
PV-Hybridisierung von Mini-Grids auf den Philippinen

Paul Bertheau
PEP-Informationsworkshop:
PV-Hybridsysteme auf den Philippinen
Berlin, 27. Februar 2013



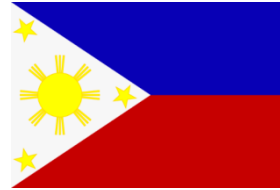
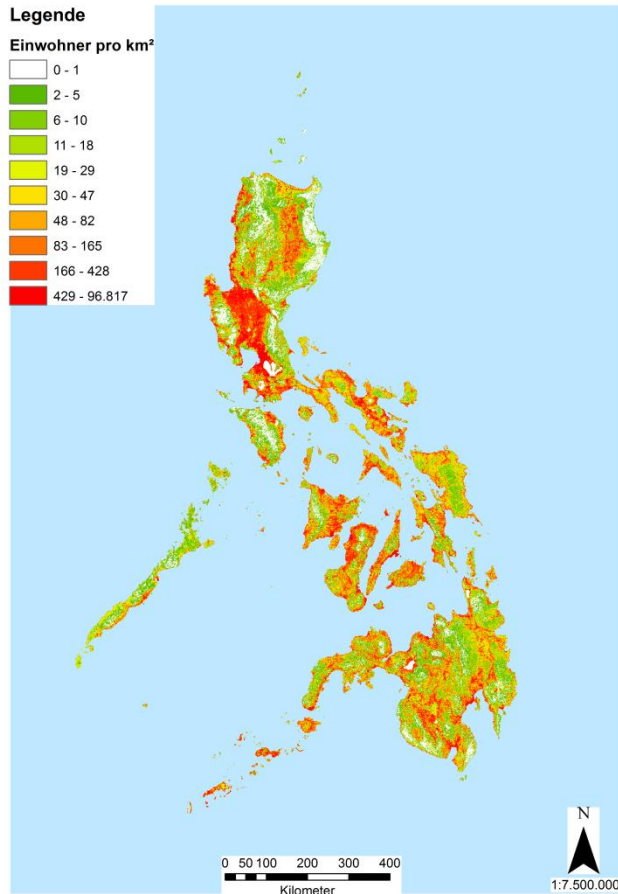
Forschungsschwerpunkte:

- **Integrierte elektrische Systeme**
 - Optimierte Energiesysteme
 - Transformationsforschung
 - Off-Grid Energiesysteme
- **Elektromobilität**
 - Einbindung von EE in Mobilitätskonzepte
- **EE Technologie**
 - Kleinwindkraft



Reiner Lemoine
Gründer Reiner Lemoine-Stiftung

**Wissenschaftliche Begleitung und Unterstützung für
die Transformation zu 100% Erneuerbaren Energien**



Bevölkerung^[1]	103.775.000
Fläche^[1]	298.170 km ²
Anzahl bewohnter Inseln^[2]	753
Bruttoinlandsprodukt^[1]	4.300 \$/Kopf
Wirtschaftswachstum (2012)^[3]	6.5 %

