

Stefan Golla  
**The End of Oil**  
Eine Energiewende-Studie für ein nachhaltiges Ecuador  
ISBN 978-3-96006-030-7  
424 Seiten, 16,5 x 23,5 cm, 32,00 Euro  
oekom verlag, München 2017  
©oekom verlag 2017  
[www.oekom.de](http://www.oekom.de)

## V.4 Solarenergie

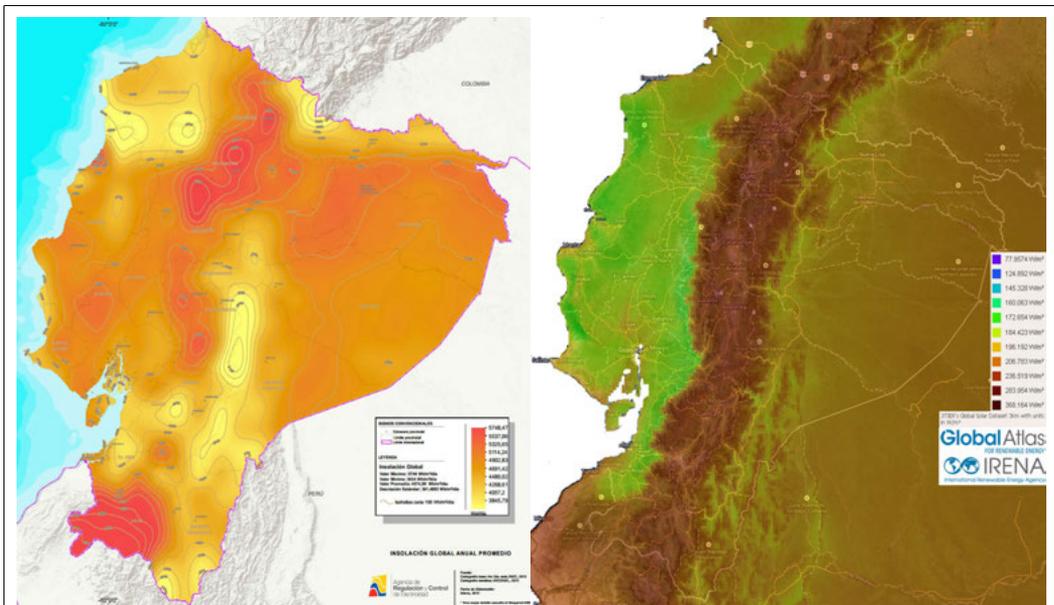
### V.4.1 Einleitung

Wie bereits in Kapitel I.1 eingeleitet, besitzt Ecuador in Äquatoriallage einen nahezu gleichmäßigen Tag-Nacht-Rhythmus von 12h über das Jahr verteilt. Dabei ist die präzise berechnete Strahlungsleistung über den gesamten Spektralbereich an der Oberfläche im Tagesdurchschnitt  $735,8 (+15, -10 \%) \text{ W/m}^2$  (unter Berücksichtigung der Diffusstrahlung aufgrund durchschnittlicher Tagesbewölkung) und einer Maximalleistung von  $1.250 \text{ W/m}^2$  (Anden 3.000 m üNN, Januar: 12 Uhr), unter Berücksichtigung der Luftmassendichte, weltweit betrachtet sehr hoch. Die genauere Datenanalyse (Meteonorm7 Datenbank [274]) verschiedener typischer Regionen zeigt, dass insbesondere in der Costa- und Amazonasregion durchschnittlich täglich 4 - 5 h pro Tag Diffusstrahlung vorherrscht - ganz im Gegensatz zu den Galapagosinseln auf denen es im Verhältnis nur wenig bewölkt ist. Für die Ermittlung von standortabhängigen Werten wurden die wahrscheinlichen klimatischen Veränderungen nach IPCC2020B Szenario über das Meteonorm7 Programm bereits berücksichtigt. Die Nutzung der Sonnenstrahlung ist, abgesehen von ihrer Volatilität, die effektivste Form der nachhaltigen, dauerhaften und unabhängigsten Energieform zur Deckung des menschlichen Energiebedarfs. Der Photovoltaik als Mittel ist dabei wohl der größte Stellenwert beizumessen, weil die hierdurch zuverlässig erzeugte Elektrizität, als sekundäre Energieform mit einer universeller Flexibilität zu Wärme, Licht, Kraft, chemische Prozesse und Informationsverarbeitung an fast jedem Ort der Welt beliebig skalierbar, befriedigen kann. Die andere, wohl medial weniger beachtete, direkte Nutzung der Strahlungsenergie von der Sonne ist die in Wärmeleistung durch die Solarthermie [423]. Aus globaler Sicht muss ihr eine deutlich tragendere Rolle zugestanden werden, weil (auch) mit ganz einfachen STA (Solarthermischenanlagen, Solarthermie-Anlage) direkt mit hoher Effizienz und sehr geringem technischen und materiellen Aufwand ein erheblicher Teil des Primärenergiebedarfs der Menschheit an Warmwasser, Raum- und Prozesswärme und Kälte gespeichert und gedeckt werden kann. Kommunale STA gelten als unabhängige und besonders kostengünstige Alternative und Ersatz zu thermischen Kraftwerken und deren hohen Verlusten und Verschleiß im Versorgungssystem (~15 %), um flächendeckend eine saisonalen/ganzjährigen Wärmeversorgung zu realisieren. Bei einem Land wie Ecuador in Äquatoriallage würde man zwar keinen größeren Wärmebedarf vermuten, doch herrscht in den hohen Anden ein eher ganzjährig kühles Klima, in dem zudem ein großer Anteil der Bevölkerung in Städten wie Cuenca und Quito wohnt, die eine ganzjährige Wärmeversorgung benötigen. Im Rahmen der Potenzialanalyse in diesem Kapitel soll sowohl untersucht werden, wie hoch der Wärmebedarf von Haushalten und Industrie

in Ecuador ist und Antworten darauf geben, in welcher Weise die Solarthermie diesen decken kann.

### V.4.2 Photovoltaik

Für den Ausbau von Photovoltaik hat das MEER 2015 erstmals Karten zur Diffus-[424], Direkt-[425] und Gesamtglobalstrahlung [273] für Ecuador herausgegeben. Eine direkte Kapazitätsabschätzung gibt es jedoch hierzu noch nicht. Im Rahmen dieser Untersuchung wird eine Abschätzung für das PV-Potenzial in Ecuador unter Zuhilfenahme von 3TIER-Satellitendaten (IRENA - Global Atlas [426]) und vergleichbaren klimatischen Simulationen und technischen Parametern wie aus der Windpotenzialanalyse herangezogen und analysiert.



Karte.V.4.2.1+2: Ecuador: Globalstrahlung: Isoradial, 3.600(gelb) - 5.750 (rot) Wh/(m<sup>2</sup>\*d)  
Quelle: MEER, ARCONEL, 2015 [273]

Auflösung: 3 km<sup>2</sup>/Pixel, Leistungsdichte Globalstrahlung 24h/d Ø, 77 - 388 W/m<sup>2</sup>; Quelle: Global Atlas - IRENA-3TIER, NASA [426], OSM, CC 3.0, Stefan Golla 2016

In Karte V.4.2.1 ist die täglich zu erwartende Globalstrahlungsenergie nach klimatischen Bedingungen in isoradialen Flächen aufgetragen. Es wird angegeben, dass in eher trockenen und in dem Fall hohen Lagen Strahlungsenergien bis 5,7 kWh/(m<sup>2</sup>\*d) an der Grenze zu Peru möglich sind. Helle Bereiche sind häufiger Niederschlägen ausgesetzt. Besonders an der Ostseite der Sierra und der Küste sind Werte von 4,0 kWh/(m<sup>2</sup>\*d) üblich. Ob hier die Einflüsse der Höhe berücksichtigt wurde, ist nicht bekannt. In der rechten Karte V.4.2.2 ist der 24 h Durchschnittswert für die Globalstrahlungsleistung nach der Höhe angegeben. Aufgrund der besonderen Höhenlage von mehr als

3.000 m üNN ist die Dämpfung der darüber liegenden Luftmasse (AM, AirMass) um ca.  $\frac{1}{3}$  geringer (geringerer Luftdruck). Daher kann hier auch mit durchschnittlichen Tagesspitzenleistungen von bis zu ca. 900 Wp/m<sup>2</sup> gerechnet werden.

Bei der Berechnung der effektiven elektrischen Leistung von üblichen PV-Modulen ist ein sogenannter NOCT-Wert mit 800 W<sub>p</sub>/m<sup>2</sup> bei AM 1,5 und Modul-Temperaturen von 46 °C angenommen. Zwar werden im Mittel die 800 W/m<sup>2</sup> nicht ganz erreicht, jedoch ist die Größe AM, die sich auf die atmosphärische Diffusion, aufgrund der geographischen Breite bezieht, hier mit „1“ am Äquator anzunehmen. Hierfür wurden auch meteorologische Daten aus der Meteorom7-Datenbank für Quito, Cuenca, Loja und Guayaquil herangezogen (Meteorom7 - Bilder und Datensätze in eigener Datenbank vorhanden). Somit ergeben sich für die Sierra Tagesdurchschnittswerte (24h) von ~280 W/m<sup>2</sup> und ~175 W/m<sup>2</sup> in der Costa. Dem Humboldtstrom und der Höhe geschuldet, sind die angenommenen Umgebungstemperaturen von 25 °C (Norm für PV-Modultests) wesentlich höher als hier für Ecuador mit ca. 15 °C. Dieser Einfluss muss für die korrekte Berechnung der Moduleffizienz mit:  $-10K * -0,43 \% / K = 4,3 \%$  berücksichtigt werden. Das bedeutet, dass bei 10 °C geringerer Durchschnittstemperatur als bei der Norm, die PV-Moduleffizienz um 4,3 % steigt [427]. Die zuletzt genannten Bedingungen der Höhe und Temperatur für Ecuador haben einen erheblichen positiven Einfluss auf die zu erwartende JELZ, die sich für die am Markt üblichen Siliziumtechnologie von 15,5 % Wirkungsgrad (STC) ergeben können [265]. Für das Jahr 2017 haben mehrere Hersteller angekündigt, PV-Module mit einer Serieneffizienz von 21,7 % aufgrund von Technologieverbesserungen anzubieten [428][429][430]. Der sonst für Europa übliche JELZ (Jahresenergieleistungsfaktor) von 1 MWh/(kW\*a) kann für Ecuador bei 1,5-2,5 MWh/(kW\*a) angenommen werden, zumal mit einer erheblichen Installationskapazität für Ecuador erst ab 2017 zu rechnen ist. Handelsübliche Mono-Silizium-Zellen haben bereits heute einen Wirkungsgrad von 17 % (Solarworld Plus SW 290 mono) [266]. In absehbarer Zeit wird es durch aktuelle Fortschritte getrieben auch für andere solare Elektrizitätserzeugungsmöglichkeiten signifikante Einsatz- und Marktpotenziale geben. Hier seien allen voran die organischen PV-Zellen, die einen Wirkungsgrad von 13,2 % (Heliotec GmbH, 2016) haben und die im Dünnschichtverfahren als Folie besonders flexibel, leicht, robust und zukünftig günstiger hergestellt werden, genannt [431]. Bis Ende 2016 wurden erneut bedeutsame Rekorde nicht nur im Stromerzeugungspreis von unter USD 3 ct./kWh in der PV [162], sondern auch neue Effizienzrekorde für Perowskit (24 %) PV-Zellen [432], organische Solarzellen (11,8 %) [433] und Silizium-Tridemzellen (30,2 %) [434] aufgestellt.

