Marktpotentiale von PV-Diesel-Hybrid-Systemen

Philipp Blechinger

30. PV Symposium
04. März 2015, Kloster Banz, Bad Staffelstein

REINER LEMOINE INSTITUT

Agenda

- Einleitung
- Globale Analyse
- Fallbeispiele
- Zusammenfassung

Einleitung – Reiner Lemoine Institut gGmbH

- Zielsetzung des RLI

  Wissenschaftliche Begleitung der Energiewende hin zu 100 % Erneuerbaren Energien

- Umsetzung der Ziele

  überwiegend in mehrjährigen FuE-Projekten mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie, aber auch in eigenen Forschungsarbeiten und Auftragsprojekten

- Themenfelder

  Optimierte Energiesysteme, Mobilität mit Erneuerbaren Energien und off-grid Energiesysteme

- Leitung

  Dr. Claus Beneking

- MitarbeiterInnen

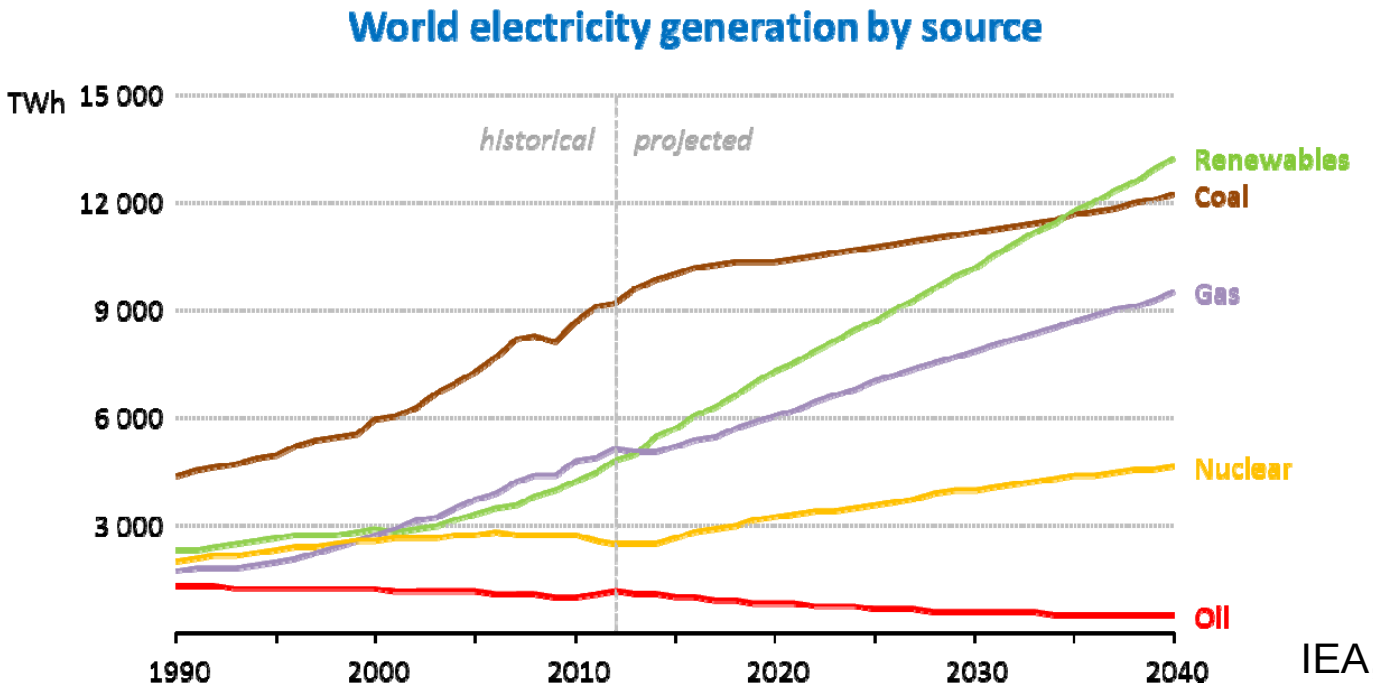
  heute ca. 25 Angestellte und viele Studenten organisiert in 3 Teams

- Mitglied bei u.a. BEN, ARE

Alliance for Rural Electrification

Einleitung – Stromerzeugung global

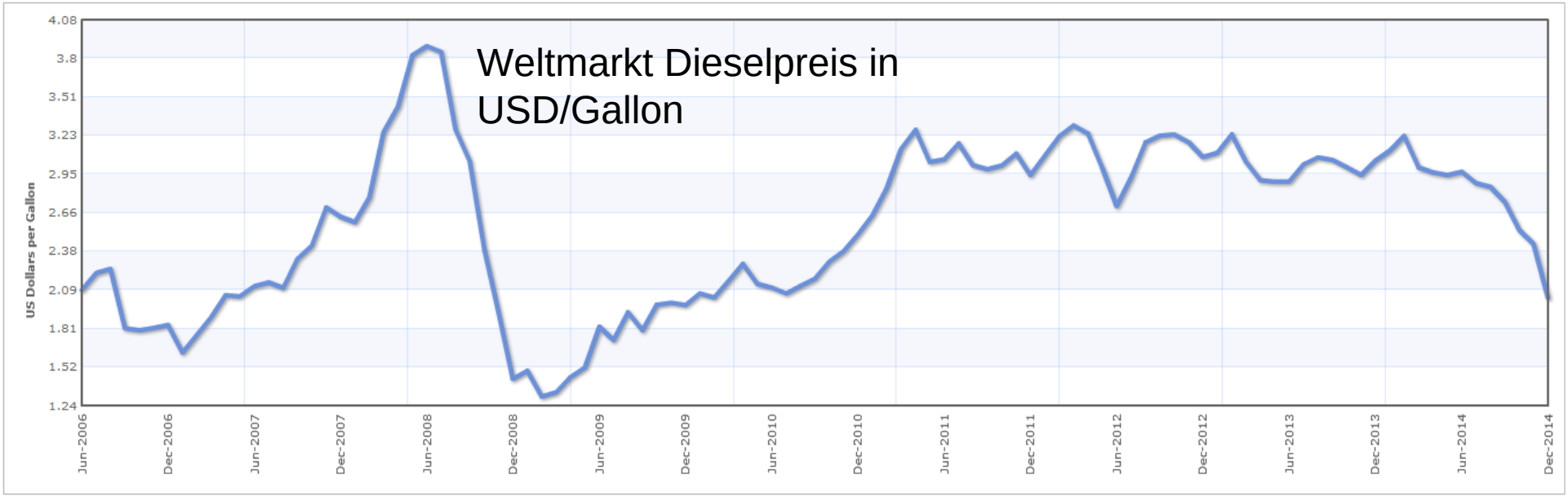
- Hauptanteil der weltweiten Stromerzeugung entfällt auf Großkraftwerke (Kohle, Gas oder Kernenergie)
- Wasserkraft spielt mit 16 Prozent eine wichtige Rolle
- Andere Erneuerbare Energien (z.B. Wind und Photovoltaik) tragen nur 5 Prozent zu der Erzeugung bei
- Finanzierung von Erneuerbaren Energien meist durch feste Einspeisevergütungen (on-grid Markt)



IEA, 2014

Einleitung – Stromerzeugung Dieselkraftwerke

- In zentralen Netzen nur als Spitzenlast oder Back-up Kraftwerke
  - Geringe Volllaststundenzahl pro Jahr
- Dieselkraftwerke werden allerdings häufig in dezentralen Netzen eingesetzt
  - Ländliche Elektrifizierung
  - Inselenergieversorgung
  - Industrie und Gewerbe (z.B. Minen oder Tourismus)
- Hohe Stromerzeugungskosten durch hohe Brennstoffpreise



Einleitung – Hybridisierung

- Dieselstromgestehungskosten können deutlich über 0,20 EUR/kWh liegen
- Attraktiver Markt für die Implementierung von Erneuerbaren Energien ohne Förderinstrumente

Marktpotentiale:
•Wo sind dezentrale Dieselkraftwerke?
•Wo sind ausreichende erneuerbare Ressourcen?