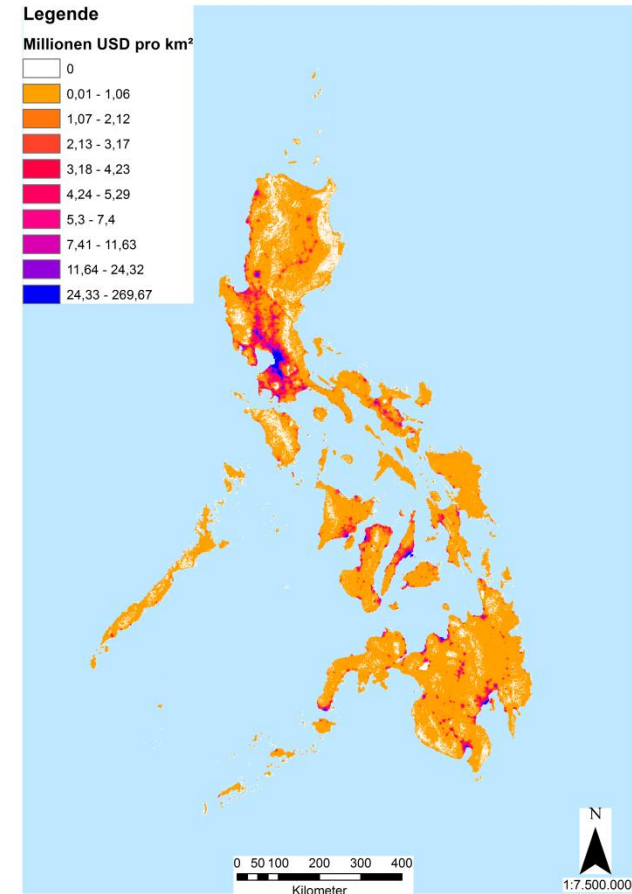


Abb. 1: Bevölkerung pro km² (Landscan, 2011).

Abb. 2: BIP pro km² (Ghosh et al., 2010).

Stromerzeugungskapazität ^[1]	15,6 GW
Anteil Erneuerbare Energien ^[1]	33,9% (21 % Wasserkraft; 12,2 % Geothermie; 0,7 % andere)
Energieerzeugung ^[1]	64.200 GWh
Energieverbrauch ^[1]	51.300 GWh

- „On-grid“
Energieversorgung auf den Hauptinseln

- „Off-Grid“
Energieversorgung auf den kleineren Inseln

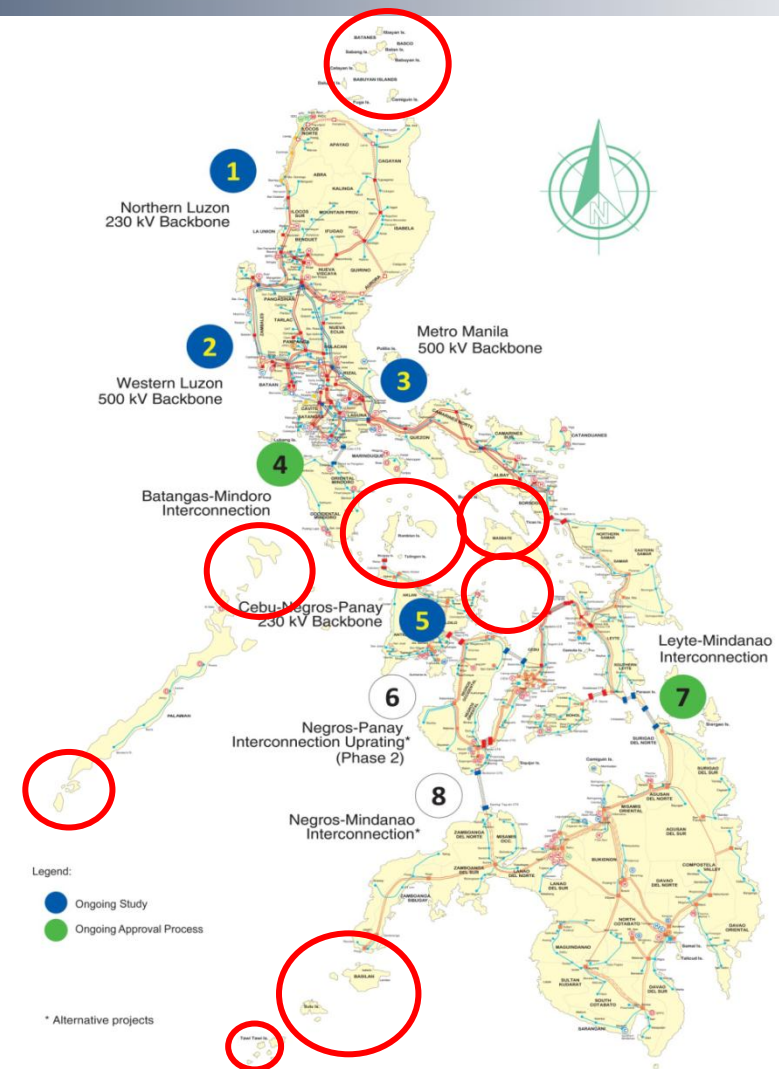


Abb. 3: Stromübertragungsnetz und Ausbauziele (NGCP, 2012).