Die folgende Tabelle zeigt für die entsprechenden Gebiete in Ecuador die zu erwartenden Erträge aus den potenziell nutzbaren Flächen. Für Freiflächen

werden konservativ 1 ‰ der isoradialen Gebiete angenommen. Dabei ist der Ausbau auf den Galapagosinseln und im Regenwald nur auf bereits umgenutzten, nicht renaturierbaren anthropogen-modifizierten Gebieten sinnvoll und nachhaltig – und wird drüber hinaus auch nicht notwendig sein. In diesem Sinne ist es wesentlich effizienter, bestehende Gebäudeflächen von Gewerbe, Industrie und öffentlicher Hand (ca. 570 k Dächer), wie auch der Haushalte (ca. 4,5 M. Haushalte) in Aufdachsolaranlagen zur Einspeisung und Eigenverbrauch zu nutzen. Aus der Berechnung in Tabelle II.3.9 wird eine mögliche Nutzung von 10 % bis 20 % der Gebäudeflächen als konservatives Potenzial für PVA angenommen. Urbane Flächen in städtischen Gebieten sind hier exemplarisch mit 2,5 ‰ angenommen und basieren dabei auf Überlegungen der WWS Stanford für Quito und Guayaquil. Die urbanen Vorrangflächen wurden in der Landesfläche berücksichtigt, für die ein Flächennutzungspotenzial von 0,1 ‰ angenommen wird.

Einheit	Kennzahlen PV Potenzial	f.-Costa	f.-Sierra	f.-Oriente	Guayaquil	Quito	Galapagos	Com./Gov WWS	Haushalte WWS	Summe
km <sup>2</sup>	Flächen   – Gebäude	64.979	62.840	118.282	1.733	222	8.218	40	97	<b>256.370</b>
W.rad/m <sup>2</sup>	P.rad.Ø, (IRENA)	178	250	210	190	235	170	212,5	212,5	
W.rad/m <sup>2</sup>	P.rad.Ø, (M7 A1B)	179	164	195	150	170	190	160	160	
kWh.rad/(m <sup>2</sup> d)	E.rad.Ø/d (MEER)	4,5	5	4,7	4,56	5,1	8,3	4,4	4,7	
kWh.el/(m <sup>2</sup> a)	E.rad.eff.Ø, (M7 A1B)	1,57	1,49	1,64	1,57	1,49	2,51	1,53	1,53	
kWh.el/(m <sup>2</sup> a)	eff.Jahresertrag/m <sup>2</sup> @21,7%	356	416	372	361	424	690	366	391	
%	Max. Flächennutzung	0,1	0,1	0,05	2,5	2,5	0,001	20	10	
km <sup>2</sup>	effektive PV Fläche	65	63	59	43	6	0,082	8	10	<b>254</b>
MW	Inst. Pges. PV 21,7%(M7)	14.100	13.636	12.834	9.399	1.202	18	1.736	2.101	<b>59.023</b>
Twh/a	E.ges/a mit 21,7%(M7)	23,16	26,13	22,02	15,64	2,35	0,057	2,93	3,78	<b>103,0</b>
Gwh/(MW*a)	JELZ (PV Ecu)	1,64	1,92	1,72	1,66	1,95	3,18	1,69	1,80	1,75

*Tabelle V.4.2.3: Ecuador, PVA – Potenzial auf Freiflächen und Dächern  
0,1 ‰ der Landesfläche als Vorranggebieten der einzelnen Klimazonen und geographischen Eigenschaften;  
10 ‰ aller Dachflächen für Wohngebäude und 20 ‰ jedes Gewerbes/Industrie/öffentliche Gebäude aus der  
WWS-Studie 2015, ohne Naturschutzgebiete, rot/kursiv=abgeschätzt; Datenbasis: IRENA- GlobalAtlas,  
MEER, WWS, zukünftige Modul-Effizienz; Stefan Golla 2016*

Hieraus ergibt sich eine nutzbare Fläche für Photovoltaik von 256 km<sup>2</sup>, auf der 59,7 GW PVA, davon mindestens 19,2 GW (hochgerechnet) allein auf 1 ‰ der urbanen Gebiete entfallen und 40,5 GW auf ca. als 0,8 ‰ der Freiflächen. Zusammen können diese Anlagen 97 TWh jährlich erzeugen. Für Freiflächen in der Sierra und Costa, jedoch besonders für Gebäudeanlagen in der Industrie können bei Verdoppelung leicht weitere 34 GW zugebaut und somit 53 TWh/a zusätzlich erzeugt werden. Die Gebäudeflächendaten stammen aus den Angaben der WWS-Studie 12/2015 der Universität Stanford, Jacobson et.all. [435]. Die neueste Veröffentlichung des WWS (7.4.2017, [275]) gibt dagegen eine etwa 4 mal höhere Prognose für nutzbare PV-Dächer von 140 km<sup>2</sup> für Industrie- und Regierungsgebäude mit Parkdächern und 433 km<sup>2</sup> für Wohnhäuser ab. Dies würde eine Steigerung des PV-Potenzials auf gleicher urbanen

Fläche von 43 km<sup>2</sup> (296 km<sup>2</sup>), bzw. 17 GW (67,4 GW) zu den hier ermittelten Werten bedeuten.

Die geringe JELZ von 1,64 - 1,95 GWh/(MW\*a) ist durch die stärkere Bewölkung auf dem Festland bedingt. Auf den Galapagosinseln hingegen kann mit einer JELZ von 3,18 GWh/(MW\*a) gerechnet werden. Dies allein genügt dort für die Erzeugung von 57 GWh im Jahr. Aufgrund der günstigen geographischen Breite ist die Errichtung von nachgeführten Freiflächenanlagen bereits mit einachsigen Systemen eine Ertragssteigerung von +20 % zu erwarten, die zudem besonders in der Dämmerung einen hohen Netz- und Eigenbedarfsdeckung begünstigt. Alternativ beschichtete Solarmodule oder besondere Optiken können auch fixierten Anlagen ähnliche Verbesserungen in absehbarer Zeit bewirken.

Aufgrund der geringen Arbeitstemperaturen für die PV in Ecuador kann von einer jährlichen Degradation von ca. 0,5 % ausgegangen werden. Das bedeutet, dass die installierten Anlagen erst nach 70 Jahren ihre Erzeugung auf 50 % der Nominalleistung einbüßen werden. Um diesen theoretischen Werten möglichst nahezukommen ist auf eine besonders gute Qualität der Verarbeitung und Aufständigung zu achten. Besonders unter hohen Temperaturwechseln und Niederschlägen sind die Dichtungen der Rahmen, der Steckverbinder, Blitzschutz und der Glasqualität wohl die einflussreichsten Faktoren für eine lange Haltbarkeit. Für die flächenmäßige Anwendung von gerahmten PV-Modulen (zumeist Poly-Silizium) verbleibt eine kritische Bemerkung zum Rohstoffeinsatz und Recycling. Da die Rahmen hauptsächlich aus Aluminium gefertigt werden, hätte dies einen erheblichen Fußabdruck bezogen auf die sehr problematische Bauxit-Gewinnung. Es wäre eine sehr sinnvolle Überlegung im Rahmen der eigenen Wertschöpfungskette auf andere Materialien, Recycling und rahmenlose Glasmodule oder organische Dünnschicht-Zellen umzusteigen.

Die aus Tabelle V.4.2.3 bestimmte Fläche von 256 km<sup>2</sup> ist zum Vergleich nur 13 % der in den Jahren 2000 - 2005 jährlich gerodeten Regenwaldfläche von 1980 km<sup>2</sup>/a [103].

In der Bauausführung und Standorteignung für Freiflächenanlagen ist dabei zu untersuchen, welche Einflüsse verschiedene Aufständigungssysteme auf die zugrunde liegenden Böden haben könnten und wie Zwischenräume auch in Mischnutzung für den ökologischen Landbau genutzt oder auch als Schutzraum für Vögel, Kleintiere und Wildpflanzen dienen könnten. Auch die Bewirtschaftungsmethoden und Pflege von Freiflächen ist zu berücksichtigen und ihrer Auswirkung zu untersuchen, da zum einen die Verschattung von Modulen durch Überwuchs ein Problem darstellt und zum anderen ein akuter Gesamtkahlschnitt oder Einsatz von Pflanzengiften dem ökologischen Standort schadet.

## V.4.2 Solarthermie

Auch wenn Ecuador eine hohe Jahresdurchschnittstemperatur (Costa: 24 °C) genießt, so ist es im Hochland der Anden ganzjährig 10 °C kühler [274]. Der Primärenergieverbrauch für die Gebäudeklimatisierung spielt eine erhebliche Rolle. Während in der Costa in urbanen Gebieten eher Kühlung benötigt wird, so ist die Wärmeversorgung in den Anden und die Warmwasseraufbereitung landesweit zu bewerkstelligen. Hierfür werden in Europa i. d. R. Wärmepumpen oder Solarkollektoren meist in Kombination mit einem Brennwertkessel genutzt, da die Solarstrahlung in Wintermonaten nicht ausreicht. In südlichen Regionen genügen (Flach-) Solarkollektoren bzw. Vakuumröhren in Verbindung mit einem Warmwasserspeicher [436][437]. Besonders kostengünstig und ressourcenschonend eignen sich für die Anwendung in Ecuador zentrale Gebäude-Warmwasserspeicher für kältere Regionen. Diese fangen tagsüber solare Wärmeenergie über Flachkollektoren ein, speichern diese im Gebäudeinneren und geben diese gleichmäßig und über längere Zeit dort ab, gleichzeitig sichern sie die Versorgung mit Warmwasser. In der Costa-Region kann solare Wärme in Gebäudekühlung mit bis zu 70 % Effizienz durch Absorptionskälte umgewandelt werden, während ein Teil für die Bereitstellung von Warmwasser ganztägig genutzt werden kann. Eine gute Gebäudeisolierung ist in beiden Anwendungsfällen zudem sehr hilfreich und gehört als nationale Energieeffizienzmaßnahme ganz oben auf die Agenda.