Hybridisierung

Agenda

- Einleitung
- Globale Analyse
- Fallbeispiele
- Zusammenfassung

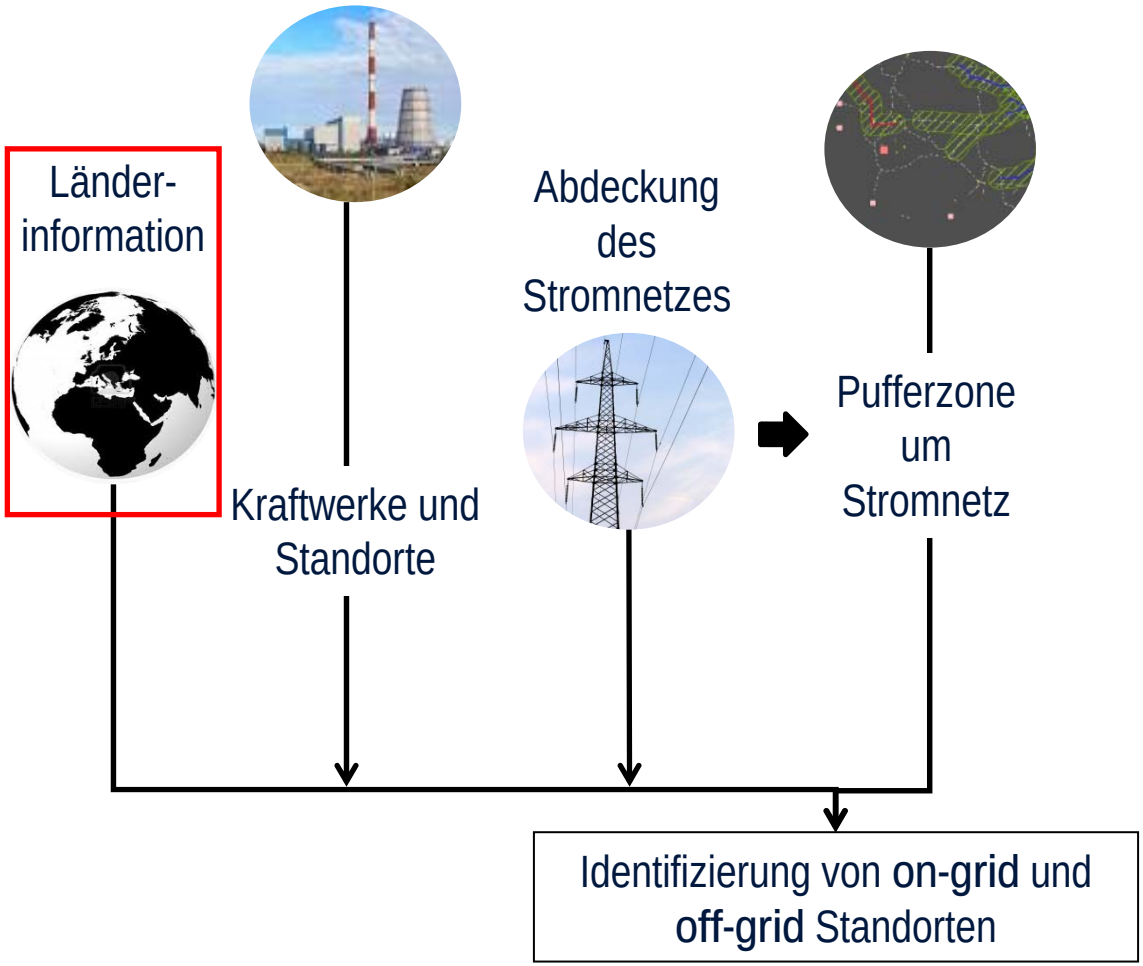
Agenda

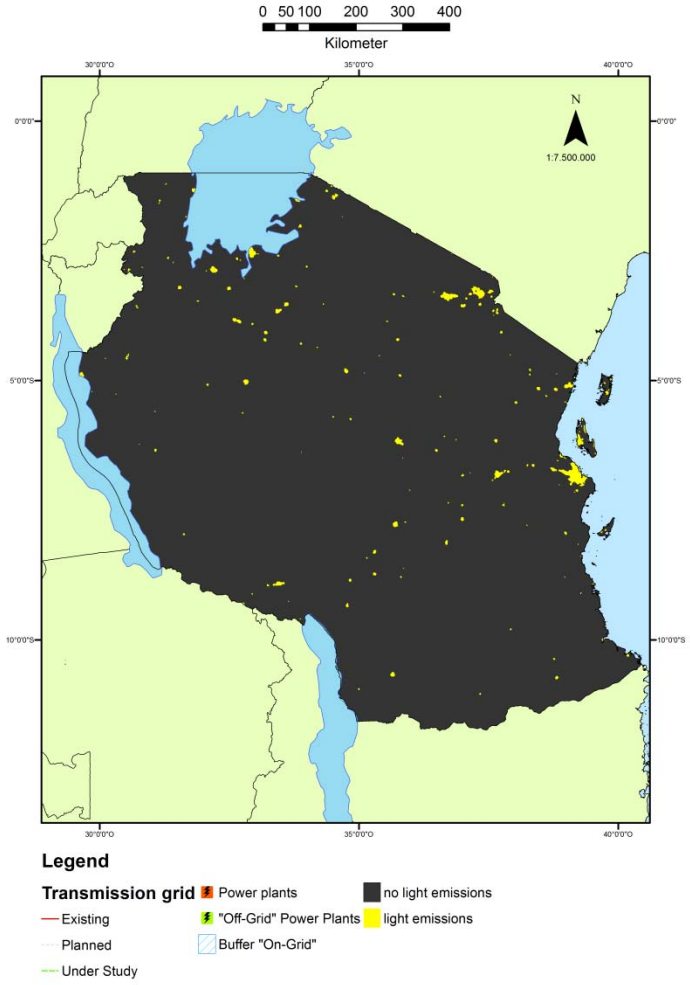
- Einleitung
- Globale Analyse
  - Vorgehen
- Fallbeispiele
- Zusammenfassung

Vorgehen zur Identifikation netzferner Dieselkraftwerke

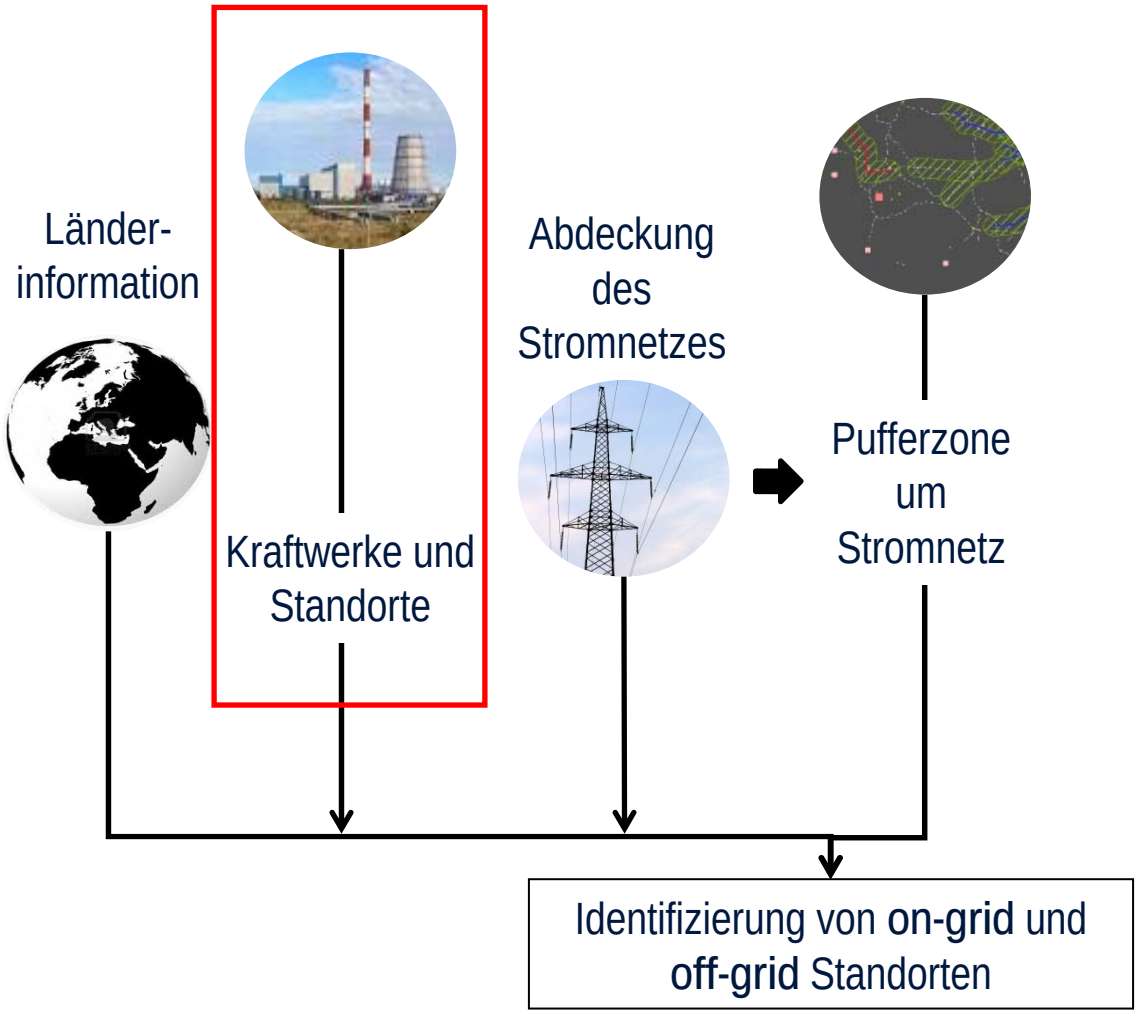
- Datenbasis: Platts2012, World Electric Power Plants Database, 2012
- Georeferenzierung von Dieselkraftwerkskapazitäten
- Abgleich mit Netzinfrastruktur
    - Identifikation von netzfernen Kraftwerken
- Abgleich mit solarem Potential

