung ist in Ecuador ungleichmässig verteilt. Starke Unterschiede gibt es in den drei großen unterschiedlichen Regionen(Costa, Sierra und Oriente) und im Vergleich von Stadt und Land.

	Bevölkerung [n]	Fläche [km ²]	Bevölkerungsdichte [n/km ²]
Costa	6.880.000	66.361	104
Sierra	5.460.738	63.253	86
Oriente	548.419	120.656	5
Gesamt-Ecuador	12.907.797	258.280	50



4 Abwegen der Technologie

Welche Technologie eingesetzt werden soll richtet sich nach den Vor- und Nachteilen der Technologie in dem speziellen Anwendungsfall. In der folgenden Liste ich auf aus welchem Grund welche Technologie wegfällt. Es kann auch mehrere Gründe geben.

Solarthermie (Heizung): Gas zum heizen ist sehr billig und überall verfügbar

Solarthermie (Prozess): komplexe Technik, billiges Gas

Windkraftanlagen: schwere Prognose, nicht überall nutzbar

Biomassevergaser: komplexe Technik, billiges Gas

Wasserkraftwerke: große Anlagen werden bereits gebaut, kleine sind stark Standortabhängig

5 Lastprofile

Der Verbrauch wird meistens in den frühen Abendstunden stattfinden, wenn künstliches Licht benötigt wird und nach der Arbeit Unterhaltung- und Informationselektronik genutzt wird.

Ich gehe also von einem Energiebedarf von 400 Wh pro Tag aus, vorwiegend in den Abendstunden.

6 Berechnung

Annahme:

- Verbrauch: 400Wh/d
- Spannungsniveau: 12V
- Puffertage: 2
- Sonnenstunden pro Tag: 4h
- Einstrahlung: 800W/m² (anstatt 1000 W/m², um Sicherheit zu haben)

Um festzustellen welche elektrische Ladung an einem Tag verbraucht wird und bereitgestellt werden muss dividieren wir den täglichen Verbrauch durch das Spannungsniveau.

$$\frac{400\text{Wh}}{12\text{V}} = 33\text{Ah}$$

Das ist auch die Ladung, die ein Akkumulator an Kapazität für einen Tag zur Verfügung stellen muss. Um die gesamte Kapazität des Akkus zu berechnen multiplizieren wir die Kapazität für einen Tag mit der Anzahl an Tagen und mit einem Sicherheitsaufschlag von 20%.

$$2 \cdot 33\text{Ah} \cdot 1,2 = 80\text{Ah}$$

Die Leistung des PV-Generators errechnet sich aus dem Energiebedarf pro Tag plus einem Viertel (Ich geh davon aus, das nach vier Sonnentagen ein Tag ohne Sonnenstrahlung folgt).

$$\frac{400\text{Wh}}{4\text{h}} = 100\text{W} \rightarrow 100\text{W} \cdot 1,25 = 125\text{W}$$

6.1 PV-Generator

Ein PV-Generator mit Dünnschichttechnologie ist zwar ineffizienter, aber auch deutlich günstiger (0,51 EUR / Wp). Es kommt bei dieser Anwendung aber nicht auch die benötigte Fläche an. Fläche ist genügend vorhanden.

Den Faktor 2 wird hier in der Berechnung benutzt um die Kosten für Aufständigung mit einzubeziehen.

$$0,51 \frac{EUR}{W} \cdot 125W \cdot 2 = 127,50 EUR \quad 63,75 EUR \cdot 1,26 \frac{USD}{EUR} = 160 USD$$

6.2 Zusammenfassung

	Investition [USD]	Lebenszeit [a]	Kosten pro Jahr [USD/a]	Kosten auf 20 Jahre	
				absolut	pro Jahr
Erzeuger	493,00		39,70	826,00	41,3
PV-Generator	160	25	6,40	160	8
Akkumulator	190	10	19,00	380	19
Laderegler	80	10	8,00	160	8
Installation	63	10	6,30	126	6,3
Verbraucher	220,00		22,00	440,00	22
Energiesparlampen	37	10	3,70	74	3,7
Radio	15	10	1,50	30	1,5
Fernseher	130	10	13,00	260	13
DVD-Spieler	38	10	3,80	76	3,8

Wir erhalten also Gesamtkosten von 1266 USD für 20 Jahre. Auf den Monat runter gebrochen sind das 5,30 USD.

7 Fazit

Es ist möglich die ärmere Landbevölkerung in Ecuador sauber und nachhaltig elektrischer mit Energie zu versorgen. Der technische Aufwand, der betrieben werden muss, hält sich in Grenzen. Die Kosten stellen mit knapp unter 80 USD im Jahr für deutsche Verhältnisse keine Probleme dar. Das Durchschnittseinkommen in Ecuador liegt ungefähr bei einem Zehntel des Durchschnittseinkommen in Deutschland. Das Einkommen auf dem Land wird aber auch noch unter dem Durchschnittseinkommen liegen. Auch wenn die Kosten für die Anlage im Jahr aufgebracht werden können, wird es fast unmöglich sein die hohen Investitionskosten von über 1.200 USD zu einem Zeitpunkt bereitzustellen.

Helfen würde ein Kredit oder eine andere Art der Finanzierung. Für klassische Banken ist diese Größenordnung von Krediten uninteressant und Mikrokredite würden sicherlich helfen. Dies muss aber erst einmal in einer anderen Untersuchung bestätigt werden.