Der theoretisch notwendige Bedarf an Wärme, der durch Solarthermie gedeckt werden kann lässt sich über die jeweiligen Netzanschlüsse nach Provinzen grob ermitteln. Üblicherweise werden für gut gedämmte Gebäude (Niedrigenergiehäuser) Energiebedarfswerte von bis zu 50 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) (DE) angenommen. Zwar wird die Dämmung in Ecuador gering als in Deutschland ausfallen, doch sind dafür höhere Durchschnittstemperaturen ohne lange Frostperioden anzunehmen. Unter diesen Annahmen kann von einem ausgeglichenen Wärmebedarf ausgegangen werden. Für die Costa ist kaum eine Beheizung notwendig, jedoch wird hier ein größerer Kühlbedarf vermutet. Dabei ist die Verwendung von Luft-Luft-Wärmetauschern vom Gesamtwirkungsgrad deutlich ineffizienter (70%), als die reine Wärmeversorgung über die Sonnenenergie. Es werden für eine Bedarfsbestimmung 25 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) in der Costa-Region und für die Sierra 50 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) als grober Schätzwert angenommen. Die Wohnfläche wird mit 25 m<sup>2</sup> pro Person als guter Mittelwert (China 20 m<sup>2</sup>, Spanien 35 m<sup>2</sup>) angenommen [438][439]. Für die Warmwasseraufbereitung sind 35 Wh/(m<sup>2</sup>\*d) (DE) für Wohnhäuser kalkuliert. Dabei ist der Pro-Kopf-Warmwasserverbrauch mit 23 Litern pro Tag in Deutschland eher gering [440][441]. Kann ein identischer Wasserverbrauch und Wärmeenergiewert zukünftig für Ecuador angenommen werden, so lässt sich daraus der Gesamtwärmeenergiebedarf und die dafür notwendige Anlagengröße und Leistung in Tabelle V.4.3.1 bestimmen.

So ergibt sich für die verschiedenen Standorte (Costa, Sierra, Amazonas) eine grobe Abschätzung für den Wärmebedarf pro Haushalt von 2,2

MWh/a bis 6 MWh/a. Diese Energiemenge könnte mit einer standortabhängigen STA von der Größe 1,6 - 4,1 m<sup>2</sup> pro Haushalt abgedeckt werden.

Einheit	Potenzial Solarthermie	Costa	Sierra	Amazonas	Summe
#	Anschlüsse	2.186.276	2.410.396	87.205	4.683.877
kWh/(m <sup>2</sup> *d)	Globalstrahlungsenergie (24h)	4,5	5,0	4,7	
kWh/(m <sup>2</sup> *a)	WB Gebäudeklimatisierung	25	50	10	
Mwh/a	WWWB/#*a	1,21	1,21	1,21	
Mwh/a	HWB/#*a	2,38	4,75	0,95	
Mwh/a	(WWWB+HWB)/(#*a)	<b>3,59</b>	<b>5,96</b>	<b>2,16</b>	
m <sup>2</sup>	STA-Fläche/Haushalt	<b>2,73</b>	<b>4,08</b>	<b>1,58</b>	
Gwh/a	gesamt E <sub>STA,el,eq</sub>	7.846	14.375	189	<b>22.409</b>
m <sup>2</sup>	gesamt Flächenbedarf STA	5.970.871	9.845.683	137.481	<b>15.954.036</b>

*Tabelle V.4.3.1: Ecuador: Solarthermie Wärmebedarf nach Standort, WW= Warmwasser, WB = Wärmebedarf, HWB = Heizwärmebedarf, STA=Solarthermie, el.eq = elektrisch äquivalent. Quellen: [23][375][442], Stefan Golla 2016*

Dies entspricht einem Gesamtinstallationspotenzial von 12,7 GW<sub>th</sub> (2016; 17,7 GW<sub>th</sub> 2035) (bei 800 W<sub>p</sub>/m<sup>2</sup> Anlagenleistung), die zusammen 22,4 TWh in 2016; 28,3 TWh in 2035 an Wärme (und Kälte) für Haushalte und Gewerbe für Gebäudeklimatisierung pro Jahr erzeugen wird. Die dafür benötigte Fläche auf, an oder neben Gebäuden entspricht 16 km<sup>2</sup> in 2016 und 20 km<sup>2</sup> in 2035 (angenommene Gesamtanlageneffizienz von 80 %). Der theoretische Wert könnte um ca. 10 % größer sein, da Inselsysteme und unelektrifizierte Haushalte hier zahlenmäßig nicht berücksichtigt wurden. Die höheren Werte für das Jahr 2035 resultieren aus der annehmbar weiter wachsenden Bevölkerung (20,25 M. Menschen bis 2035). Die Klimatisierung von Gebäuden kann hier in Kombination mit Gasheizungen, bzw. Brennstoffzellentechnik mit Restwärmernutzung oder Wärmepumpen sehr effektiv den individuellen Klimatisierungsbedarf decken und gleichzeitig den externen Primärenergiebedarf aus Elektrizität oder der Gaserzeugung erheblich senken. Die Technologie ist seit vielen Jahren bereits voll ausgereift und wird im globalen Maßstab vergleichbar sehr ressourcenschonend produziert. Aktuell wird für höherwertigen Flachkollektoren mit einem Modulpreis von ca. 300 USD/m<sup>2</sup> und einem Systempreis, also mit einem Warmwasserspeicher, Installation, Pumpe und Rohren, mit 850 USD/m<sup>2</sup> zu rechnen sein. Somit würden für den vollen Ausbau etwa 13,6 G.USD benötigt werden, um jährlich Primärenergie in Höhe von 22,4 TWh (2016) einzusparen. Höherwertige Flachkollektoranlagen dieser Bauart habe eine typische Lebensdauer von 20 bis 30 Jahren. Daraus ergibt sich ein Energiepreis von USD 2 - 3 ct/kWh<sub>th</sub>.

Die Anwendung von Solarthermie ist eng mit politischen Rahmenbedingungen verknüpft, die entsprechende Vorgaben für die energetische Gebäudesanie-

rung und Neubauten vorgeben oder Anreize schaffen. Besonders für Staaten, deren Bevölkerung und Lebensstandard wächst oder ihren Rohstoffverbrauch senken müssen, aber nicht über eine ausgebaute Energieinfrastruktur wie ein Gas- oder Fernwärmenetz verfügen, ist die Solarthermie attraktiv. Allein in 2015 entfiel auf China 71 % des jährlichen globalen Zuwachs mit +30 GW<sub>th</sub> aus STA. In 2015 waren weltweit 435 GW<sub>th</sub> an Solarthermieranlagen installiert und damit doppelt so viel Leistung wie an PVA [323]. Je nach Region können STA in den hier vorgegebenen Anlagengrößen zwischen 30 - 90 % des Wärmeenergiebedarfs von Gebäuden abdecken. In Dänemark zeigen sich erste kommunale Versorgungssysteme mit ca. 1 ha Fläche und Saisonspeicher als kostengünstigste Lokalwärmeversorgung mit € 3 ct/kWh<sub>th</sub>, als sehr rentabel, obwohl dort weit weniger solare Strahlung als in Deutschland (südlicher) zur Verfügung steht [443]. Am Beispiel von Zypern, in dem 93 % aller Gebäude mit einer STA ausgestattet sind, ist gezeigt, dass ebenso hohe Ausbauraten realistisch sind [203]. Mit den angeführten Beispielen soll veranschaulicht werden, dass die bereits vorhandenen STA - Technologien in verschiedenster Ausführungen z.B. durch direkte oder indirekte Wärmeübertrager durch Vakuumröhren, Flachkollektor, unverglaste Systeme, mit oder ohne Speicher oder als Kombisysteme bereits seit 30 Jahren ausgereift sind.

Die Integration der Solarthermie stellt für die nachhaltigen, erneuerbaren Ausbauziele für die Energiewende in Ecuador, mit einem besonders hohes praktisches Potenzial, sowohl von Seiten der physikalisch-geographischen Eignung, als auch von Seiten der praktischen Anwendung, dar. Der benötigte Flächenbedarf bei maximaler Bedarfsdeckung durch STA auf Gebäuden beträgt etwa  $\frac{1}{7}$  der Gebäudefläche in Ecuador und aufgrund des hohen Wirkungsgrads nur 7 % des insgesamt benötigten solaren Flächenpotenzials.

## V.5 Geothermie und Wasserkraft

Wie bereits in Kapitel II.5 eingehender behandelt wurde, befinden sich in Ecuador aktuell die Geothermie mit 1 GW<sub>el</sub> Kraftwerksleistung in Planung und Umsetzung. Der Erfolg oder Misserfolg der Realisierungen bis 2020 - 2025 wird offenbaren, inwieweit die ermittelten Potenziale zwischen 3 - 8 GW<sub>el</sub> realistisch für Ecuador zutreffend sein könnten [199] - in der Hoffnung das die Nutzung des genannten Potenzials nicht einen größeren ökologischen Schaden verursacht.

Während sich die Geothermie in Ecuador noch beweisen muss, ist mit den bereits errichteten Wasserkraftprojekten, aus Kapitel II.7 (3,3 GW) und denjenigen, die sich gerade in der nahen Realisierung befinden (2,1 GW) und jenen, die bis 2020 (+4,9 GW) möglich sind, sowie die sich in Ausschreibung befindlichen Kraftwerke (0.9 GW) die prognostizierte theoretische Maximalkapazität von 22 GW [51] mit 11,1 GW zur Hälfte erreicht. Hierbei ist noch zu klären, ob zum einen diese Annahme noch zutrifft und ob zum anderen die