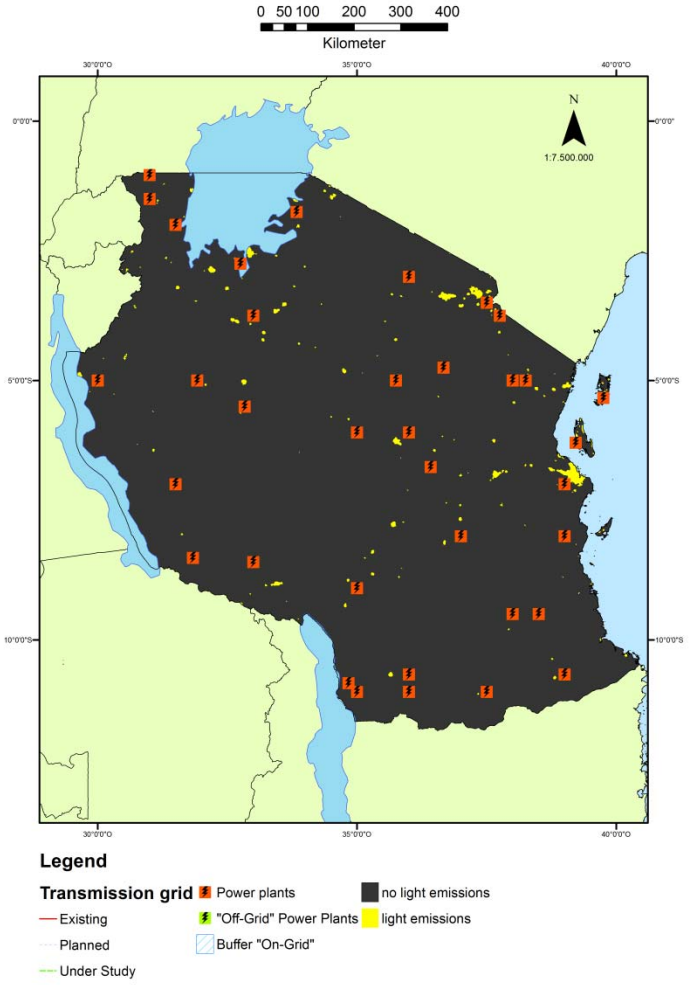
Beispiel: Analyse Dieselstromversorgung



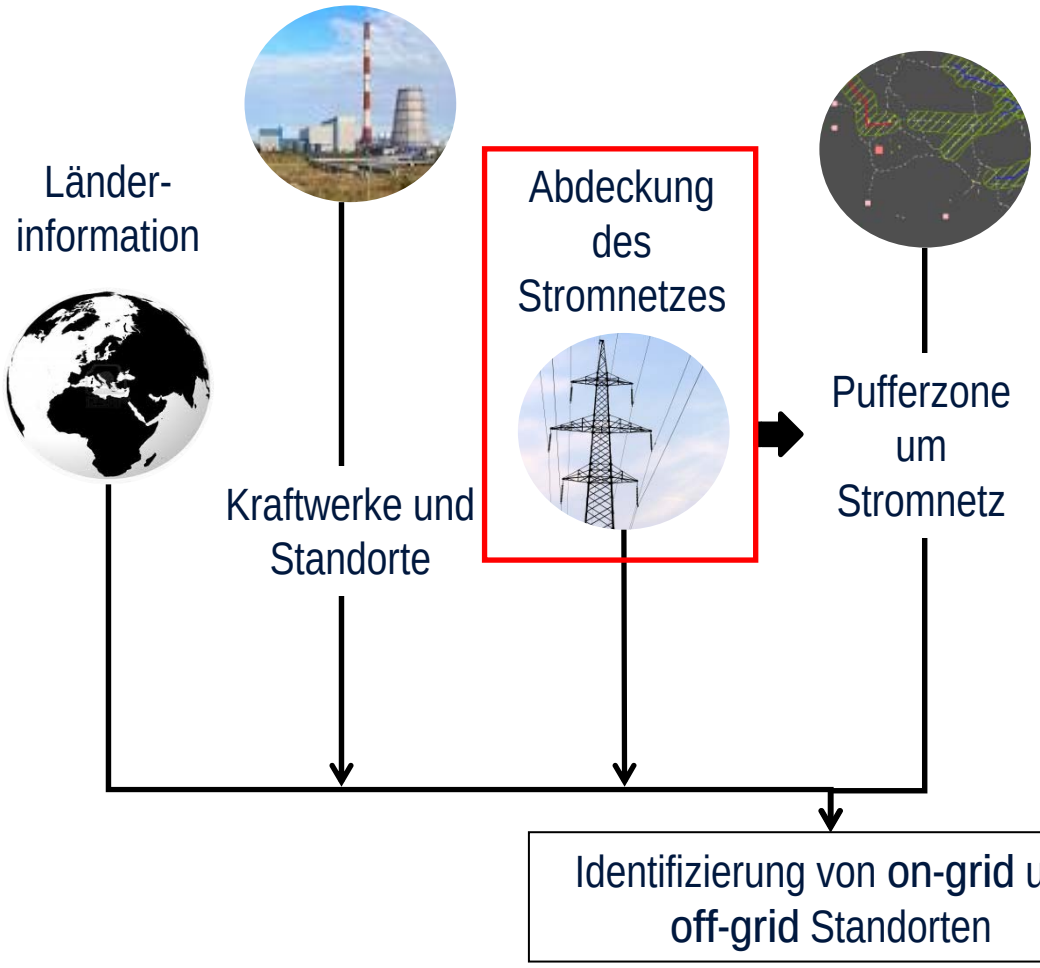


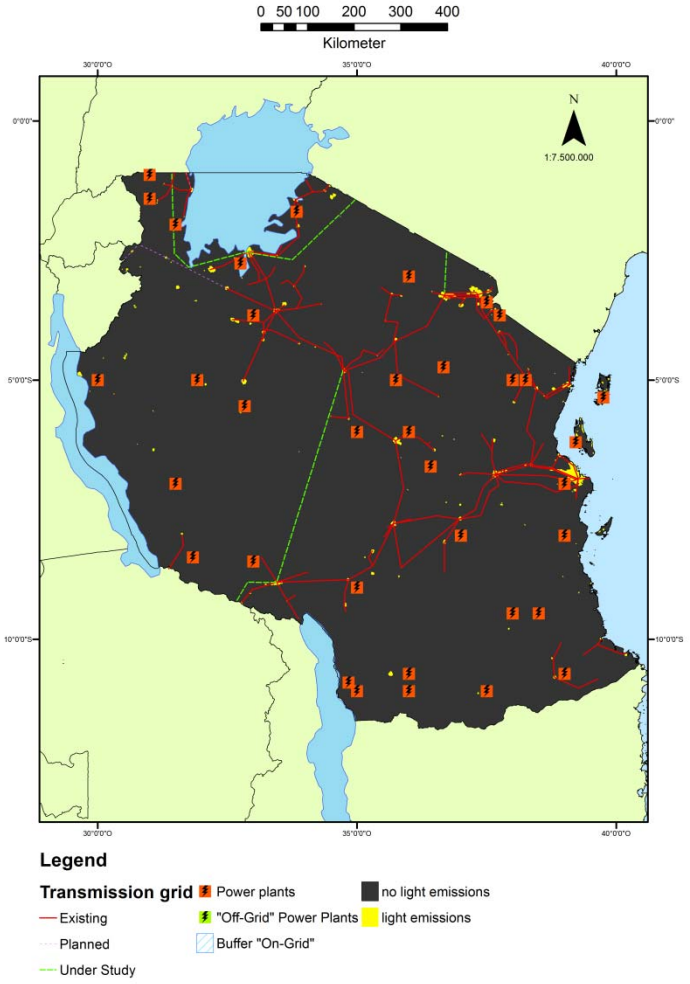
Beispiel: Analyse Dieselstromversorgung



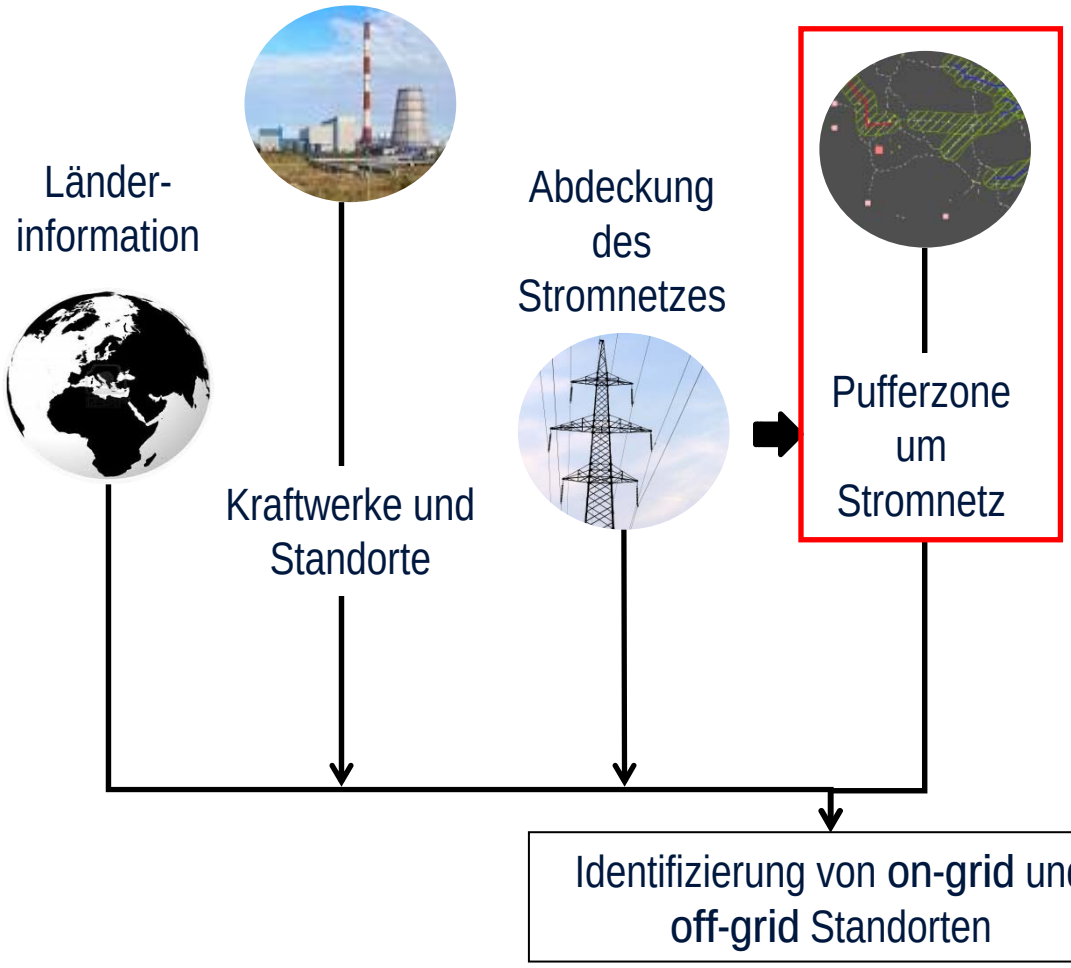


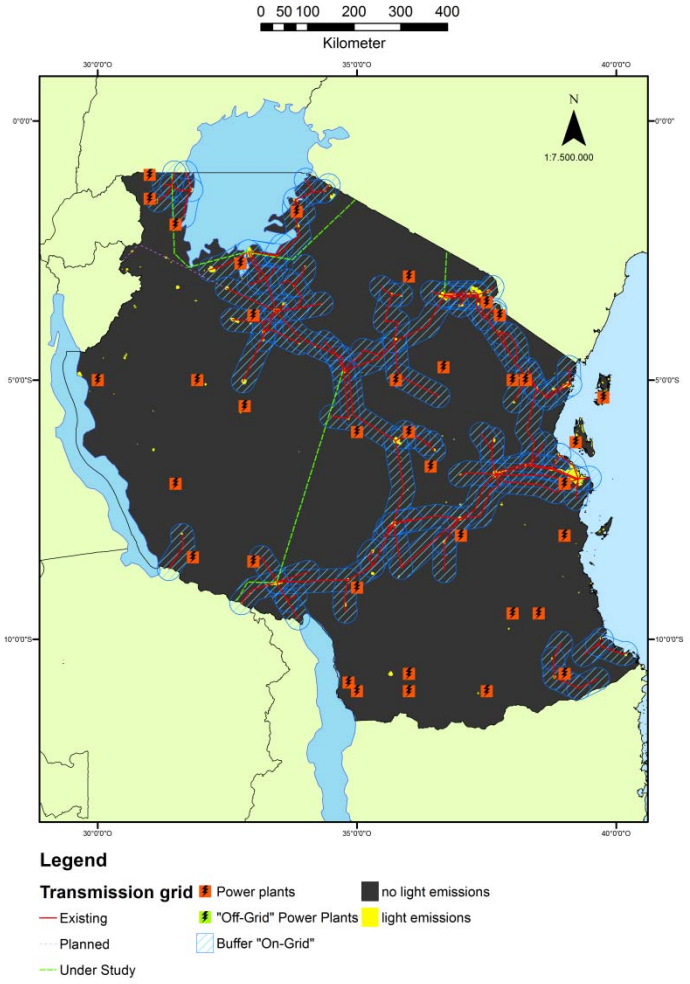
Beispiel: Analyse Dieselstromversorgung