Stromversorgung auf Inseln mittels Dieselgeneratoren in Mini-Grids

- hohe Stromgestehungskosten
 - Dieselpreis, Transportkosten, geringe Effizienz
- CO₂-Emissionen, Luftschadstoffe

► Upgrade von Diesel Mini-Grids zu hybriden Energiesystemen durch die Integration von PV

- geringere Stromgestehungskosten
- geringere Abhängigkeit von Treibstoffkosten
- weniger CO₂-Emissionen, geringere Umweltbelastungen
- Dieselgeneratoren als Back-Up vorhanden



Abb. 4: Diesel GenSet, Lister E 56, Petite Martinique (Blechinger, 2011)

Identifizierung von Insel Mini-Grids

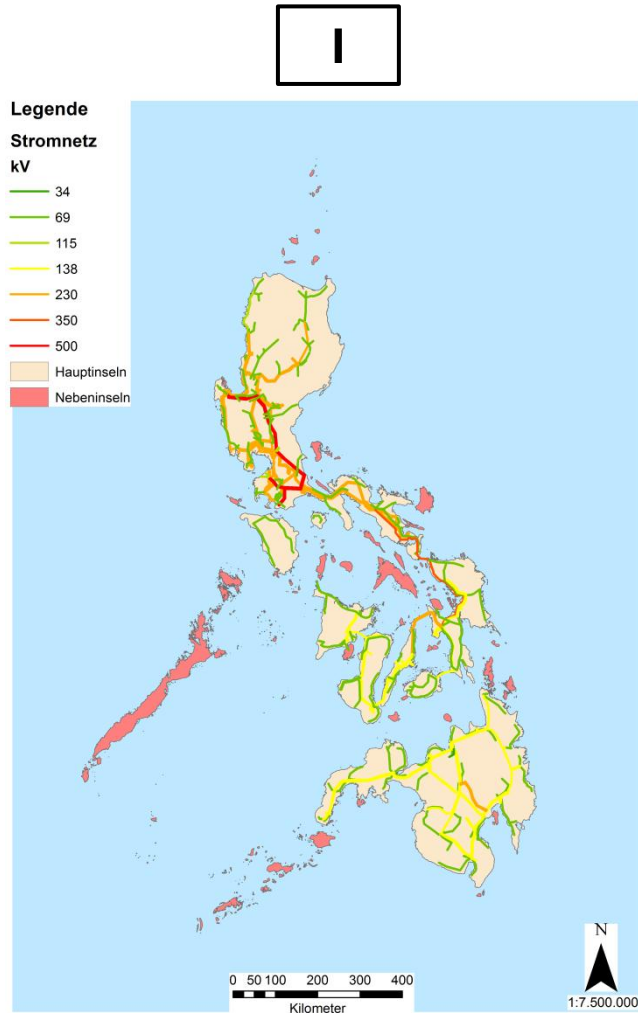


Abb. 5: Haupt-, Nebeninseln und Stromübertragungsnetz (GADM, 2012; NGCP, 2012).

