



**Abschlussbericht für die
Deutsche Bundesstiftung Umwelt:
Studie „Globale Vollversorgung
mit Erneuerbaren Energien“**

Aktenzeichen: 337710/01-32

Verfasser: Energy Watch Group/Ludwig-Bölkow-Stiftung

Projektleiter: Hans-Josef Fell

Projektbeginn: 08.05.2017

Projektlaufzeit: 20 Monate

April 2019, Berlin

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az **337710/01-
32**

Referat **14**

Fördersumme **62.500 €**

Antragstitel Globale Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien

Stichworte

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
20 Monate	08.05.2017	31.12.2018	

Zwischenberichte

Bewilligungsempfänger	Ludwig-Bölkow-Stiftung (Energy Watch Group/EWG) Dr. Werner Zittel Daimlerstraße 15 85521 Ottobrunn	Tel +498960811020
		Fax +49896099731
		Projektleitung Hans-Josef Fell, EWG
		Bearbeiter Komila Nabiyeva, EWG

Kooperationspartner Lappeenranta University of Technology, Skinnarilankatu 34, 53850
Lappeenranta, Finnland
Stiftung Mercator GmbH, Huysenallee 40, 45128 Essen

Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens

Dank stark sinkender Preise für Erneuerbare Energien sind bereits heute neue Wind- und Solarkraftwerke profitabler als neue fossile Kraftwerke. Die Tatsache, dass Schwellenländer die Führung in Bezug auf Investitionen in Erneuerbare Energien übernommen haben, lässt eine globale Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien nicht mehr als utopische Fiktion, sondern als greifbare Realität erscheinen. Die Herausforderung besteht darin, eine optimale Synergie zwischen verschiedenen Erneuerbaren Energieressourcen und unterschiedlichen Regionen zu erreichen.

Das Ziel der Studie ist die Modellierung und Analyse eines optimal strukturierten und kosteneffizienten Weltenergiesystems auf Basis von 100% Erneuerbaren Energien (Sektor übergreifend für die Sektoren Strom, Wärme, Verkehr und Meerwasserentsalzung) in stündlicher Auflösung für ein ganzes Referenzjahr. Dadurch wird der Fortschritt zu einem emissionsfreien Energiesystem überprüft und die Wirtschaftlichkeit von 100% Erneuerbaren Energien präzise dargestellt. Unter anderem analysiert die Studie Folgendes:

- Optimale Kombination der Technologien angepasst an die Ressourcenverfügbarkeit der jeweiligen Regionen
- Optimaler Mix an Kapazitäten für alle Technologien und Regionen
- Optimaler Betriebsmodus für jeden Teil des Energiesystems
- Günstigste Energieversorgung für die jeweilig gegebenen Rahmenbedingungen
- Begrünung von degradierten Landflächen mit Ölpflanzen
- Beschäftigung durch Erneuerbare Energien

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Die Forschungsarbeiten sind in 5 Arbeitspakete eingeteilt: (1) Erneuerbare Energien Ressourcenpotential (2) Zukünftiger Energiebedarf (3) 100% Erneuerbare Energiewende Pfade (4) Kosten und Investitionen (5) Sozio-ökonomische Wirkungen. Die Arbeitspakete spiegeln die obigen Zielsetzungen wider.

Ergebnisse und Diskussion

Die bisherige Forschung des Teams um Dr. Christian Breyer (Lappeenranta University of Technology) bildet die Vorarbeit für das Projekt. Inzwischen sind Energiesysteme auf Basis von 100% Erneuerbare Energien in neun Weltregionen für ein komplettes Jahr in stündlicher Auflösung modelliert. Dies umfasst die Sektoren Strom, Meerwasserentsalzung und industriellen Gasbedarf mit Annahmen des Jahres 2030.

Die Simulation für die Studie „Globale Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien“ wurde für 145 Regionen durchgeführt, die in 92 Länder bzw. Gruppen von (kleineren) Ländern und neun große Weltregionen aggregiert wurden. Diese sind Europa, Eurasien, Nordafrika und Mittlerer Osten, Nordostasien, Südostasien, Indien und Südasiatische Vereinigung für regionale Kooperation (SAARC), Subsahara Afrika, Südamerika und Nordamerika. Als Ergebnis stellt die Studie eine globale Energiewende von 2015 bis 2050 in fünf Jahresschritten dar.