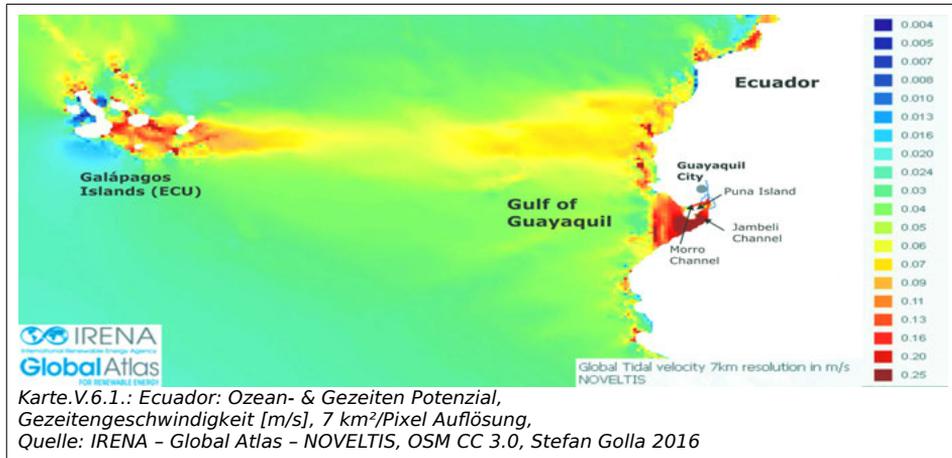
geplanten Vorhaben den Nachhaltigkeitszielen des Landes entsprechen und ggf. Wasserkraftwerke aus Gründen des Umweltschutzes, Biodiversität, Rechte der Naturvölker und zur Bewahrung von fruchtbaren Böden zurückgebaut werden müssen. Das in den USA, Frankreich und Deutschland bereits der Fall ist.[444][445] Auch ist zu prüfen, in wieweit Investitionen in andere EEA lokaler bevorzugt werden sollten und Investitionsrisiken auszulagern sind. Somit sollte in Betracht gezogen werden, dass die 5,4 GW installierte Leistungen bis 2017 als Obergrenze zu sehen ist, in der kumulierend kleinere Laufwasserkraftwerke zwar zugebaut werden können, aber größere und ältere Staudammprojekte wie Paute-Molino zurückgebaut werden sollten. Ohnehin ist der Betrieb von großen Wasserkraftwerken > 50 MW nicht nur ökologisch umstritten, sondern nur durch Subvention und Korruption „attraktiv“. Wie bereits durch häufigere und intensivere auftretende El Nino Ereignisse deutlich spürbar wurde, ist eine Verschärfung durch den fortschreitenden Klimawandel in Südamerika mit einer Niederschlagsabnahme mittel- und langfristige von 3 % bis 5 % durchschnittlich zu rechnen („*Nature Climate Change 6*“, (Michelle T. H. van Vliet, et. all. 2016) [250], *Prognostizierte Veränderung zwischen 2020 und 2050*). Hierbei werden sich lokale klimatische Veränderungen auf die beschränkte zeitliche Nutzung und damit auch die Rentabilität und Versorgungssicherheit von Groß-Wasserkraftprojekten zunehmend einschränken. [243][244][252]

## V.6 Ozeanenergie

Trotz der seit 2013 neu aufgesetzten Förderung für Wellen- und Gezeitenkraftwerke wurden bisher keine bekannte Anlage installiert. OTEC – Kraftwerke sind für Ecuador eher unwahrscheinlich, da der vorwiegend kalte Humboldtstrom keine entsprechenden Temperaturdifferenzen zwischen wärmerem Oberflächenwasser und kalten Reservoirs im Untergrund zulässt.

Denkbar wären Gezeitenkraftwerke, deren Potenziale in der Region Manta und den Galapagosinseln möglich, aber nur gering wären. Das wohl größte Potenzial nach IRENA - *Global Atlas: NOVELTIS* – befindet sich im Inneren des *Golf von Guayaquil*. Bis zu geringen Wassertiefen von ca. 40 m können hier Strömungsturbinen MCT errichtet werden wie dies in Westengland mit einer 1,2 MW 2x2 Flügel und einem JELZ von 5 GWh/(MW\*a) realisiert wurde. Derartige Kraftwerke können ab Strömungsgeschwindigkeiten von 2,4 m/s eingesetzt werden [446]([323]S. 57 ff.). Trotz dieses recht hohen JELZ ist ggf. mit erheblichen schädlichen Störungen von Meeressäugern bei der Errichtung (Rammen) zu rechnen, ebenso könnten die Tiere aufgrund zu hoher Rotationsgeschwindigkeit der Propeller verletzt werden. Anhand von ausgiebigen Voruntersuchungen für einen Standort und deren Meeresbewohner sollten im entsprechende berücksichtigende Gutachten im Vorfeld stattfinden, um den Standort im Jambeli Kanal zu nutzen. Der Morro Kanal nördlich der Insel Puna ist, ebenso wie die Insel selbst, ein ausgeschriebenes Schutzge-

biet, insbesondere für Vögel. Die Errichtung von offshore WEA ist daher nicht in Betracht zu ziehen [447]. Gegenüber dem Einrammen von MCT können auch leichtere Befestigungen durch alternative Turbinenformen angewandt werden.



Für eine genauere Ermittlung der Standortpotenziale sind umfangreiche Untersuchungen zu den Einflüssen der verschiedenen möglichen Techniken, der Standortbedingungen (Untergrund) und der Meeresbewohner notwendig. Ein Potenzial für Strömungsturbinen wird voraussichtlich aufgrund der geringen Fläche und Schiffsverkehr sowie Schutzgebiete auf maximal 1 GW und 5 TWh/a begrenzt sein. Die Errichtung von Gezeitenstaudammkraftwerken ist aufgrund der betreffenden Schutzgebiete an Küstenstandorten ebenfalls auszuschließen und ohnehin mit sehr geringer Auslastung zu rechnen.

Als Alternative und ggf. nachhaltigere Ozeanenergieformen sollen an dieser Stelle Wellenkraftwerke mit Ketten- oder Auftriebs-Schwimmkörpern sowie elektrische Polymerfasern genannt werden, die jedoch noch in der Erforschungs- oder Prototypenphase stehen. Es könnte sich lohnen, diese Technol.ogien weiter im Blick zu behalten und zu fördern. Für Ecuador wird ein mittleres Potenzial von 15 kW/m gerechnet ([140], S.92).

## **V.7 Bioenergiepotenzial Ecuador vs. industrielle Landwirtschaft**

### **V.7.1 Einleitung**

Die Landwirtschaft in Ecuador hat ihre hohe Bedeutung nicht nur weil sehr guten klimatischen Bedingungen die gesamte Bevölkerung ganzjährig ausreichend mit Lebensmittel versorgen kann, sondern weil die Überproduktion darüber hinaus für mehr als die Hälfte der Einnahmen aus dem Export (je nach Rohölpreisen) verantwortlich ist.

Der Anbau von Energiepflanzen (Kapitel I) besteht im Wesentlichen in Ecuador aus Zuckerrohr, Mais, Palmfrüchten und Soja. Doch ein Großteil der Fläche für die Landwirtschaft ist ungeeignet und wird durch Rodung des Regenwaldes und Trockenlegung von Mooren erschlossen, während auf der anderen Seite Böden erodieren und verarmen. Hierdurch werden nicht nur gigantische Mengen an gebundenem Kohlenstoff aus Boden und Vegetation in die Atmosphäre freigesetzt (Landumnutzung), sondern auch Lebensräume heimischer Arten vernichtet (Kapitel I.3). Zwar ist Landgrabbing, also der oft großflächige Aufkauf oder nicht rechtlich gesicherte Annektion von Land eher weniger ein maßgebliches offizielles Problem in Ecuador, dennoch wird z.B. durch die Erschließung von Regenwald durch die Folgen des Extraktivismus und illegalen Holzeinschlag oft Land in der Hand von Naturvölkern enteignet. Dieser Keim der Zerstörung stellt de facto das Naturell ansässiger nativer Bevölkerung und den Naturschutz in Frage.

Weltweit gesehen geht Landgrabbing und Landraub durch institutionelle oder (para-)militärische Gewalt mit dem Anbau von Energiepflanzen profitgieriger Unternehmen und machtsaugender multinationaler Konzerne Hand in Hand. Diese Realität hat in Südostasien bereits große Teile des Regenwaldes in Borneo, Sumatra und Malaysia mitsamt ihren Bewohner vor allem für Ölpalmenplantagen, Soja und Rohrzucker vernichtet [448]. Das Landgrabbing nicht nur ein Phänomen des neoliberalen Kapitalismus im Globalen Süden ist, sondern auch in Deutschland als vermeintlicher Rechtsstaat ein ernstzunehmendes Problem ist – wie der Experte Dr. Jörg Gerke seit Jahrzehnten kritisch untersucht und benennt [449][105] – veranschaulicht um wie viel dramatischer der Druck auf Länder im Globalen Süden z.B. durch die EU und China Einfluss nimmt. In diesem Zusammenhang ist Landgrabbing nur die zerstörerische Folge von Gewinnmaximierung für den temporären Anbau von beispielsweise Energiepflanzen, die eine zunehmenden Preissteigerung auf dem Weltmarkt durch kurzfristige und falsch Anreize aus den Energiezielen in der Treibstoffwirtschaft und Lebensmittelherstellung erfahren und aus dem Bevölkerungs- und industriellen 'Wohlstands'zuwachs folgt. Am Ort des Geschehens tragen auf der einen Seite korruptive Landvergabe, die Missachtung von indigenen Land- und Völkerrechten und institutionelle nationale Schwäche Mitschuld an den negativen kurzfristigen lokalen und lang-

fristig nationalem Schaden. Kurzfristige Interessen Weniger befördern undemokratisch als „Push“- Ursache mit billigem Landerwerb erst die Erstarkung von Agrarkonzernen und rückkoppelnd den neokolonialen Druck des Globalen Nordens.

Auf der anderen Seite weisen neoliberale globale Wertevorstellungen notorisch die Verantwortung für negative Rückkopplungseffekte wie Klimawandel, Hungerkrisen und Migration von sich, wenn z.B. staatliche und europäische Beihilfen durch Agrarsubventionen und Freihandelsabkommen Absatzmärkte im Globalen Süden künstlich zugänglich machen. Durch diese „Pull“- Ursachen werden Massentierhaltung und der Bedarf und entsprechende Anbaumethoden von Energiepflanzen für Treibstoffblendings erst lukrativ. Eine Art Greenwashing zum Beitrag des Klimaschutzes und der Nahrungsmittelproduktion gegen den Welthunger kann somit von anderen Rohstoffkonflikten ablenken oder dem Weiterverkauf von Fleisch- und Milchüberproduktion z.B. nach China befriedigen. Somit schließt sich der Kreis in Folge von höheren Lebensstandards, die nicht umfassend global eingepreist werden, jedoch als vernunftbasierte vorzeitige Wachstumsbremse vor den negativen nationalen und globalen Folgen schützen würde.

Als Folge des Handels von Energiepflanzen vermehren sich lokale Konflikte von Bauern, Anwohner, Kommunen (Massentierhaltung, Biogasanlagen, Flächenkonkurrenz zu Nahrungsmitteln, Agrargifte und Monokulturen, Gewässerverschmutzung, Grundwasserbelastung) in den Produzenten- und Konsumentenländern und bilden langfristig auch Migrationsursachen und Artensterben durch Verdrängung und Entzug der Lebensgrundlagen. Massentierhaltung und Energiepflanze stehen insbesondere in Europa immer stärker in der Kritik, die zunehmend Druck auf die EU-Politik und UNO aufbaut [450]. In der EU-28 steigen in Folge der Massentierhaltung insbesondere in Deutschland die Gesundheitsrisiken für die Bevölkerung und führen nachweislich zum Artensterben und Verdrängung lokaler Lebensräume. Schuld daran sind, neben dem Einsatz von Kunstdünger, Agrargiften und Monokulturen auch die Entsorgung der Fäkalien aus der überproportionalen, nicht-artgerechten Tierhaltung – oder auch Tierfabriken genannt. Wo bereits strenge Reglementierungen in den Niederlanden dafür sorgt das unsachgemäß Gülle nach Deutschland exportiert und auf den Feldern ausgebracht wird. So wurden an 28 % der Messstellen Deutschlands die Grenzwerte von 50 mg/l Nitrat überschritten. Nitrat oder besser gesagt, das daraus entstehende Nitrit ist toxisch und beeinflusst die Entwicklung nachhaltig negativ, insbesondere für Kinder und heimischen Tierarten, das über das Fluss- und Grundwasser aufgenommen wird [451]. Nitrat kann dabei nicht aus dem Trinkwasser gefiltert werden, sondern muss aufwendig und teuer durch andere Quellen heraus verdünnt werden.