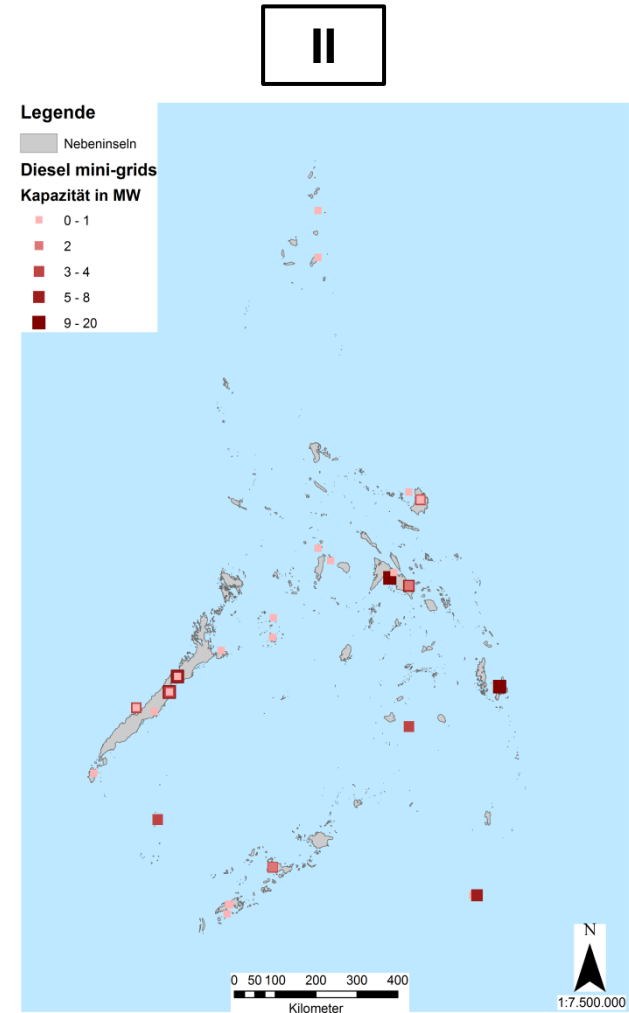


Abb. 6: Nebeninseln mit Diesel Mini-Grids (GADM, 2012; Platts, 2012).