Die zentralen Ergebnisse der Studie:

- Elektrifizierung und Dezentralisierung führen zu mehr Effizienz: Im Jahr 2050 wird Strom 90% des weltweiten Primärenergiebedarfs decken. Dies führt zu massiven Effizienzgewinnen und ermöglicht eine nahezu vollständige Versorgung durch lokale oder regionale Quellen.
- Solar PV und Windenergie dominieren die Energiewende: Wind- und Solarenergie stellt nicht nur 88% der Energieversorgung und 96% der Stromversorgung, sondern wirken auch synergetisch und ausgleichend auf das Energiesystem.
- 100% Erneuerbare Energien sind günstiger als das derzeitige Energiesystem: Die errechneten langfristigen Energiekosten (LCOE) für ein weltweit vollständig nachhaltiges Energiesystem sind gegenüber 54€/MWh in 2015 mit 53€/MWh in 2050 nicht teurer bzw. leicht geringer als im derzeitigen Energiesystem. Unter Berücksichtigung der negativen Externalitäten des fossilen Energiesystems stellt das 100% erneuerbare Energiesystem die wesentlich günstigere Option dar.
- Die weltweiten energiebedingten Treibhausgasemissionen können bis 2050 oder früher auf Null reduziert werden: Die jährlichen globalen Treibhausgasemissionen im Energiesektor sinken von rund 30 GtCO₂-eq im Jahr 2015 auf Null bis zum Jahr 2050. Eine tiefgreifende Dekarbonisierung des Strom- und Wärmebereichs ist bis 2030 möglich.
- Ein 100% erneuerbares Energiesystem wird Millionen von Jobs im Energiesektor schaffen: Bis 2050 wird das Stromsystem mit 100% Erneuerbaren Energien 35 Millionen Menschen beschäftigen, verglichen mit 20 Millionen Beschäftigten im Energiesektor im Jahr 2015.

Die Ergebnisse wurden mit einer breiten Auswahl von Tabellen und Grafiken aufbereitet, sodass von vielen Seiten Bezug darauf genommen werden kann. Neben der [kompletten Studie](#) wurden die Ergebnisse der Studie in verschiedenen Formaten wie einer Zusammenfassung ([Executive Summary](#)), einer Übersicht der zentralen Studienerkenntnisse ([Key Findings](#)), sowie [PowerPoint-Präsentationen](#) der Ergebnisse je nach Region und ergänzende [Excel-Dateien](#) aufgeschlüsselt nach Regionen und Sektoren veröffentlicht. Methodik und Annahmen wurden bereitgestellt, um ein Höchstmaß an Transparenz zu gewährleisten. Eine Übersicht aller veröffentlichten Dokumente findet sich [hier](#).

Die wissenschaftliche Untersuchung eines kostenoptimierten Übergangs des gegenwärtigen (hochgradig nicht nachhaltigen) Energiesystems liefert Informationen zu drei wesentlichen Aspekten:

- den notwendigen Transformationsgeschwindigkeiten der jeweiligen lokalen Energiesysteme;
- dem entsprechenden Kapazitätsbedarf in 5-Jahresintervallen;
- und dem entsprechenden finanziellen Investitionsbedarf in Bezug auf die wesentlichen Komponenten im Energiesystem.

Diese Informationen sind bisher weitestgehend nicht existent, sind aber essentiell für nationale Politikentscheidungen. Das Vorliegen entsprechender Forschungsergebnisse erleichtert es auch anderen Wissenschaftlern die einmal gewonnenen Ergebnisse zu verifizieren, was für nachhaltige Politikentscheidungen und den entsprechenden gesellschaftlichen Diskurs von elementarer Bedeutung ist. Die Studie zeigt zudem Politikempfehlungen auf, wie die nötigen Rahmenbedingungen geschaffen werden können, um eine globale Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien umzusetzen.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Die Verbreitung der Ergebnisse und die Ansprache unterschiedlicher Zielgruppen ist ein wesentlicher Bestandteil des Projekts. Hier liegt die Kernkompetenz und Expertise der Ludwig-Bölkow Stiftung/Energy Watch Group. Die Kommunikation der Ergebnisse der Studie erfolgt über verschiedene Kanäle. Über das internationale parlamentarische Netzwerk besteht ein direkter Draht zu politischen Entscheidungsträgern in nationalen europäischen und afrikanischen Parlamenten, dem Europaparlament, sowie dem australischen Parlament.