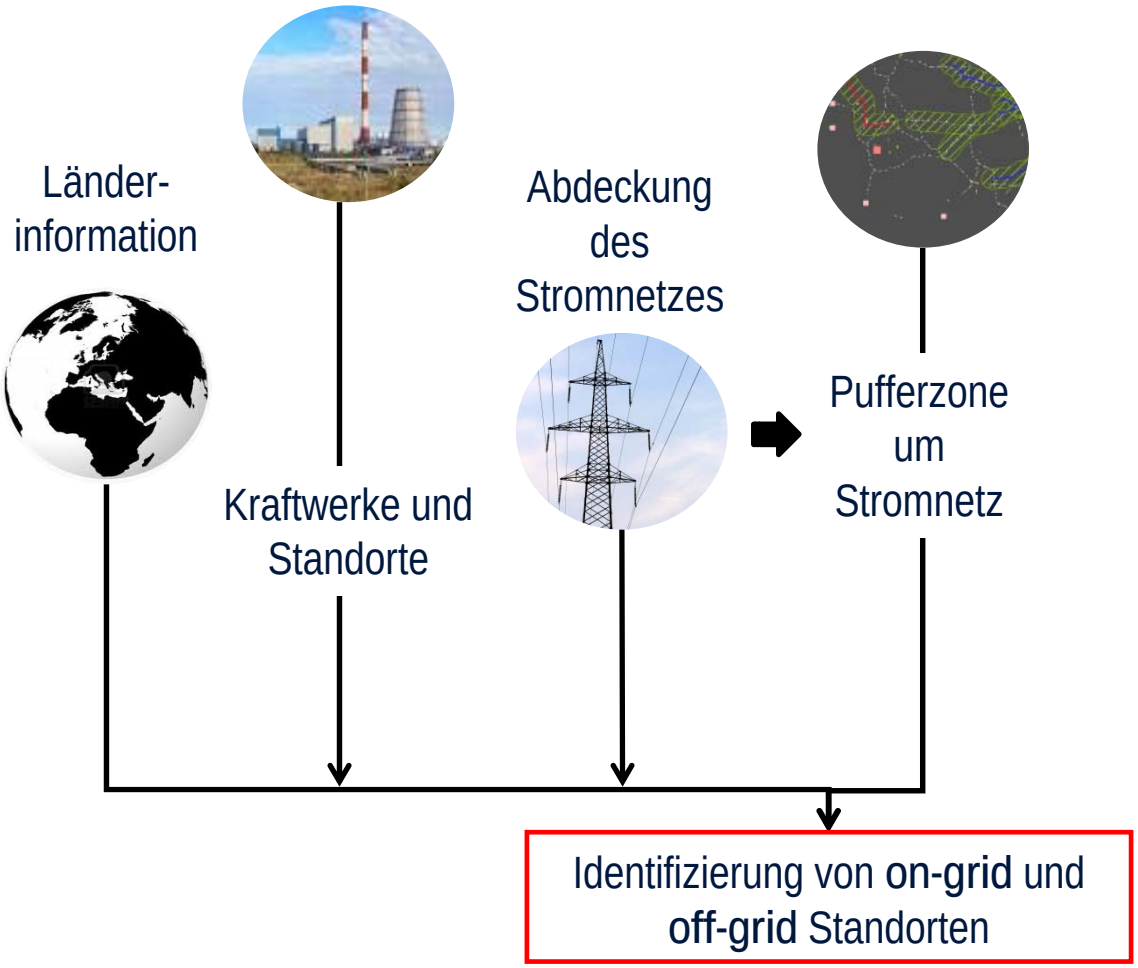


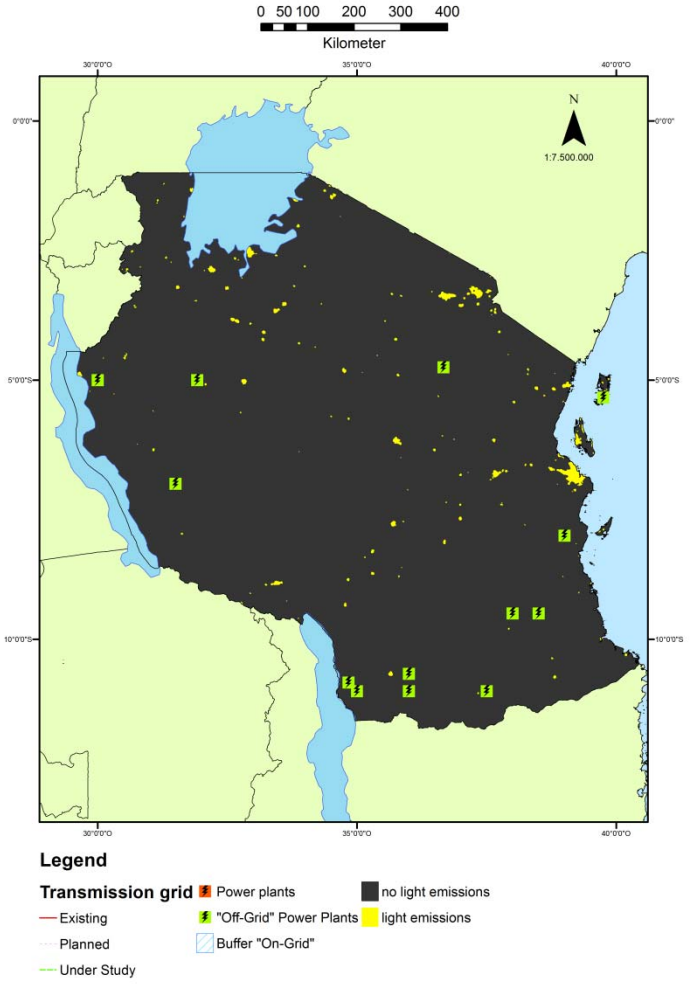
Beispiel: Analyse Dieselstromversorgung



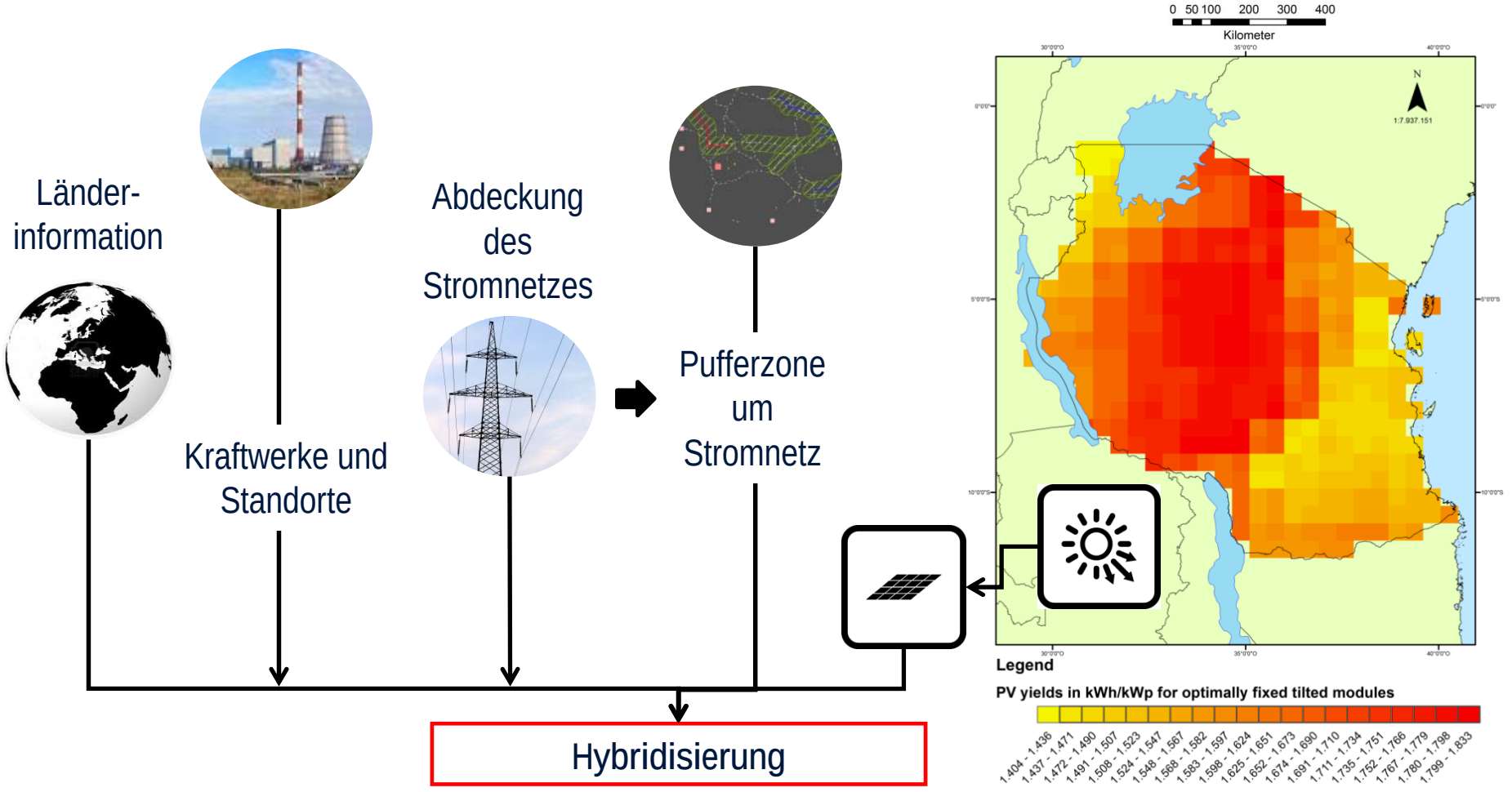


Beispiel: Analyse Dieselstromversorgung





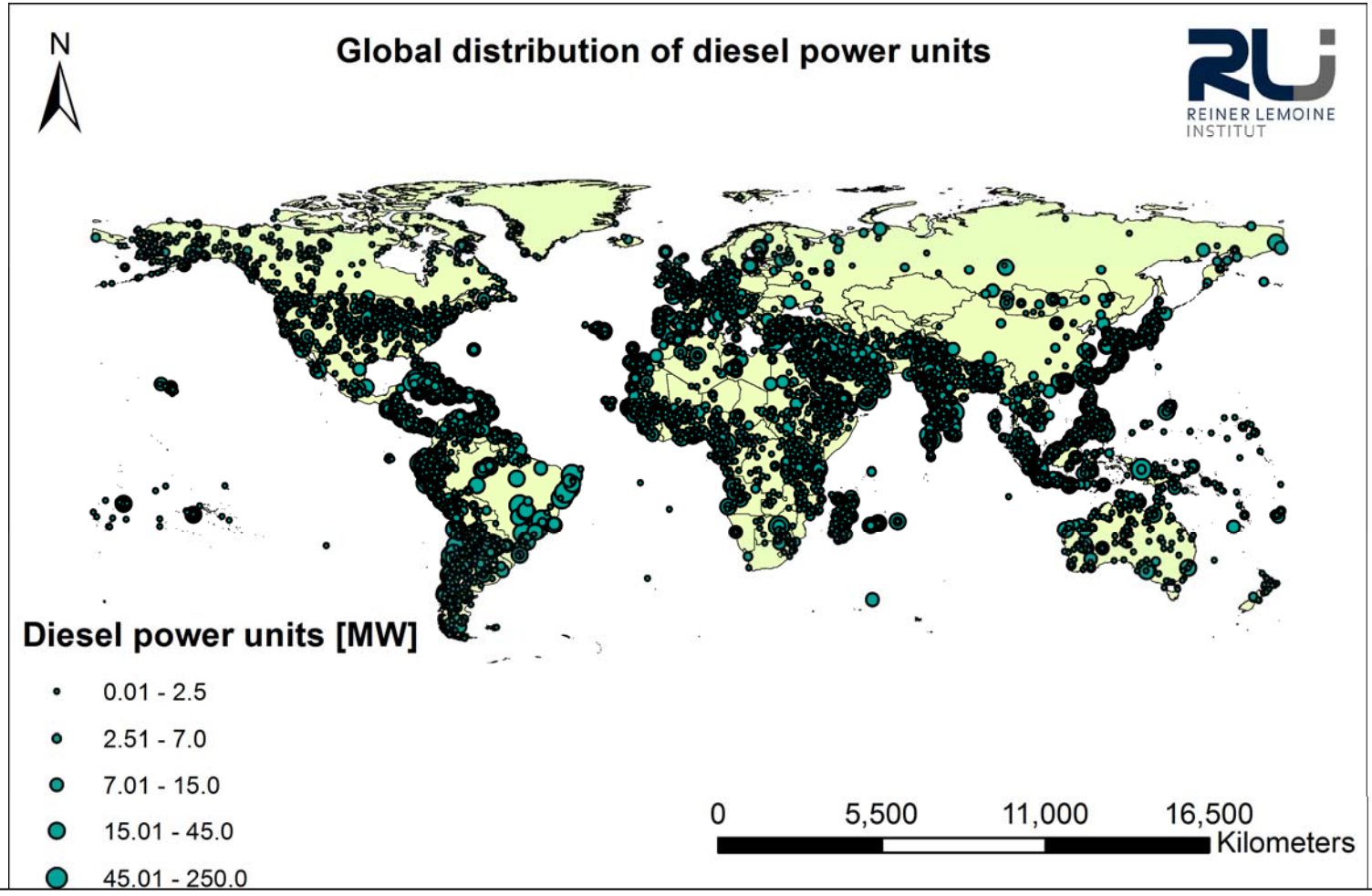
Beispiel: Analyse Dieselstromversorgung