Struktur der Insel Mini-Grids

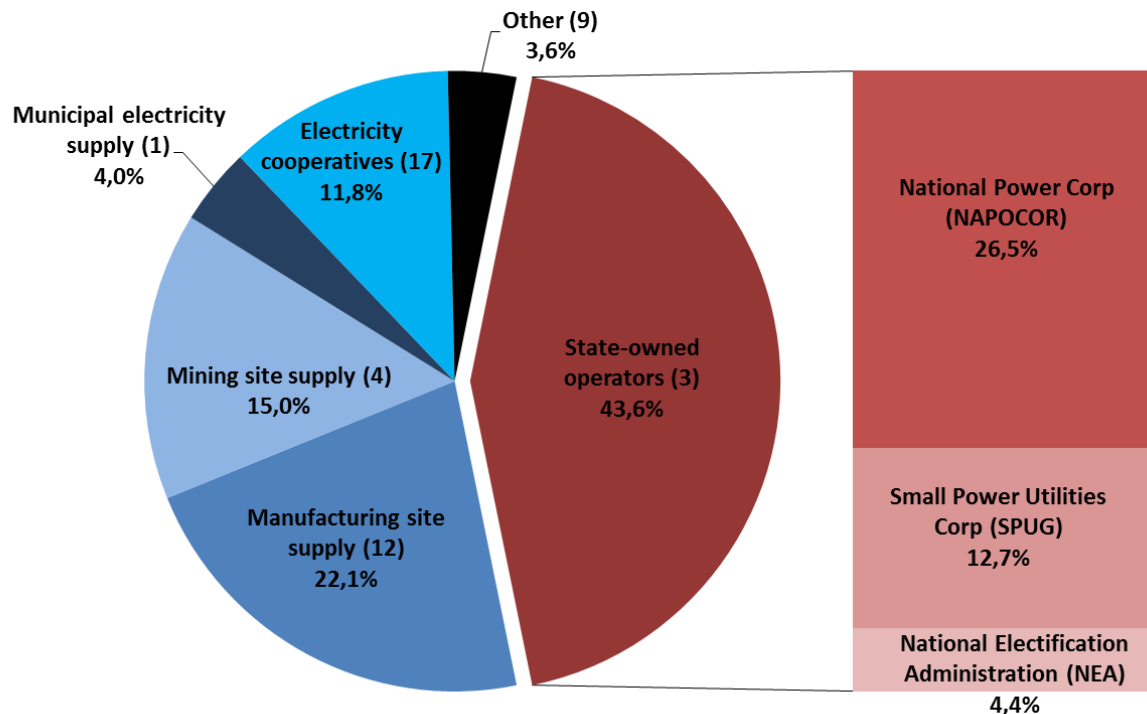
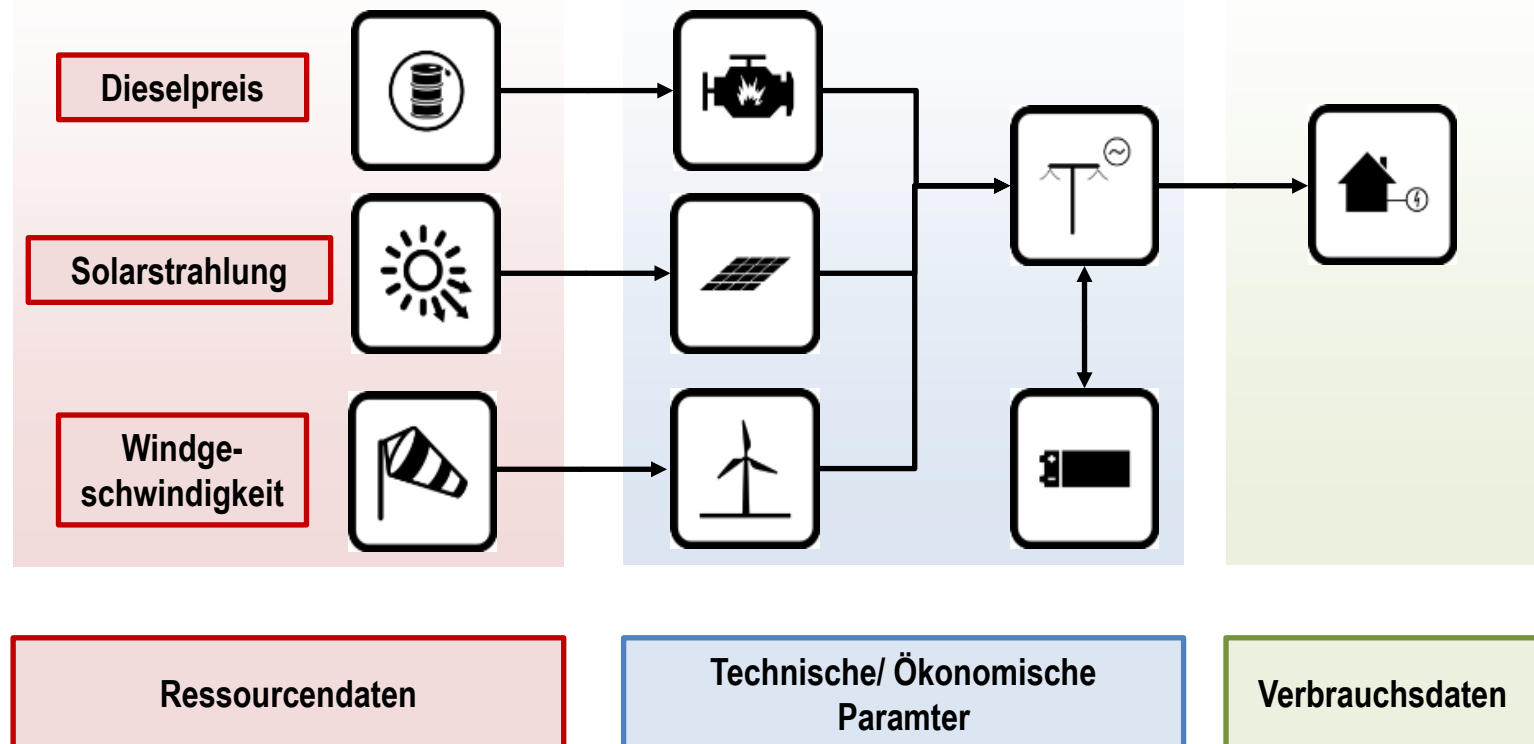


Abb. 7: Anteil an installierter Dieselkapazität in % per Betreiber und Zweck der Energieversorgung (Platts, 2012; Bertheau, 2013)

- Insgesamt **347 MW** an installierter Kapazität in Diesel Mini-Grids identifiziert
- Fast 50 % der Leistung wird von den 3 staatlichen Versorgern **NAPOCOR, SPUG** und **NEA** bereitgestellt
- **Kooperativen** und **private Betreiber** mit großem Interesse Stromgestehungskosten zu senken

Hybridisierungspotential

- Für **jeden Standort** (Diesel Mini-Grid, Insel) kann die **kostenoptimierte** Hybridlösung (PV, Wind, Diesel, Speicher) ermittelt werden
- Eingangsparameter sind die **spezifischen Ressourcendaten** und der **lokale Dieselpreis**