Unter Blending ist bei die (gesetzlich reglementierte) Beimischung von Palmöl zu Diesel und Ethanol (Zuckerrohr) für Benzin zu verstehen. Dabei

ist die direkte Treibstoffherzeugung aus sog. Energiepflanzen auch aus physikalisch-biochemischer Sicht ineffizient und unrentabel, im Gegensatz zur direkten Nutzung der Sonnenenergie (PVA/STA/PtL) oder der Reststoffverwertung aus der Landwirtschaft.

Die Art der Bewirtschaftung von Böden verfolgt grundsätzlich zwei Strömungen, die wiederum sehr feingliedrige Unterschiede aufweisen und sich jeweils in der Weiterentwicklung befinden. Der Öko-Landbau ist dabei einer der nachhaltigsten Ansätze die zumeist in kleinen und mittleren Betrieben und solidarischen Landwirtschaft sinnvoll betrieben werden kann. Während die ökologische Landwirtschaft die Ernährung der Bevölkerung, die Erhaltung der Bodengesundheit und des Nährstoff- und Wasserkreislaufs dienen soll, bezweckt die industrielle Landwirtschaft vordergründig die monetäre Vermehrung von einzelner Investoren auf temporären Flächen. Vor allem wird bei der industriellen Landwirtschaft an den Produktionskosten durch deutlich weniger Arbeitsplätze pro Hektar und Produktionseinheit, besondere durch den viel höheren Einsatz von Landmaschinen eingespart, die wiederum möglichst große einheitliche Flächen von mehrere 100 - 10.000 ha benötigen. Temporär, weil aufgrund der rückläufigen Bodenfruchtbarkeit der Ertrag binnen 1 - 3 Jahren soweit abnimmt, dass der finanzielle Mehraufwand an Bearbeitung, mineralischen und synthetischen Düngern und Agrargiften die Nutzung unwirtschaftlicher machen. Dabei ist erwiesen, dass bei gleichem Energieeinsatz siebenfach höheren Erträge in der ökologischen Landwirtschaft als auf konventioneller (industrieller) Art möglich sind [452]. Diese Energiebilanz fußt dabei hauptsächlich auf den Einsatz von synthetisch-chemischen Nitrat-Düngern und die Zugabe von mineralischem Phosphor - zumeist ein Volldüngerprodukt NPK, der zu je 15 % aus Stickstoff, Phosphor und Kalium besteht. Diese Elemente sind in der Herstellung besonders energieintensiv durch den Abbau-, Raffinerierungs- und Trocknungsprozess. Wie bereits die Vorsilbe „mineralisch“ bei Phosphor andeutet, wird dieser zumeist aus Marokko im Bergbau gewonnen. Doch dieses einmalige gigantische Vorkommen wird sich schätzungsweise in den nächsten 15 Jahren erschöpfen, woraus sich bereits das alarmierende Wort Phosphor-Krise etabliert hat und die gesamte global Agrarindustrie in Frage stellt. In Bezug auf Kapitel II.6. (TENORM) liegt ein weiteres, verschwiegenes Problem in Bezug auf eine gesunde Nahrungsmittelproduktion und Böden vor. Wie in Tabelle V.7.1.1+2 aufgeführt ist, sind dem mineralischen Phosphor von Natur aus sehr hohe Konzentrationen von Uran und Thorium angehaftet, dass sich mit der Intensität und Dauer der Düngung die Böden radiotoxisch anreichert und verseuchen. Aus dieser Perspektive der industriellen Landwirtschaft werden Nahrungsmittel zum Gesundheitsrisiko. In Deutschland spricht man von einigen hundert Kilogramm Uran pro Jahr, das so mit anderen verarmenden Salzen auf die Felder gelangt.

Element	Produkt	P (Phosphor: Landwirtschaft & Industrie)		Volldünger
Radionuklid	Ausgangsstoff   Einheit	Mineral	Phosphat-Gips (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )   Abfälle	NPK (15+15+15)
<sup>238</sup> U	[Bq/kg]	10 - 2.000 - 21.700	250 - 2.100   362.600	540
<sup>235</sup> U				
<sup>232</sup> Th		4 - 9.920 - 15.500	450 - 700	300
<sup>230</sup> Th				
<sup>228</sup> Ra				
<sup>226</sup> Ra		15 - 1.358 - 13.950	650 - 800	8
<sup>222</sup> Rn				
<sup>210</sup> Po		150 - 1.765		
<sup>210</sup> Pb		76 - 1.500 - 1.830	500 - 600	2

Tabelle V.7.1.1: Extraktivismus IV: Radioaktivität in der industriellen Landwirtschaft I  
Phosphor: End- und Abfallprodukte, je nach Förderstätte, leere Felder sind unbestimmt. Einzelaktivitäten summieren sich auf. Menge der radiotoxischen Stoffe wie in Tabelle V.7.1.2 zu bestimmen.  
Quellen: [182][183] Stefan Golla

Element	Avocado-Konstante	6,02E+23	Norm-Aktivität	Phosphat-Abfälle (Dünger) <sup>max</sup>		NPK (15+15+15)		natürliche Häufigkeit i.d. Erdkruste	
Radionuklid	Halbwertszeit [a]	rel. Masse m.mol [g/mol]	Einheit [Bq/kg]   [kg/m <sup>2</sup> ]	spez. Aktivität [Bq/kg]	Masse Menge <sub>abs</sub> [mg]; ppm	spez. Aktivität [Bq/kg]	Masse Menge <sub>abs</sub> [mg]; ppm	Menge <sub>abs</sub> [mg/kg]; ppm	Radionuklid
<sup>238</sup> U	4,47E+09	238	1,24E+07	362.600	29.131	540	43,38	3,2	<sup>238</sup> U
<sup>235</sup> U	703,80E+06	235	8,00E+07					0,02	<sup>235</sup> U
<sup>232</sup> Th	14,05E+09	232	4,06E+06	700	172,45	300	73,91	7 - 13	<sup>232</sup> Th
<sup>230</sup> Th	75,04E+03	230	7,67E+11					<<1E-12	<sup>230</sup> Th
<sup>228</sup> Ra	5,70E+00	228	1,02E+16					<<1E-12	<sup>228</sup> Ra
<sup>226</sup> Ra	1,60E+03	226	3,66E+13	800	21,88E-06	8	218,83E-09	95E-12	<sup>226</sup> Ra
<sup>222</sup> Rn	3,82E+00	222	1,56E+16					61E-12	<sup>222</sup> Rn
<sup>210</sup> Po	378,08E-03	210	1,67E+17					21E-12	<sup>210</sup> Po
<sup>210</sup> Pb	22,30E+00	210	2,83E+15	600	212,28E-09	2	707,61E-12	<<1E-12	<sup>210</sup> Pb
<sup>40</sup> K	1,28E+00	40	2,59E+17					2,88	<sup>40</sup> K

Tabelle V.7.1..2: Extraktivismus IV: Radioaktivität in der industriellen Landwirtschaft II  
Phosphor: Rückstände zum Hintergrund, je nach Förderstätte, leere Felder sind unbestimmt, Einzelaktivitäten summieren sich auf. Quellen: [182][183] Stefan Golla

Für die Angabe aus Kapitel I.8. von 273 k.t Kunstdüngereinsatz auf 1,194 M.ha industrieller Landwirtschaftsfläche in Ecuador 2013 ergibt sich mit der Abschätzung aus den beiden Tabellen eine landwirtschaftliche Boden- und Nahrungsmittellast von 11.844 kg/a Uran, 20.176 kg/a Thorium, 59,7 mg/a Radium und wenigen µg radiotoxischem Blei. Resultierend beläuft sich die durchschnittliche, zusätzliche Belastung der Böden auf etwa 27 g/(ha\*a) TENORM oder 19 Bq/(m<sup>2</sup>\*a) Aktivität. Neben wachsenden Belastung durch die genannten und anderen Schwermetalle, kann davon ausgegangen werden, dass im Zeitraum 2000 - 2016 die Aktivität der Böden durch die industrielle Landwirtschaft, je nach lokalem Düngereinsatz, weiteren Einträgen, subtraktiven Auswaschungsprozesse, um rund 310 Bq/m<sup>2</sup> zugenommen hat.

Wie festzustellen ist, wird durch die industrielle Landwirtschaft der Boden zerstört, die Erzeugung von Nahrungsmitteln für die Bevölkerung verdrängt, Böden und Wasserkreislauf mit Agrochemie über Jahrzehnte vergiftet. So stellt sich die Frage, ob industrielle Landwirtschaft z.B. in Südamerika für Tierfutter der Massentierhaltung in Europa und Nordamerika und der organischen Treibstoffherstellung dienen und weiterhin gegen nationale Interessen zur Stabilisierung und Unabhängigkeit für die Produzentennationen wie Ecuador streben sollte [2][73][70][453][454][455][456].

Die ausgezeichneten Bedingungen für Photovoltaik in Ecuador bietet keine Notwendigkeit für Energiepflanzen, die für den Export bestimmt sind. Insbesondere durch die Nutzung von PtL könnten Energiepflanzen nur ein schwaches Alibi sein. Auch stehen Energiepflanzen aufgrund der weltweiten Konkurrenz und Masse unter erheblichem Marktdruck der Börsen. Zeitgleich steigt der Bedarf an ökologischen Nahrungsmitteln z.B. in China, USA und Europa (2013 global: 43,2 M.ha, 72 G.USD/a). Dieser Trend kann richtungsweisend für die stärkere zukünftige Exportmarktausrichtung für Ecuador sein, der durch den bereits fairen und ökologischen Anbau von Kakao, Kaffee und Bananen zunehmend an Bedeutung gewinnt [457]. Während der Marktanteil an Biolebensmitteln z.B. in Deutschland mit 1 - 5 %/a zunimmt, wächst die Anbaufläche nur um ca. 1 %/a, was einen Importbedarf an ökologisch und fair erzeugten Lebensmitteln steigert[458].

Diese Unterkapitel wird sich tiefer mit den Ursachen und Wirkungen von verschiedenen Anbaumethoden in der Landwirtschaft allgemein beschäftigen. Dafür werden intensivere Einblicke in die aktuell relevanten Themen wie: Böden, Agrargifte und Energiepflanzen notwendig sein, um hieraus folgend unter den verfügbaren Daten der MEER - Studie zur Landwirtschaft, das Potenzial der Bioenergie in Ecuador ermitteln zu können.