Agenda

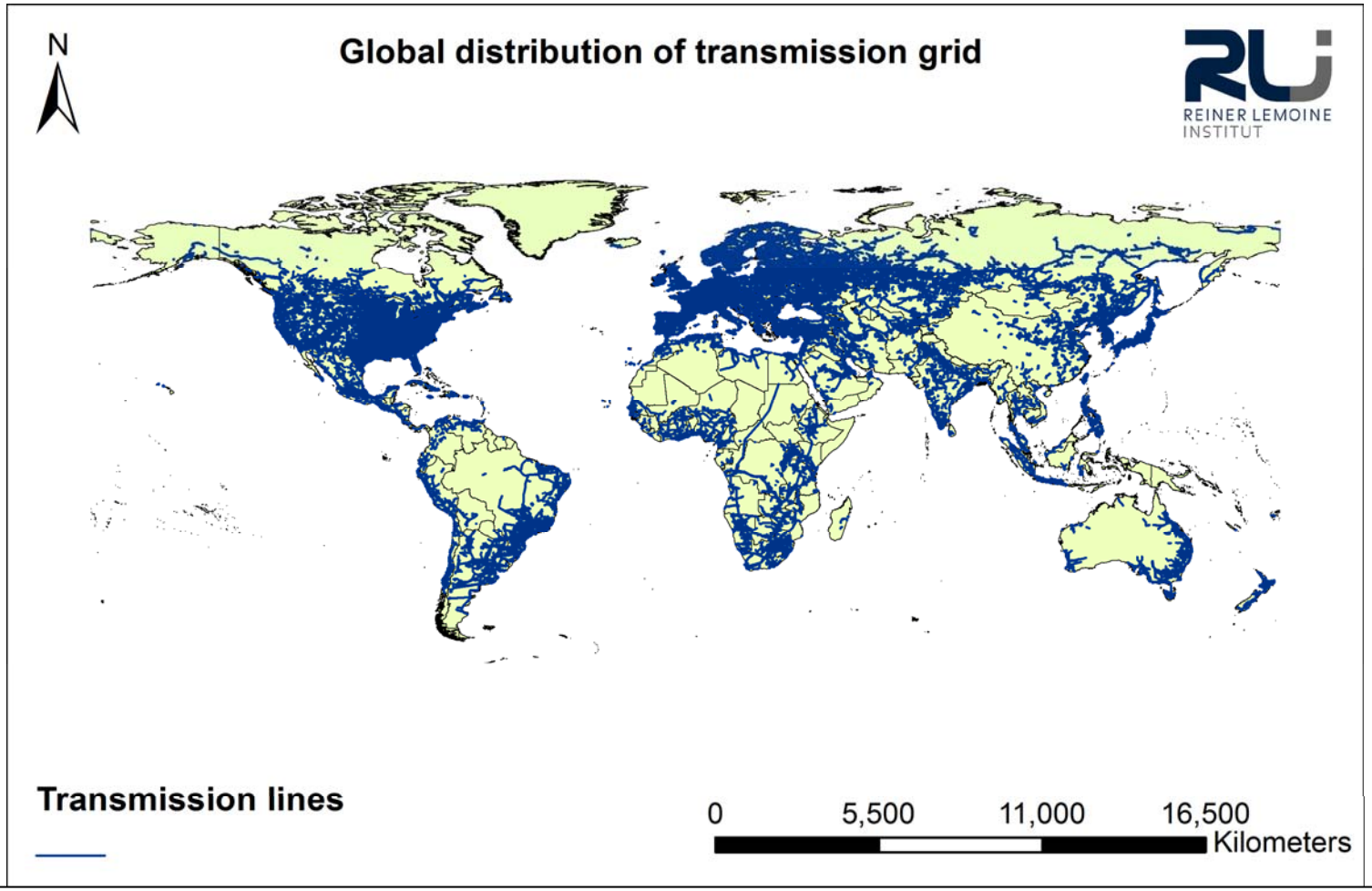
- Einleitung
- Globale Analyse
  - Ergebnisse
- Fallbeispiele
- Zusammenfassung

Globale Verteilung der Dieselkraftwerke



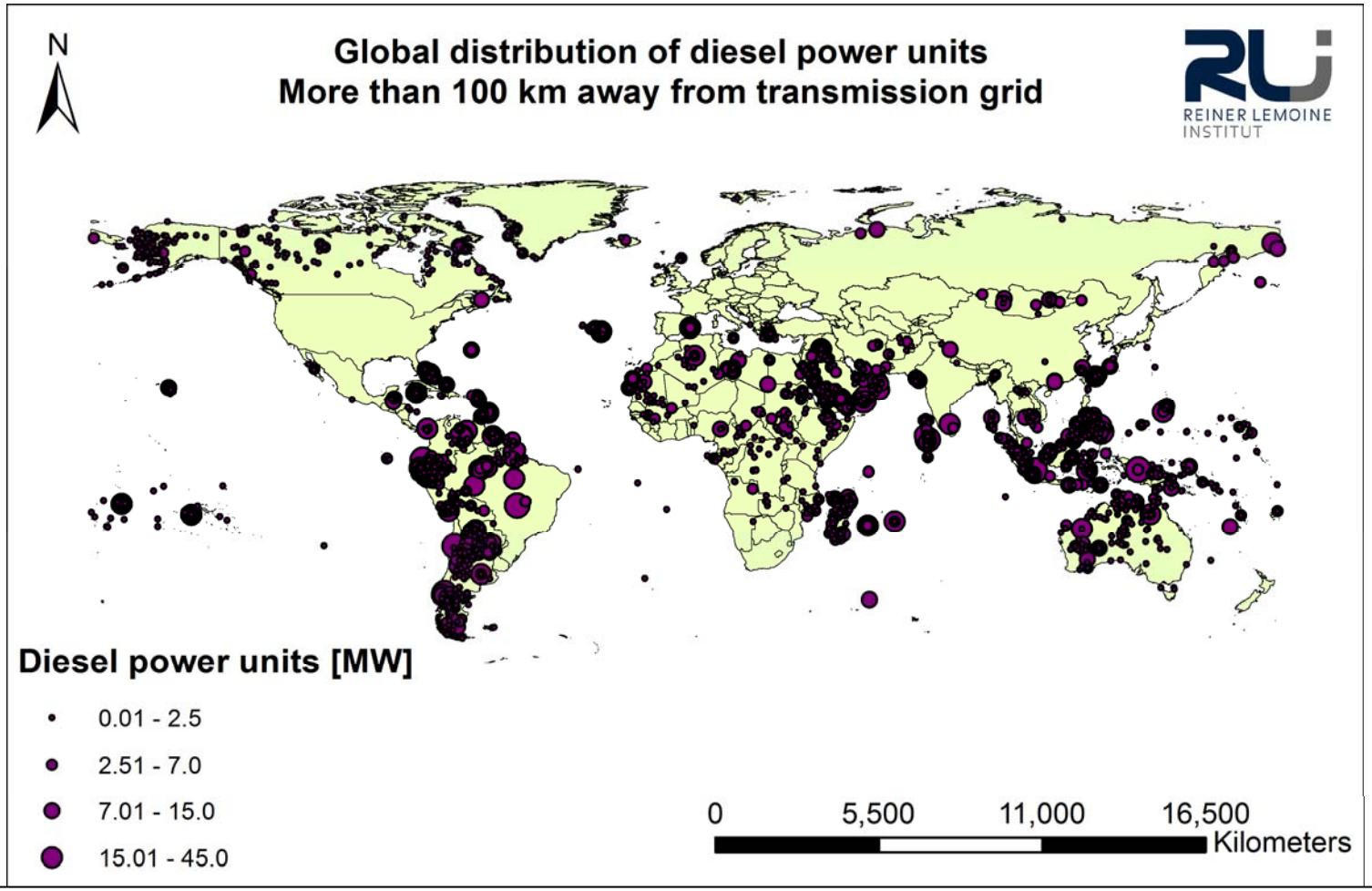
Die meisten abgebildeten Kraftwerke dienen zentralen Systemen als Back-up und Spitzenlastkraftwerke.