Die Energy Watch Group veröffentlicht die Publikation mit einem Angebot für Exklusivberichterstattung an wichtige Medien, einem Pressegespräch und/oder einer Launch-Veranstaltung (Diskussion mit Politikern, Wissenschaftlern, NGOs, etc.). Zudem werden mit weiteren Instrumenten der Öffentlichkeitsarbeit weitere Medien abgedeckt und die Öffentlichkeit informiert. Dazu dienen klassische Instrumente wie Pressemitteilungen und Newsletter, sowie die etablierten Social-Media-Kanäle der Energy Watch Group. Die Ergebnisse der Studie werden auch auf nationalen und internationalen Konferenzen sowie in Gesprächen mit Stakeholdern und Entscheidungsträgern vorgestellt.

Fazit

Für die allermeisten Weltregionen wurden entsprechende Fragestellungen noch nie untersucht und stellen daher wissenschaftliches Neuland dar. Eine weltweite Untersuchung ist zum einen effektiver als die Anfertigung einzelner Studien für diverse Weltregionen. Zum anderen unterstützt sie das durch das Pariser Abkommen entstandene Momentum zum globalen Klimaschutz und erweitert die Erkenntnisbasis zur Erreichung des 1.5°C Ziels. Politiker weltweit benötigen jetzt einerseits die wissenschaftliche Bestätigung, dass ein 100% Erneuerbare Energien-System ökonomisch, technisch und versorgungssicher realisiert werden kann. Darüber hinaus benötigen sie aber auch Daten anhand derer die Umsetzung der Dekarbonisierungsziele baldmöglichst in Angriff genommen werden kann.

Inhaltsverzeichnis

Projektkennblatt.....	2
1. Ziele und Arbeitsschritte.....	6
1.1. Anlass und Zielsetzung des Projekts.....	6
1.2. Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden.....	6
2. Ergebnisse und Diskussion.....	7
2.1. Darstellung der tatsächlich erzielten Ergebnisse.....	7
2.2. Inwieweit wurden die verfolgten Ziele erreicht?.....	8
2.3 Woraus ergeben sich die Abweichungen der erhaltenen Ergebnisse?.....	9
2.4. Wie gestaltete sich die Arbeit mit den verschiedenen Kooperationspartnern?....	10
3. Öffentlichkeitsarbeit.....	10
4. Fahrplan.....	15
5. Fazit.....	16

1. Ziele und Arbeitsschritte

1.1. Anlass und Zielsetzung des Projekts

Der Energiesektor ist für den Großteil der globalen CO₂-Emissionen verantwortlich. Energiewirtschaft, politische Entscheider und Regierungsorganisationen pflegen zum Teil immer noch den Glauben an die unbegrenzte Verfügbarkeit billiger Energie aus konventionellen Quellen und unterschätzen die Möglichkeiten der Erneuerbaren Energien. Das schadet dem globalen Klima, stimuliert betriebswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Fehlentscheidungen und Fehlinvestitionen in Milliardenhöhe und verlangsamt die Durchsetzung nachhaltigkeitsorientierter Innovationen und Energieeffizienzmaßnahmen. Um die globale Erwärmung zu stoppen, ist vielmehr die Vermeidung aller Emissionen erforderlich, wie auch die schnelle Organisation von Kohlenstoffsinken.

Dank stark sinkender Preise für Erneuerbare Energien sind bereits heute neue Wind- und Solarkraftwerke profitabler als neue fossile Kraftwerke. Die Tatsache, dass Schwellenländer die Führung in Bezug auf Investitionen in Erneuerbare Energien übernommen haben, lässt eine globale Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien nicht mehr als utopische Fiktion, sondern als greifbare Realität erscheinen. Die Herausforderung besteht darin, eine optimale Synergie zwischen verschiedenen erneuerbaren Energieressourcen in den unterschiedlichen Regionen zu erreichen.