### **V.7.2 „Böden“ - Interview mit Dr. Fritz Haubold, TU-Dresden**

Im folgenden Unterkapitel sollen im Gespräch mit Dr. Fritz Haubold der TU-Dresden die Zusammenhänge zwischen Böden und Bodenfruchtbarkeit aus Sicht der Geologie und Landwirtschaft erklärt werden. Herr Haubold leitet landwirtschaftliche und geologische Forschungsprojekte in Äthiopien, das in gewisser Weise Ähnlichkeit zu den Bedingungen in Ecuador aufweist [44].

→ **Kapitel VIII.2**

### V.7.3 Palmfrucht Anbau – multiple Gefahren durch Palmöl

Palmöl und Palmkernöl sind weltweit sehr gefragte pflanzliche Rohstoffe, die hauptsächlich in der Lebensmittelindustrie, der Kosmetik und Waschmittel, als Dieselkraftstoffe sowie Grundchemie als kostengünstigster Fettersatz Anwendung finden. Ihre beiden Alleinstellungsmerkmale sind die hohen Ernteerträge in konventioneller, industrieller Landwirtschaft auf Plantagen, deren Landgestehungskosten in ehemaligen Regenwäldern für teilweise 2 Euro je Hektar sehr billig ist sowie die physikalischen Eigenschaften des Pflanzenöls.

Zum grundlegenden Verständnis sind Öle zumeist langkettige, meist unverzweigte Kohlenwasserstoffe, wogegen Fette verzweigte Kohlenwasserstoffe sind. Die Verzweigung wird dabei zumeist durch Glycin mit drei Bindungsmöglichkeiten realisiert. Hierfür müssen die Kohlenwasserstoffketten (Fettsäuren) der Öle verestert werden, damit deren Enden an das Glycin andocken können.

Als einziges in industriellem Maßstab verwertbares pflanzliches Fett ist es bei Raumtemperaturen noch zähflüssig und beginnt je nach Zusammensetzung unterhalb von 20 °C fest zu werden. Das erklärt die fast ausschließliche Verarbeitung in Schokoladen- und Brotaufstrichen, Margarine, Fertiggerichte, Müslis, Backwaren und Tierfutter. In der Lebensmittelverarbeitung ersetzt es teurere tierischen Produkte und wird hier hauptsächlich zum Braten, Rösten oder Frittieren eingesetzt, worin Palmkernöl zumeist seine Verwendung findet [461]. Palmöl hingegen wird vorrangig wegen seines geringeren Schmelzpunktes als Treibstoffzusatz (Blending: B5, B10) Biodiesel verwendet [462][255]. Mit steigender Tendenz ist die EU einer der größten Palmölverbraucher.  $\frac{2}{3}$  aller Importe, 3,2 +0,5 M.t werden jährlich als Dieselblending für Kraftstoffen in der EU verbrannt. Die hierdurch verbrauchte Fläche von 88.000 km<sup>2</sup> (8,8 M.ha), zumeist in Südost-Asien, entspricht damit etwa 0,6 % der weltweiten landwirtschaftlichen Fläche. Global gesehen hat sich die Anbaufläche von Ölpalmen seit 1990 auf 17 M.ha verdreifacht. Mit einem pro Hektar-Ertrag von 150 Bäumen mit je 750 kg/a ergeben sich 7 M.t Palmkernöl und 63 M.t CPO (Cruid Palm Oil) [463].



Bild V.7.3.1+2: links: Palmfrucht, Afrikanische Palme; rechts: Afrikanische Palme; Quelle: Wikipedia: [459][460]

Das Argument für Biotreibstoffe, sie würden zum Klimaschutz beitragen, ist nicht haltbar, da zum einen mehr als die Hälfte der Flächen von Regenwald abgenutzt wurden und deren Treibhausgas-Fußabdruckbilanz bei +64 g eCO<sub>2</sub>/kWh (231 g eCO<sub>2</sub>/MJ) mehr als doppelt so hoch wie bei der Urwaldabholzung oder fossilen Treibstoffen ist (ohne Stick- und Schwefeloxide) [464]. Aber auch antropologische – Nicht-Primärwaldflächen sind in Gefahr, weil Regenwaldrodung für Palmöl zunehmend unpopulär geworden ist und hierdurch die Expansion auch andere, bereits degradierte Böden versucht auszuweichen, bzw. Sekundärwald oder Bäuerliche Landwirtschaft verdrängt. Besonders verwerflich ist, das die EU dieses brutale Geschäft mit 10 G.€/a subventioniert – mehr als 300.000 Unterschriften und Aktionen laufen derzeit gegen die EU, zum Verbot von Palmöl, Sturm [465].

Neben den großen Konflikten in Indonesien und Malaysia, auf Borneo und Sumatra, die zur Vernichtung der großen Menschenaffen, der Orang-Utans [467], den Ureinwohnern und des Regenwaldes durch Landgrabbing und Brandrodungen (2015) führen, muss auch die Frage über mögliche che-

Zusammensetzung Palmkernöl	Anteil %	Summenformel	Alternativname	R,CH-Klasse	LD/LC 50	Bemerkung	M.mol	M.mol-Anteil
Palmitinsäure	6	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>				Metastasen	256	1.536
Laurinsäure	37	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>		F	12 g/kg   100 mg/l		200	7.300
Linolsäure	2	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>					280	420
Stearinsäure	3	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>			2g/kg		284	710
Myristinsäure	12	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>					228	2.736
Caprylsäure	3	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	Octansäure	36,38,E	10 ml/l	ätzend	144	360
Caprinsäure	3	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	Decansäure	34,36,38,E	10 g/kg	reizend	172	430
Oleinsäure	12	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	Octadecensäure				282	3.243
Glycin	25	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> -R <sup>1,2,3</sup>					170	4.250

Tablle.V.7.3.1: Zusammensetzung Fettsäuren von Palmkernöl,

Zusammensetzung Palmöl	Anteil %	Summenformel	Alternativname	R,CH-Klasse	LD/LC 50	Bemerkung	M.mol	M.mol-Anteil
Palmitinsäure	33	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>		F		Metastasen	256	8.535
Oleinsäure	30	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	Octadecensäure				282	8.333
Linolsäure	8	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>		F		Omega 1-ω	280	2.310
Stearinsäure	3	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>		F	2g/kg		284	852
Myristinsäure	1	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>		F			228	171
Phytosterin	0,04	C <sub>29</sub> H <sub>48</sub> O				Cholesterinsenker	412	16
Carotinoide	0,08	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub>	β-Carotin				536	43
Glycin	25	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> -R <sup>1,2,3</sup>					170	4.250

Tablle.V.7.3.2: Zusammensetzung Fettsäuren von Palmöl,

Quellen: Wikipedia[461], weitere Quellen im Dokument hinterlegt, Merck[466], IRB [463], Stefan Golla 2017

mische Risiken für die Verbraucher beantwortet werden. Der hohe Chemikalieneinsatz beim Anbau von Ölpalmen migriert von der Pflanze in die Frucht, was Palmöl bereits aus der Sicht der Anbaumethode schädlich für den Organismus macht [468]. Stellt man die kontroverse Frage, ob Palmöl und Palmkernöl nativ auch gesundheitsschädlich für den Menschen ist, so ist dies nach Aufstellung und Zusammensetzung von Palm(kern)öl in den Tabellen

V.7.3.1+2 [466], zu bejahen! 59 % des Massenanteils von Palmkernöl und 65 % des Palmöls sind zumindest als bedenklich verdauungsunförderlich, toxisch, krebserregend oder metastasenbildend einzustufen wie neueste Forschungsergebnisse zeigen.

Zum groben Verständnis in der Herstellung: Für die Nutzung des Palmöls als Fettersatz z.B. in der Lebensmittelindustrie muss Palmkernöl und Palmöl zuerst verestert werden. Dafür wird es auf über 170 °C erhitzt, um Fettsäureester und Gerüche durch Umesterung zu eliminieren. Dabei muss der Restsäuregehalt unter 3 % bleiben. Wird Palmkernöl oder Palmöl in Nahrungsmitteln eingesetzt, so wird während der Verdauung im Darm durch das Enzym Lipase die Veresterung rückgängig gemacht. Die teilweise toxischen Fettsäuren liegen somit im Darm wieder aktiv vor und schädigen sowohl Darmorganismen, die für die Verdauung lebenswichtig sind und werden vom Körper aufgenommen. Durch Mizellen umschlossen, werden die Fettsäuren durch die Darmwand über die Lymphe in die Leber transportiert. Glycin wird über die Blutbahn aufgenommen. (Die Wirkungsweise der reinen Fettsäuren beim Ab- und Umbau im Körper wird derzeit wissenschaftlich kontrovers diskutiert. Insbesondere steht hier die Frage, ob und in welchem Maße gesättigte oder einfach-, bzw. mehrfach ungesättigte Fette nun förderlich oder schädlich sein können [469] – das soll hier aber nur nebenläufig erwähnt bleiben.)

Palm(kern)öl ist nach der Veresterung selbst als verarbeitetes Produkt bedenklich gesundheitsschädlich. Dies stellte Anfang 2016 selbst die EFSA fest. Die EFSA (European Food Safety Authority) gilt seit Jahren, ebenso wie das BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung, Deutschland), als besonders industriefreundlich, mit direkten Verbindungen einiger Mitarbeiter zu Monsanto, Syngenta und Bayer. Sogar Glyphosat wird von beiden Organisationen jahrzehntelang als unbedenklich eingestuft, indem nicht-industriefreundliche Studien bei der Bewertung intransparent nicht berücksichtigt werden.

Laut der veröffentlichten EFSA-Metastudie: „*Risks for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food*“ [470], werden bei der Erhitzung von Palmöl, aber auch anderen Pflanzenölen wie Soja (insbesondere in Margarine) bei der Raffinierung sogenannte MCPD, DCP, Glycidol und Glycidyle durch Chloridierung gebildet. Diese Prozesse finden vor allem an Laurin-, Myristin-, Palmitin-, Stearin-, Olein- und Linolsäuren statt, die im Palmöl und Palmkernöl, siehe Tabelle V.7.3.1+2 die Hauptbestandteile bilden. Glychidol und Glycidyle, aber auch 2- und 3-MCPD sind als krebserregend bekannte Stoffe. Die EFSA schreibt dazu, dass durch die Zunahme von Palmölprodukten im täglichen Konsum die zulässige Tagesdosis von 0,8 - 20 µg/kg Körpergewicht, je nach Substanz und nationaler Norm, um ein Vielfaches überschritten wird. Dabei wurden in Palm(kern)ölprodukten durchschnittlich 1.600 µg/kg (2-MCPD), 3.250 µg/kg (3-MCPD) und 9.000- 4.000 µg/kg (Glycidol) der Einzelstoffe nachgewiesen (Diagramm V.7.3.1). Dem reinen Palm(kern)öl nachran-

gig platziert, eine Größenordnung darunter, lagen Margarine, Mais, Soja und Weizen (Gebäck, Teigwaren), sowie frittierte Produkte. Die schädliche Wirkung ist vor allem bei Kleinkindern hoch. Darüber hinaus wird die Ursache für Missbildungen bei ungeborenen Leben durch Verzehr von Palm(kern)ölprodukten als sehr hoch eingeschätzt. Ebenso gibt es Anzeichen von Fruchtbarkeitsstörungen.