Globale Verteilung der Hochspannungs-Übertragungsleitungen



Die Netzabdeckung ist besonders gut in den hoch-industrialisierten Ländern Nordamerikas und Europas

Globale Verteilung der netzfernen Dieselkraftwerke (Distanz größer 100 km)

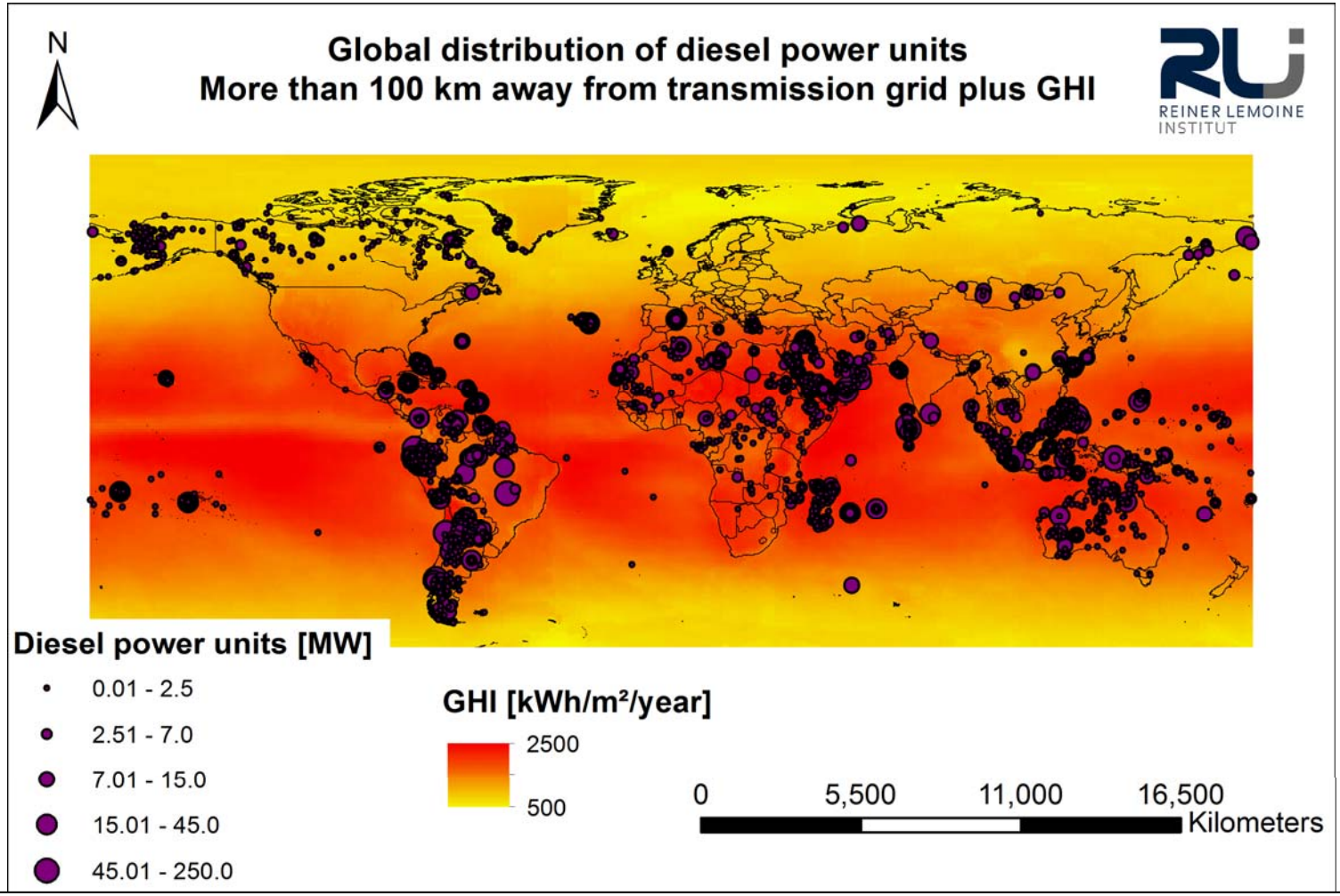


Netzferne Dieselkraftwerke finden sich vor allem in Inselstaaten (z. B. Indonesien, Philippinen und in der Karibik) als auch in Flächenstaaten mit großer Ausdehnung und geringer Infrastruktur.

Top 10 Länder mit netzfernen Dieselkapazitäten

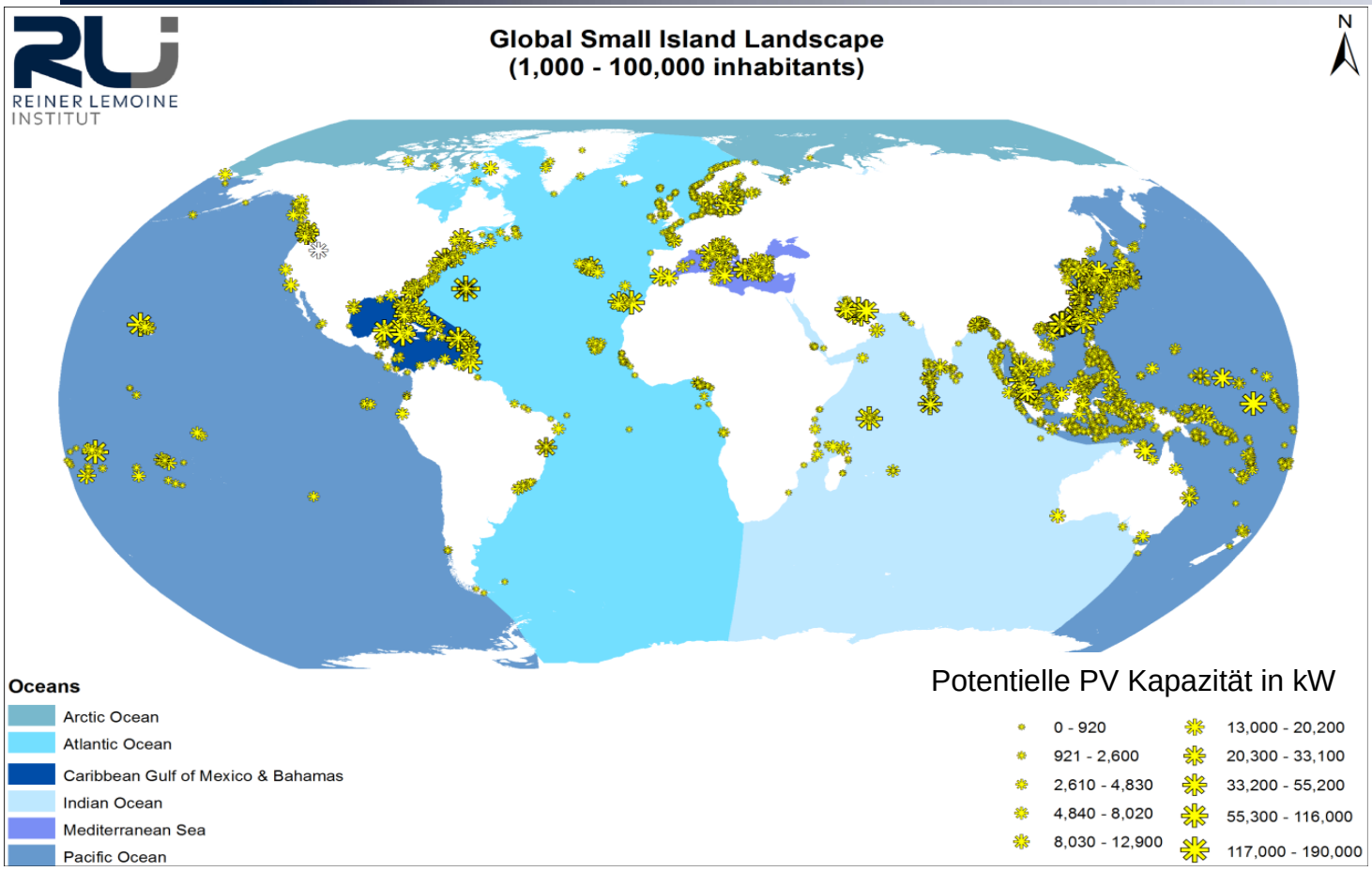
Land	Dieselkraftwerke > 100 km vom Netz [MW]	Alle Dieselkraftwerke [MW]
INDONESIA	1.623	4.016
PHILIPPINES	1.343	3.055
BRAZIL	1.029	3.509
SAUDI ARABIA	998	2.190
AUSTRALIA	577	912
PERU	515	843
MALAYSIA	499	973
USA	423	5.286
ARGENTINA	412	801
PAPUA NEW GUINEA	348	443

Globale Verteilung der netzfernen Dieselkraftwerke und GHI



Hohes solares Potential für die meisten Standorte der Dieselkraftwerkseinheiten.

Dieselnetze auf Inseln



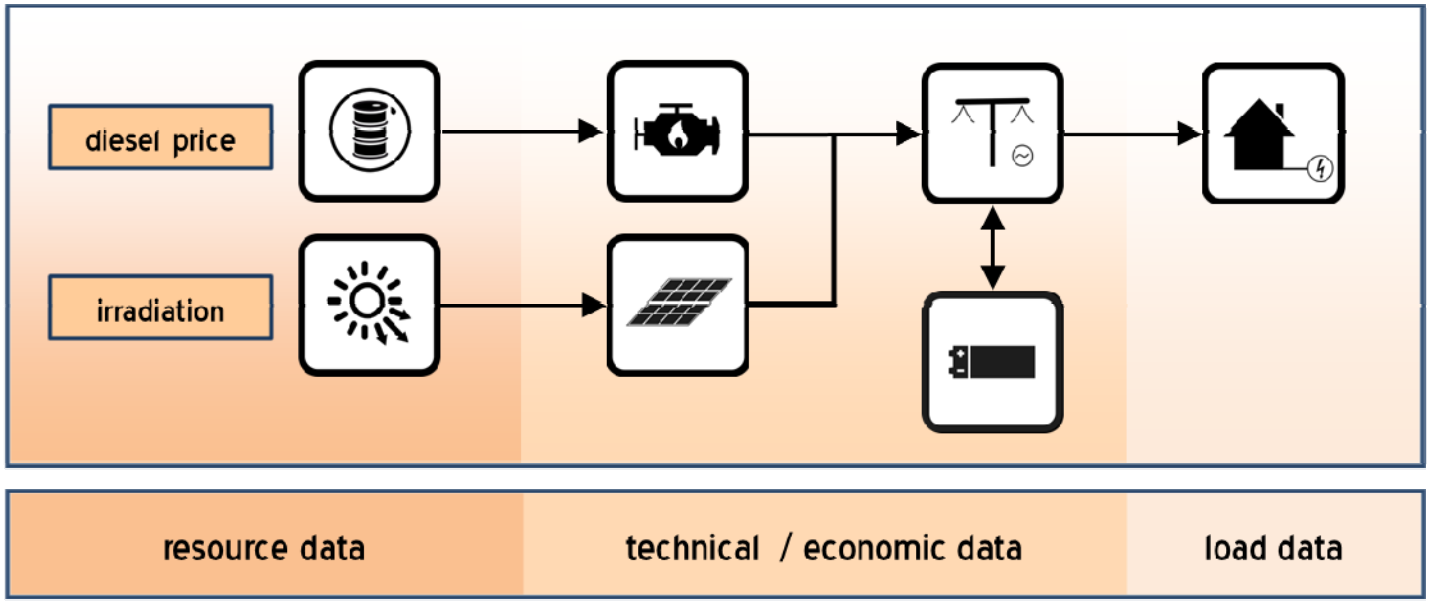
Besonders auf Inseln ist PV attraktiv zur Hybridisierung von Dieselkraftwerken, da dort meist hohe Brennstoffkosten auf hohe solare Einstrahlungen treffen.