Balabac Island

Einwohner^[4]	9672
Fläche^[4]	319,5 km ²
Energieverbrauch^[5]	7 GWh
Energieversorgung	Diesel (SPUG)

Diesel

Dieselpreis (2015 – 2035)^[6]	1,62 €/l
Diesel LCOE (2015 – 2035)^[6]	0,56 €/kWh

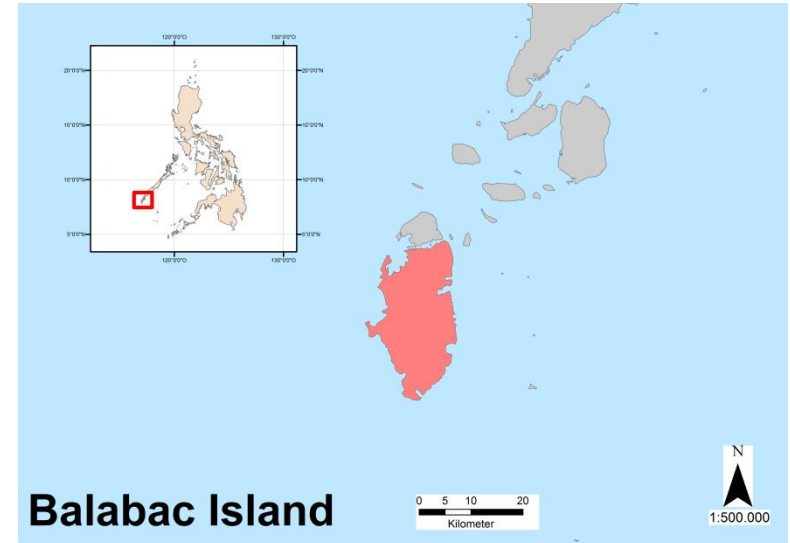


Abb. 8: Balabac und Lage innerhalb der Philippinen (GADM, 2012)

Erneuerbare Ressourcen

Solar^[7]	1557 kWh/kWp/a
Wind^[7]	971 kWh/kWp/a

Quellen:

- [4] eigene Berechnung auf Grundlage von Landscan, 2011;GADM, 2012.
- [5] eigene Simulationsergebnisse auf Grundlage von Landscan, 2011.
- [6] eigene Simulationsergebnisse auf Grundlage von Nelson, 2009.
- [7] DLR, 2005

Balabac Island

Kostenoptimiertes Energiesystem:

- **5,8 MW PV**
- **0,55 MW Wind**
- **1,8 MW Speicher**
- **0,15 Mill. l Diesel/Jahr**

Vorteile:

- **Kostensparnis von 17 €ct/kWh**
- **Einsparung von 2,2 Millionen l Diesel/Jahr**