Eine im Januar 2017 veröffentlichte Studie der IRB Barcelona (Institute for Research in Biomedicine) stellte in Krebsstudien (Gloria Pascual et al.) im Zusammenhang mit Fettsäureestern fest, dass ein bislang nicht entdeckter Rezeptor CD36 in Tumorzellen die Metastasenbildung aktiviert. Unter geringer und kurzer Zugabe von Palmitinsäure konnte nachgewiesen werden, dass 100 % der Versuchstiere Metastasen bildeten – unabhängig der Verfassung des Immunsystems [471].

Um der Tiefe der Palmöl-Problematik zu verdeutlichen sollte hier noch der im November 2016 erschiene Artikel bei „Rettet den Regenwald“, die über diese Studie berichtete, erwähnt werden, das Palmölplantagen nach Recherche der Organisation in Zusammenhang mit teilweise ehemalige UN-Mitarbeiter für Entwicklungshilfe in einer immense Korruption in Bezug auf den Anbau und unrechtmäßige Bereicherung durch Palmölplantagen mit illegaler Rodung und Landgrabbing in Verbindung gebracht wurden ([448], S.4).

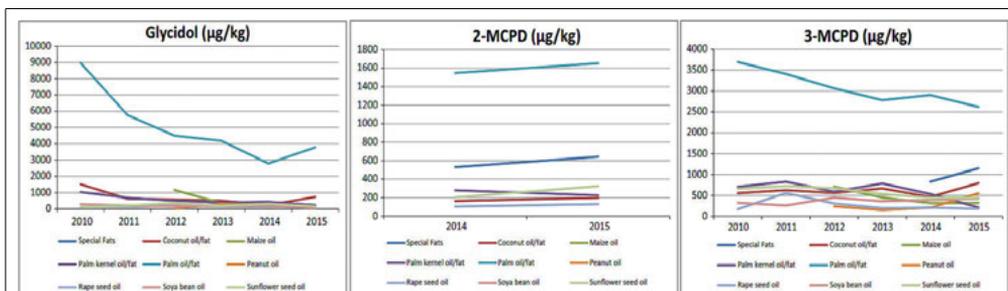


Diagramm V.7.3.1: Palmöl - multiple toxische Belastung von Nahrungsmitteln - in Zusammenhang mit der Zubereitung/Herstellung Mithilfe von verschiedenen pflanzlichen Fetten/Ölen durch gentoxische Nebenprodukte im Prozess und Anwendung. Hier Glycidol, 2-MCPD und 3-MCPD; „Risks for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food“ [470](EFSA 2016, Seite 32)

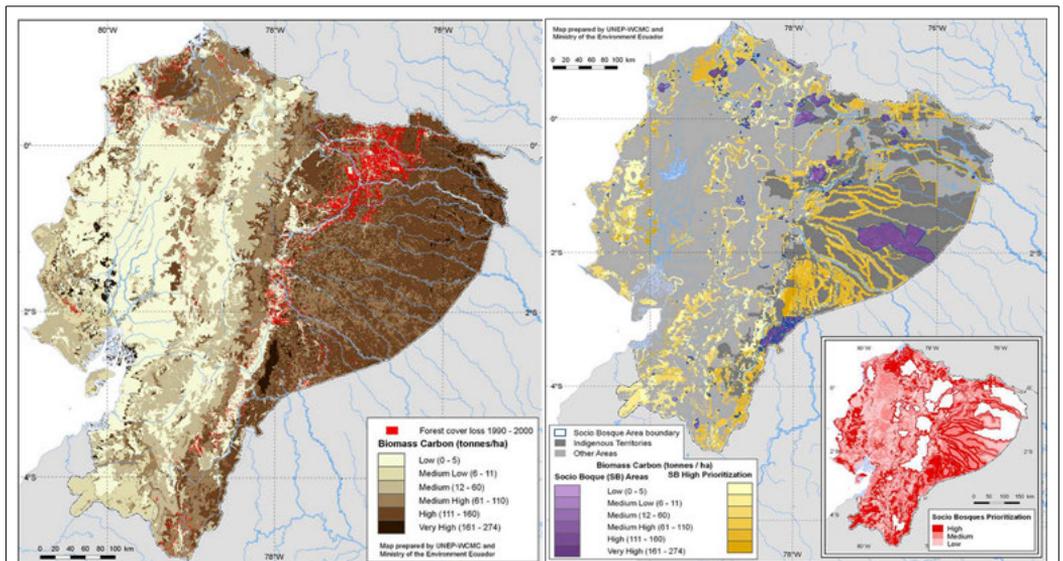
Neben der sehr umstrittenen Wirkung von Palmölprodukten steht die Ölpalme auch im ökologischen Sinne unter starker Kritik, da durch ihren industriell enorm weitständigen, intensiven Anbau und damit einhergehendem Verdrängungsprozess auch die Bodenfruchtbarkeit und Bodenerhalt ganz erheblich zu Schaden kommen. Der Einsatz von Agrargiften im Ölpalmenanbau, als nicht heimisches Gewächs wirkt natürlich gegen heimische Pflanzen und Mikroorganismen und hat daher einen erheblichen negativen Einfluss auf die Biodiversität, die Gesundheit der ArbeiterInnen und die Bevölkerung über das Grundwasser.

In Ecuador wird seit 1953 die afrikanische Ölpalme hauptsächlich in der Region Esmeraldas, gefolgt von Santo Domingo d.I.T., Los Rios und Sucumbios angebaut. Hauptakteure sind hier die Firmen *Palmoriente* und *Palmeras del Ecuador* (1978), die hauptsächlich aus dem Ausland finanziert werden. Durch dubiose Gutachten (IERAC) und Verstrickungen von Einzelpersonen in den USA, in den nationalen Instituten der Agrarindustrie und der Zusammenarbeit mit dem MAG (Ministry of Agriculture) wurden große Flächen nunmehr auch in den östlichen Hängen der Sierra und im Amazonas (Regionen: Napo und Oriente) als unbedenklich für den Anbau von Ölpalmen eingestuft und freigegeben. Der Anspruch zur Festschreibung bestehender Landrechte indigener Bevölkerung wurden behindert oder ignoriert. Auch militärische Unterstützung gab es im Anschluss auf die Freigabe von zweimal 10.000 ha in zuvor deklarierten Schutzgebieten (1984). Seitdem werden von den zwei Hauptakteuren und einem weiteren japanischen Investor ACEIPA 250 k.ha aus den 13.8 M.ha der unberührten Regenwaldregion für den Palmölplantagenanbau versucht in Anspruch zu nehmen. Die Ausweitung des Extraktivismus und der Exploration der Erdölförderung in den Gebieten von Puerto Francisco de Orellana und Lago Agio sind hier Hauptwegbereiter, durch die Ansiedlung und Rodung für Straßen für die Erdölindustrie [255].

Das INIAP (National Institute of Agriculture) ist in puncto Eintrag von Pestiziden und Deklaration von Landbesitz für Indigene uneins. Es liegt in der Argumentation ein tiefes Missverständnis zwischen Regenwald und deren Bewohnern als unkultiviertes und unbewohntes Gebiet und dem Naturerbe und Schutz Naturvölker selbst sowie der Biodiversität aus der Verfassung vor. Noch 1984 bestritt die INIAP die Gefahr des massiven Einsatzes von Pestiziden im Ölpalmfruchtanbau. Der notwendige Einsatz von hochtoxischen und bereits aus dem Getreideanbau verbotenen (US 1974) Chemikalien wie Endrin, Aldrin, Dieldrin gegen Insektenbefall wurden mit verheerenden Auswirkungen in den umliegenden Flüssen nachgewiesen. Seit 1980 haben sich mehr als 40 indigene Gruppen der Bevölkerung professionell in der CONFENIAE organisiert, um so politischen Einfluss gegen (ausländische) Konzerninteressen bei der Regierung durchzusetzen ([102] *Culture Survival, Inc, 1978*). Dieser sehr frühe Widerstand gegen die Ausbreitung von Palmölplantagen führte unter anderem dazu, dass dieser nur recht langsam bis 2004 voranschritt. Seitdem hat sich jedoch die Produktion von 282 k.t/a auf 556 k.t/a (2016) verdoppelt. Damit machen die 280 k.ha 4,5 % der Wirtschaftsleistung im Agrarsektor. Wobei mehr als die Hälfte nach Venezuela und Kolumbien und exportiert wird (Biodiesel). Zwar ist die mit Palmölindustrie zusammenhängende Entwaldung ein bedeutsames Regierungsziel geworden, jedoch schreitet die Vernichtung des Regenwaldes in Ecuador mit 8.142 ha/a voran und hat zwischen 2012 und 2014 noch einmal deutlich an Fahrt zugenommen. Somit sind zwischen 2004 und 2015 noch einmal 8 % des Urwalds verschwunden. Nach einer Studie der University Duke (Vijay et al., 2016) mussten 170 k.ha

Regenwald den Palmpflanzungen weichen – ein der höchsten Raten weltweit. In Bezug auf die Karte V.7.3.1 kann veranschaulicht werden, dass sich die rot markierte Fläche (Regenwaldverlust) noch einmal verdoppelt hat. Palmöl ist damit auch in Südamerika eine ernst zunehmende Ursache für Biodiversität und Regenwald in Lateinamerika [463][472].

Wie in der Karte V.7.3.1 dargestellt, ist die Erdölindustrie und der Bergbau die Hauptverursacher für die Rodungen und Zugang im Amazonasgebiet und die Palmölindustrie ein Trittbrettfahrer, deren Absicht die Flächenumnutzung für den Anbau von intensiven Monokulturen ist [103]. Aus den erschlossenen Erdölfördergebieten hauptsächlich im Oriente folgen Rodungen, die wenig später in Karte V.7.3.7 für den Anbau von Ölpalmen umgenutzt werden (türkise Pyramiden). In wie weit TENORM - Belastung sich durch oder auf Palmölplantagen unter dem Einfluss der Erdölindustrie auswirken ist nicht bekannt. Dennoch ist davon auszugehen, dass die so genutzten Flächen vielfältig stark belastet und degradiert sind.



*Karte V.7.3.1: Ecuador: Kohlenstoffspeicher und gerodete Wälder bis 2010*  
 Kohlenstoffspeicher der Biomasse und abgeholzte Regenwaldgebiete 1990 - 2000. (Karte von 2006). In Überdeckung mit dieser Karte und der Karte V.7.5.2.1 sind von der „Umnutzung“ besonders die Urwälder betroffen. Dabei spielt der Erdölextraktivismus auf den vormals (in den letzten 25 Jahren) stark gerodete Flächen eine wesentliche Schlüsselrolle, in den an sich jedoch kaum besiedelt Gebieten - um Esmeraldas und Loja - Puerto Francisco de Orellana (Karte I.5.1 & II.2.2).