Agenda

- Einleitung
- Globale Analyse
- Fallbeispiele
- Zusammenfassung

Energiesystem Modellierung

- Für 2 Beispielstandorte werden Energiesimulationen durchgeführt um die Attraktivität von Hybridisierung zu illustrieren.
- Energieflüsse und Kostenparameter werden in einem eigens entwickelten Modell abgebildet

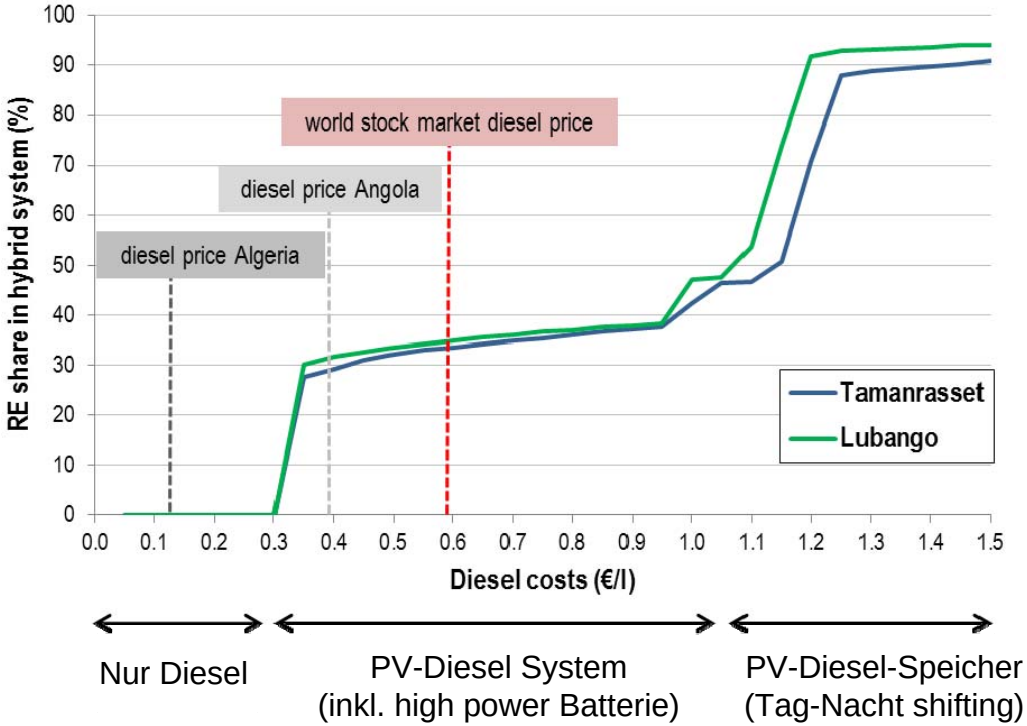


Input Parameter

Resource data		**Technical data**		**Economic data**	
Parameter	*Value*	*Parameter*	*Value*	*Parameter*	*Value*
		Diesel generator efficiency	30 %	**Capital expenditure diesel generator**	0 €/kW
		Battery round cycle efficiency	85 %	**Operational expenditure diesel generator**	0.01 €/kWh/year
		Battery max. depth of discharge	50 %	**Capital expenditure PV**	1,600 €/kWp
		Battery life time	10 years	**Operational expenditure PV**	2% of Capex/year
PV yield	varies according to geographic location (in kWh/kWp/a) [11] & [12]	**Battery C-rate**	1:6 kW/kWh	**Capital expenditure battery**	350 €/kWh
		Battery charging/discharging efficiency	85% / 100%	**Operational expenditure battery**	10€/kWh/year
				Project duration	20 years
				WACC	10 %

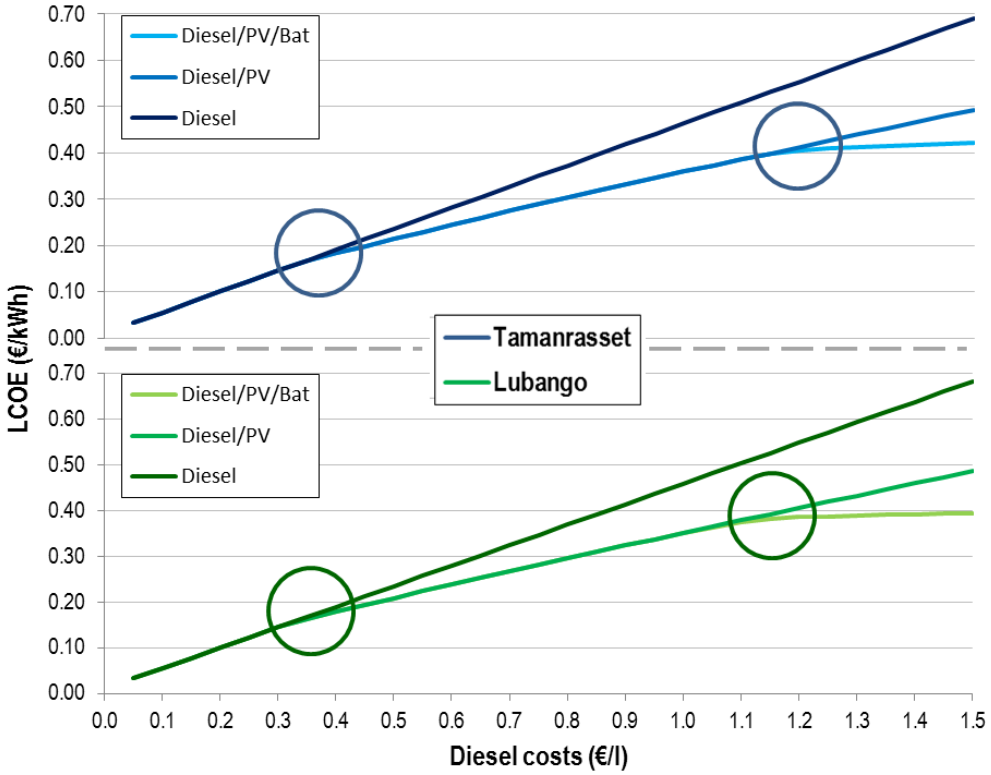
Ergebnisse Beispielrechnung

- Sensitivitätsanalyse anhand verschiedener Dieselpreise
- Dieselpreise werden in 5 Cent Schritten erhöht
- Drei grundsätzliche Konfigurationen wurden für folgende Preisspannen ermittelt:



< 0.3 €/l; 0.3 – 1.15 €/l; > 1.15 €/l

Ergebnisse Beispielrechnung



- Kostenoptimale Konfiguration wechselt von Diesel zu PV-Diesel zu PV-Diesel-Batterie mit steigenden Dieselpreisen.
- Die Einsparungen nehmen dann entsprechend zu.

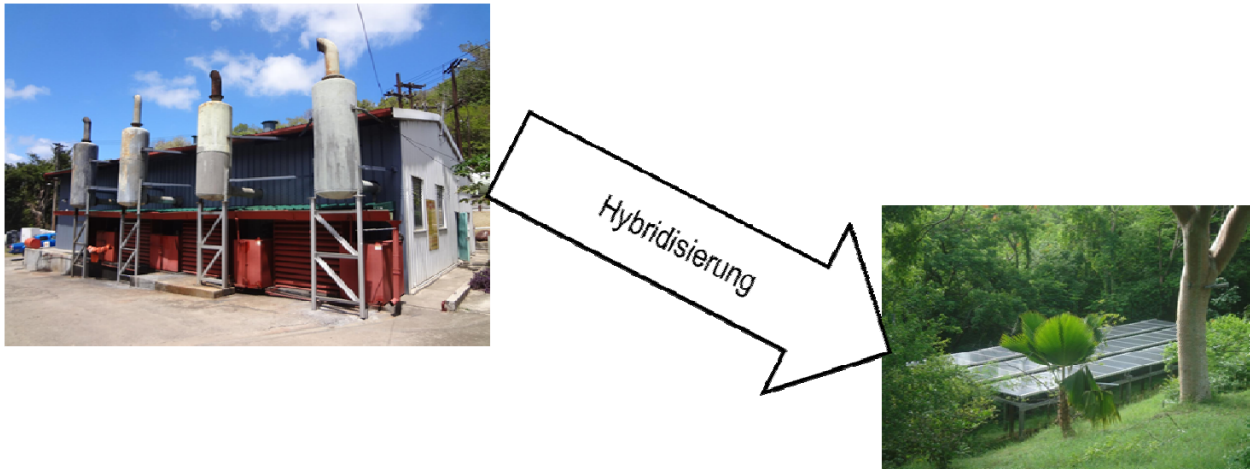
Angola: Lubango
Tamanrasset: Algerien

Agenda

- Einleitung
- Globale Analyse
- Fallbeispiele
- Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Es existiert global eine hohe Kapazität an netzfernen Dieselkraftwerken
  - 15 GW von 75 GW verzeichneten Kapazitäten wurden als mehr als 100km entfernt vom Übertragungsnetz eingestuft
- Sehr gute solare Einstrahlungswerte in den Zielländern ermöglichen attraktive Hybridisierungsprojekte
- Je nach Dieselpreis ändert sich die optimale Systemkonfiguration und der Anteil Erneuerbarer Energien



Vielen Dank!

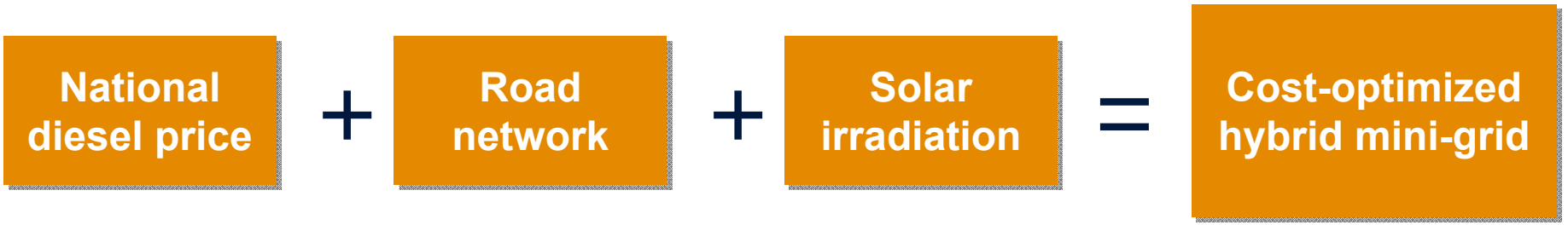
Und dem off-grid Team am RLI.