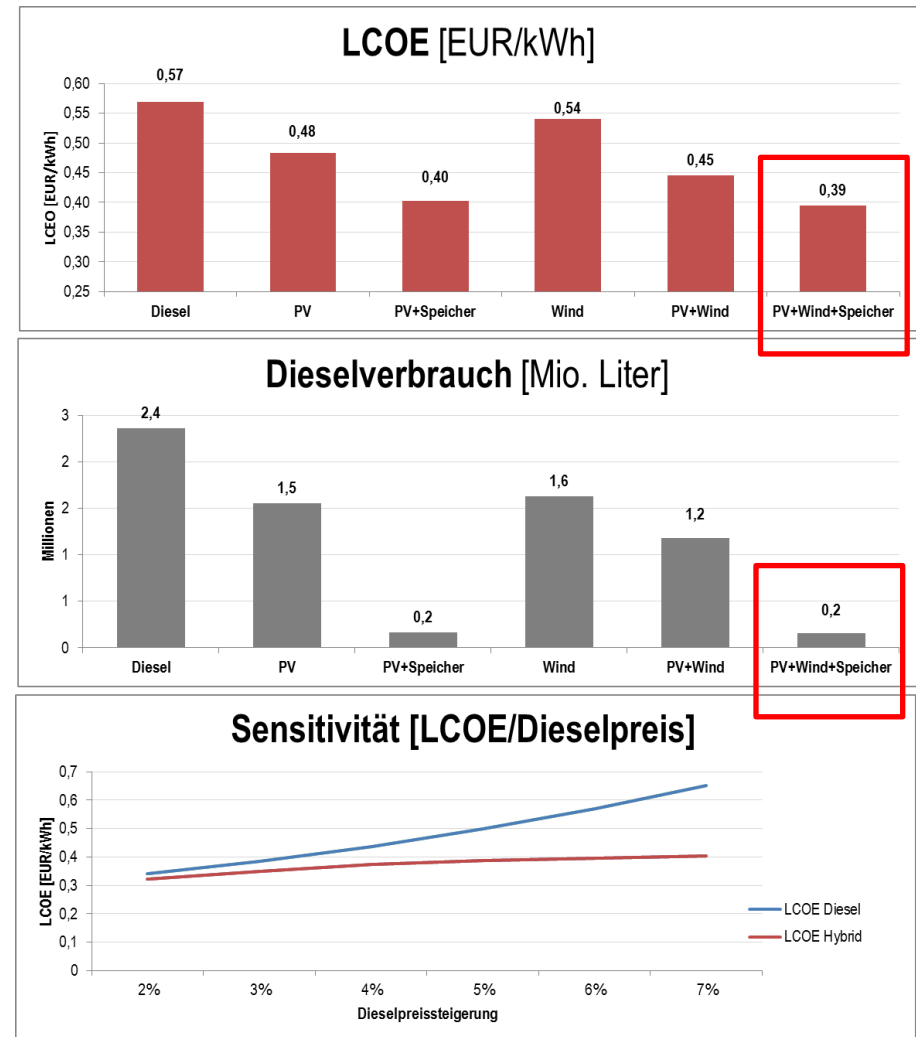


Abb. 9: Simulationsergebnisse – LCOE, Dieserverbrauch per Energiesystem und Sensitivität der LCOE zu Dieselpreissteigerungen

Off-Grid Energiesysteme:

- Ermittlung von Marktpotentialen Erneuerbarer Energien auf globaler, regionaler und lokaler Ebene
- Identifizierung von Off-Grid Energiesystemen und Hybridisierungspotentialen
- Simulation von Stromgestehungskosten
- Optimierung hybrider Energiesysteme
- GIS-basierte Analysen

Kontakt:

- Paul Bertheau: paul.bertheau@rl-institut.de
- Robert Seguin: robert.seguin@rl-institut.de
- Philipp Blechinger: philipp.blechinger@rl-institut.de

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**



- Ebert, S., Metschies, Dr. G. P., Schmid, D., Wagner, A. 2009. International Fuel Prices 2009 6th Edition. GIZ, Eschborn, Germany.
- GADM [Global Administrative Areas], 2012. GADM database of Global Administrative Areas. [online] Retrieved August 6, 2012, available from <http://gadm.org/home>
- Ghosh, T., Powell, R. L., Elvidge, C. D., Baugh, K. E., Sutton, P. C., Anderson, S. 2010. Shedding Light on the Global Distribution of Economic Activity. *The Open Geography Journal*, 2010, 3, 148 – 161.
- Mario, R., 2009. Pacific Island Experiences with Mini-Grid Systems - A Toolkit for Legislators. SOPAC Technical report 427, Suva, Fiji.
- Morris, E., 1998. *Analysis of Renewable Energy Retrofit Options to Existing Diesel Mini-Grids*. New York, prepared for APEC-EWG [Asia-Pacific Economic Cooperation – Energy Working Group].
- NGCP – [National Grid Cooperation of the Philippines], 2012. Transmission Development Plan. NGCP, 2012, Manila.
- PLATTS [PLATTS – A Division of the McGraw-Hill] (2009): UDI World Electric Power Plants Data Base. Washington DC, USA.
- Szabó, S., Bódis, K., Huld, T., & Moner-Girona, M. (2011). Energy solutions in rural Africa: mapping electrification costs of distributed solar and diesel generation versus grid extension. *Environmental Research Letters*, 6 (3), p. 034002.