*Karte V.7.3.2: Ecuador: Socio Bosque Schutzzone*  
 Socio Bosque - Schlüsselgebiete in den in drei Stufen 76 % der noch bestehenden Flächen mit hoher Biodiversität und Kohlenstoffspeicher in Biomasse durch nationale aktive Maßnahmen geschützt werden sollen. (Karte von 2008);  
 Quelle: UNEP & MEER ECU [42] - 2010

Mit dem Machtwechsel 2006 der Linksregierung konnte entschlossenes Umdenken registriert werden, welches zwar bisher weiterhin den Erdöl- und

Bergbauextraktivismus auch mit militärischen Mitteln unterstützt, sich jedoch langfristig davon abwenden möchte und sich darüber hinaus mit den Folgen und Schäden kritisch auseinandersetzt, darunter auch den Ausbau von Ölpalmenplantagen eindämmt. Ein Grund hierfür ist eine starke Zivilgesellschaft, die auf innen- und außenpolitischen Ebenen dafür Weichen gestellt hat und das endgültige Ende des Extraktivismus von unten durch z.B. der YASunidos - Bewegung ([yasunidos.org](http://yasunidos.org), [473]) ein Ende bereiten will. Als delegierte Aufgabe der Regierung wurde für den Schutz der verbleibenden unberührten und zum Teil geschädigter Natur das *Socio Bosque* Programm ins Leben gerufen. Das bedeutet, dass besonders bedrohte Randzonen um Naturschutzgebiete, wie Regenwälder, Hochlandgraslandschaften in den Anden und Flüssen im Amazonas aktiv durch Bevölkerungsbeteiligung geschützt werden. Hierzu erhalten private Grundbesitzer einen finanziellen Zuschuss, wenn diese die angrenzenden Schutzgebiete bewahren. Dies hat zum einen die Funktion eine gesteigerte Wertschätzung für das Schutzgebiet zu begreifen und ggf. illegalen Einschlag zu melden und zum anderen, die absolute finanzielle Armut der lokalen Bevölkerung zu bekämpfen. Hierzu wurden nach dem IPCC drei Kategorien von Schutzgebieten identifiziert, die schrittweise mit Gesetzen und finanziellen Mitteln zwischen 0,5 - 1,5 Mio. TeilhaberInnen die verbliebenen mehr als 3 M.ha Schutzgebiete durch Randschutzzonen von insgesamt etwa 5 % der Gesamtfläche berücksichtigt (siehe Karte V.7.3.2) ([42]S. 14), Interview Kapitel VIII.1.2.

Die Karten V.7.3.3-6 erzeugen im Gegensatz zu den bereits hier zahlreich aufgeführten Argumenten ein sehr fragwürdiges Bild von Seiten der FAO auf der IRENA-Plattform *Global Atlas*. Hier werden die Anbaupotenziale für Jatropha, Sojabohnen und der afrikanischen Ölpalme dargestellt. Dies geschieht offensichtlich ganz unbedacht der tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort. Zwar sind in den Karten Naturschutzgebiete eingezeichnet, haben aber keine Relation z.B. zu *Socio Bosque* - Schutzzonen. Unbeirrt werden Regenwaldgebieten sowohl für den Anbau von Ölpalme, Sojabohnen und Jatropha eingezeichnet, die weder ökologisch noch nachhaltig für die Region oder typisch wären. (Der Verzehr von Soja ist wegen seiner hormonellen östrogenanalogen Wirkung besonders bei Kleinkindern nicht zu empfehlen.)



Der Anbau von Palmfrüchten birgt noch eine weitere Gefahr: in der Ausbreitung der Chagas – Krankheit [474]. Eine Tropenkrankheit, die neben dem Insektenstich auch durch Bluttransfusionen und über Nahrungsmittel (Palmwein, verarbeitete Palmölprodukte) verbreitet wird. Hauptüberträger ist die Raubwanze *Triatoma infestans*, die blutsaugend bei Säugetieren über den Kot den Einzellerparasit „*Trypanosoma cruzi*“ überträgt. Die Krankheit hat bereits Millionen Menschen von den USA bis nach Argentinien infiziert und verläuft unbehandelt in 10 % der Fälle tödlich. Bei einem Drittel der Betroffenen verläuft die Krankheit kurz nach der Infektion mit Fieber und Durchfall. Nach Jahren treten Darmverschlüsse und Herzmuskelinsuffizienz auf. Es gibt keinen zugelassenen Impfstoff und Gegenmittel haben selbst erhebliche Nebenwirkungen. Aus einer Studie von F. Abad-Franch [475] konnte ein signifikanter linearer Zusammenhang zwischen dem (industriellem) Palmenanbau und der Raubwanzenverbreitung bestätigt werden, die um so stärker in Erscheinung tritt, je intensiver und großflächiger die Anbauform ist. Die Raumwanze selbst ist bereits durch den Einsatz von Pestiziden oft resistent (und der Parasit physikalisch sehr widerstandsfähig), sodass nur ein Verbot des Palmölanbaus verbleibt [476].

Der Einsatz von Ölpalmen für die Gewinnung von Biotreibstoffen und der Einsatz in der Nahrungsmittelindustrie ist demzufolge nicht zu empfehlen. Der Endverbraucher ist neben seiner Verantwortung für den Erhalt der tropischen Wälder und dem Schutz der Naturvölker auch aus Eigenschutz vor Pestiziden, Produktgiften und Krankheiten mitverantwortlich.

Ähnlich wie bei der Ölpalme ist der Anbau von Zuckerrohr und Mais mit ihrer erhebliche Weitständigkeit im industriellen Anbau als Energiepflanze in Verbindung mit erheblicher Bodenerosion und Eintrag von Agrargiften in das Grundwasser nicht zu empfehlen - wie aus dem Interview mit Dr. Haubold der TU-Dresden hervorgeht. Ziel des Landbaus in Ecuador liegt darin langfristig neben der Erzeugung von Nahrungsmittel die Nährstoffe im Boden, deren Gesundheit mit Biodiversität und hoher Wasserspeicherfähigkeit zu erhalten. Hierfür stehen neben alternativen Pflanzenmischungen, nicht-intensive Bewässerungsmethoden und Anbauformen wie die Permakultur ohne den Einsatz von Agrargiften und künstlichen Düngern zur Verfügung. Ebenso sind der Aufbau von Samenbanken, Pflanzentausch-Aktionen und die handwerkliche Weiterentwicklung und Züchtung zentrale Schlüsselemente in der Nahrungsmittelherstellung und Anpassungsstrategie gegenüber Klimaschwankungen und natürliche Schädlingsabwehr. [477].

#### **V.7.4 Glyphosat und Gen-Technik**

Das derzeit häufigste noch legal verwendete Totalherbizid ist RoundUp® des Konzerns Monsanto. Es besteht zu ca. 38 % aus dem Wirkstoff Glyphosat und den Beistoffen der Gruppe der Neonicotinoide bzw. Tallowamine.

Additive Substanzen wie Neonikotinoide wirken als hoch selektives Nervengift hauptsächlich bei Insekten und Amphibien. Ihre Toxizität ist bis zu 1000-fach höher als das des Basismittels Glyphosat. In Europa ist es wahrscheinlich für das massenhafte Sterben und den starken Rückgang der Artenvielfalt der meisten Insekten und Amphibien verantwortlich. Infolgedessen leiden am Bekanntesten besonders Bienen und Vogelpopulationen darunter. Letztere, da ihnen die Nahrungsgrundlage wegbricht. Neonikotinoide, wie Imidacloprid, das wahrscheinlich durch Kanada ab 2017 verboten wird und Glyphosat mit seinen Beistoffen greift damit tief in die Nahrungskette des Menschen und des ökologischen Gleichgewichts ein [256][478][479][480][481][482] (*BUND, Insektenmonitoring, „Tödliche Ernte“, Bundestagsdebatte Nr. 18/73 2016, Monsanto-Tribunal 10/2016 - Den Haag*).

Der Wirkstoff Glyphosat wurde bereits 1950 entdeckt, aber erst über Umwege Monsanto seit 1974 durch das Produkt RoundUp® vermarktet. Nachdem die Patente für Glyphosat 1991 und 2000 (USA) erloschen sind stellen auch andere Konzerne wie Dow-Chemical, Syngenta und NuFarm u.a. in China und USA Glyphosat her. Weltweit wurden 2010 1,1 M.t des N-(Phosphonome-thyl)Glycin produziert. Allein in Argentinien wurden im Jahr 2008 200 M.l RoundUp® eingesetzt [483]. Durch die Herstellung und den Verkauf von gen-verändertem Saatgut durch Monsanto, Syngenta und Bayer CropScience hat sich der Einsatz von Glyphosat sogar verdoppelt, obwohl die Hersteller den Landwirten Hoffnungen machten, durch den Einsatz von GVOs - Saatgut, die gegen Glyphosat resistent sind, würde sich der Einsatz des Pflanzengiftes reduzieren. Stattdessen bilden sich immer mehr Resistenzen bei den Beikräutern aus, die ohne Vorhandensein eines natürlichen Gleichgewichts nicht mehr zu kontrollieren sind und somit noch mehr die Giftspirale antreiben. Die Erträge lassen sich jedoch dadurch nicht wie versprochen steigern. Weltweit wurden im Jahr 2014 825 k.t Glyphosat als Reinstoff auf 22 - 30 % aller weltweiten Felder versprüht. Dabei liegt bei den meisten bekannten Getreiden die Anwendungsrate bei 60 - 80 % und damit etwa 1,5 - 2 kg/ha pro Jahr. Dies entspricht 0,53 kg/ha auf jede landwirtschaftliche Fläche des Planeten. Kein Agrargift wurde damit so häufig und flächendeckend weltweit angewandt, insbesondere in den USA, Argentinien, China und Brasilien [484] (Benbrook et.all.).

Glyphosat wird hauptsächlich im Sojabohnen-, Weizen-, Gerste-, Hafer-, Dinkel-, Raps-, Roggen- und Maisanbau vor der Aussaat, zur Tötung aller ein- und zweikeimblättrigen Gewächse sowie kurz vor der Ernte zur Abreifung (Sikkation) zum vorzeitigen Absterben und besseren Trocknung des Getreides eingesetzt (seit Mai 2014 in DE verboten). So gelangt Glyphosat direkt in die Nahrungskette des Menschen über Getreideprodukte und über das Futtermittel in die Fleischproduktion. Wie die vor kurzem durchgeführte Studie in Deutschland zeigt, sind etwa 99,6 % der Bevölkerung mit durchschnittlich 1,1 ng/ml Urin mehr als das 11-fache des zulässigen Grenzwertes