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung:

philipp.blechinger@rl-institut.de
www.reiner-lemoine-institut.de

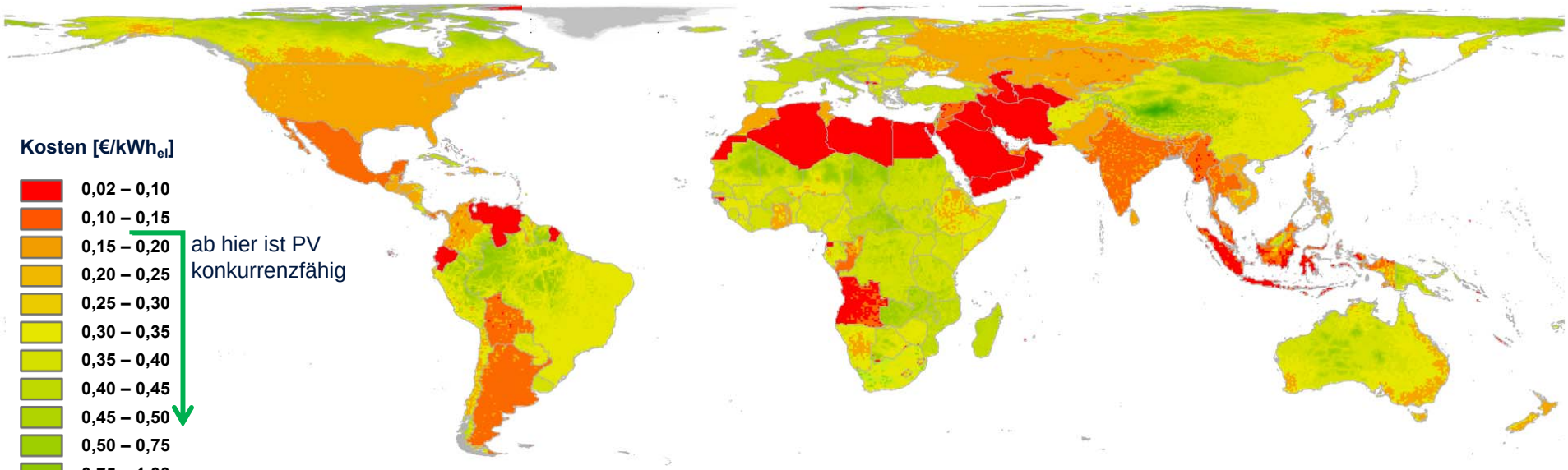
Geodatenbasierte Kostenanalyse

- Neben hybriden Mini-Grids gibt es die Möglichkeit der Netzerweiterung sowie die Möglichkeit, Strom über pure **Diesel-Grids** zu erzeugen.
- Große Distanzen zu großen Handelsrouten führen zu hohen Transportkosten für Diesel.
- Starker Ressourcenreichtum (**Solar**) ist vorteilhaft für hybride Mini-Grids.
- Entsprechend der lokalen Ressourcenverfügbarkeit (Diesel und Solar), kann ein **kostenoptimiertes** hybrides Mini-Grid für jeden Ort weltweit berechnet werden.



Source:
PV-based Mini-Grids for Electrification in Developing Countries,
Ch. Breyer et al., 2012. study on behalf of SMA Stiftungsverbund

Stromgestehungskosten von Dieselnetzen

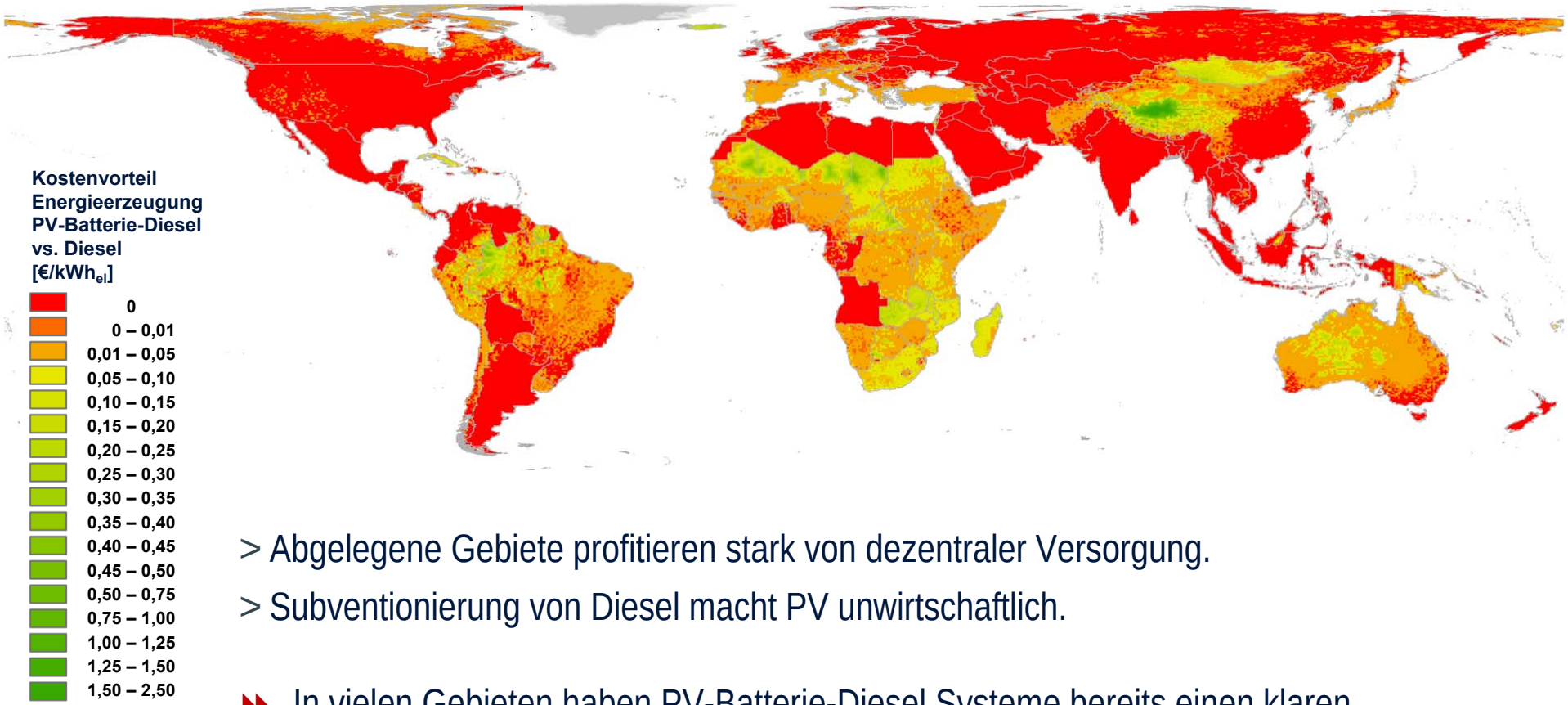


> Kosten der lokalen Stromerzeugung sind stark abhängig vom lokalen Dieselpreis.

> Dieselpreis wird in hohem Maße von Subventionierung und Besteuerung beeinflusst.

- Dieselpreis ist entscheidend für die Konkurrenzfähigkeit PV-basierter Inselnetze.

Kostenvorteil hybrider PV-Systeme

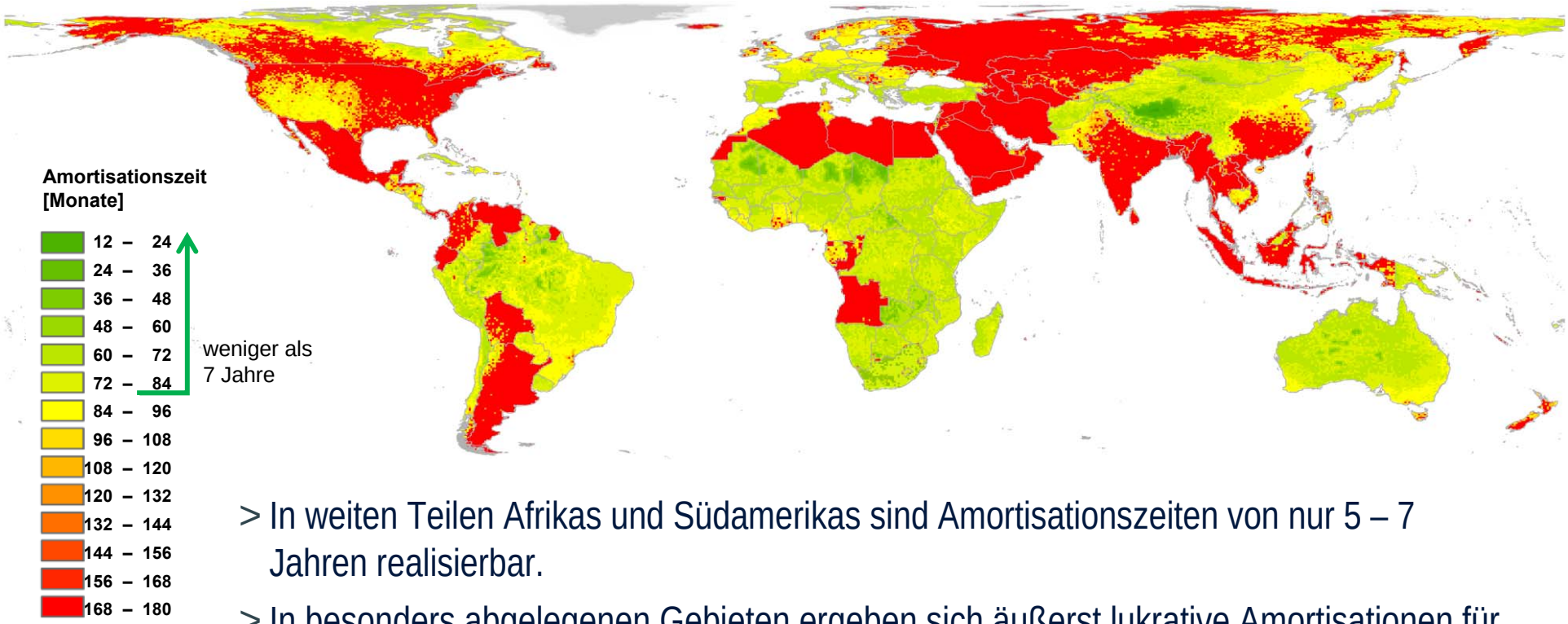


> Abgelegene Gebiete profitieren stark von dezentraler Versorgung.

> Subventionierung von Diesel macht PV unwirtschaftlich.

⏩ In vielen Gebieten haben PV-Batterie-Diesel Systeme bereits einen klaren Kostenvorteil.

Amortisation von hybriden PV-Systemen



> In weiten Teilen Afrikas und Südamerikas sind Amortisationszeiten von nur 5 – 7 Jahren realisierbar.

> In besonders abgelegenen Gebieten ergeben sich äußerst lukrative Amortisationen für PV-basierte Inselnetze von weniger als 4 Jahren.

⏩ In vielen Regionen werden bereits attraktive Amortisationszeiten für PV-basierte Inselnetze erreicht.