Das Ziel der vorliegenden Studie war die Modellierung und Analyse eines optimal strukturierten und kosteneffizienten Weltenergiesystems auf Basis von 100% Erneuerbaren Energien (sektorübergreifend für Strom, Wärme, Verkehr und Meerwasserentsalzung) in stündlicher Auflösung für ein ganzes Referenzjahr. Dadurch wird der Fortschritt zu einem emissionsfreien Energiesystem überprüft und die Wirtschaftlichkeit von 100% Erneuerbaren Energien präzise dargestellt. Unter anderem wurde folgendes analysiert:

- Optimale Kombination der Technologien angepasst an die Ressourcenverfügbarkeit der jeweiligen Regionen
- Optimaler Mix an Kapazitäten für alle Technologien und Regionen
- Optimaler Betriebsmodus für jeden Teil des Energiesystems
- Günstigste Energieversorgung für die jeweilig gegebenen Rahmenbedingungen
- Begrünung von degradierten Landflächen mit Ölpflanzen
- Beschäftigung durch Erneuerbare Energien

1.2. Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Die Forschungsarbeiten sind in 5 Arbeitspakete eingeteilt: (1) Erneuerbare Energien-Ressourcenpotential (2) Zukünftiger Energiebedarf (3) 100% Erneuerbare Energiewende-Pfade (4) Kosten und Investitionen (5) Sozio-ökonomische Wirkungen. Die Arbeitspakete spiegeln die obigen Zielsetzungen wider. Der Schwerpunkt der Arbeit wurde dabei auf (3) – (5) gelegt, da dies die am wenigsten verstandenen Bereiche darstellen. Bei (1) und (2) konnte auch auf bestehende Arbeiten aufgebaut werden, die jedoch für die konkreten Fragestellungen der Studie angepasst wurden.

2. Ergebnisse und Diskussion

2.1. Darstellung der tatsächlich erzielten Ergebnisse

AP	Name	Terminplan								
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
1	EE Ressourcenpotential	■	■							
	Ölpflanzen Ressourcen und Technologie (ext)		■							
2	Zukünftiger Energiebedarf	■	■							
2.1	Strombedarf	■	■							
2.2	Weitere Sektoren	■	■							
3	100% Erneuerbare Energiewendepfade			■	■	■	■	■		
3.1	Modellsetup und Design Stromsystem			■	■	■	■	■		
3.2	Design weiterer Energiesektoren			■	■	■	■	■		
3.3	Energiewende des Stromsystems				■	■	■	■		
3.4	Energiewende des integrierten Energiesystems				■	■	■	■		
4	Kosten und Investitionsbedarf							■		
4.1	Kosten des Stromsystems							■		
4.2	Kosten des integrierten Eneergiesystems							■		
5	Sozio-ökonomische Wirkung							■		
5.1	Wirkungen des Stromsystems							■		
5.2	Wirkungen des integrierten Energiesystems							■		
	Peer-Review								■	
	Berichtserstellung							■	■	■

Es wurden inzwischen alle Arbeitspakete erfolgreich abgeschlossen. Die finalen Arbeiten betreffen ausschließlich die Veröffentlichung der Studienergebnisse und deren Aufbereitung für eine möglichst wirkungsvolle Verbreitung der neuen Erkenntnisse. In den vergangenen Monaten wurden die Simulationsarbeiten in den Energiesektoren Wärme, Verkehr und Meerwasserentsalzung finalisiert. Diese Arbeiten haben sich in Einzelfällen von Teilaspekten etwas verzögert, insbesondere aufgrund einer neu entwickelten Methodik, die in der sehr hohen zeitlichen und räumlichen Auflösung noch nie auf globale Fragestellungen angewendet wurde, und daher wissenschaftliches Neuland darstellt.

Diese Herausforderungen konnten erfolgreich gemeistert werden, sodass im Spätherbst 2018 alle Simulationsarbeiten abgeschlossen werden konnten und die Ergebnisdarstellung und Berichtserstellung erfolgen konnten. Die zum Zeitpunkt des Zwischenberichts noch zu erfolgenden Arbeitsschritte, -pakete und Simulationsabläufe wurden im Jahre 2018 fristgerecht abgeschlossen und umfassten die folgenden Energiesektoren: Strom, Wärme, Verkehr und Meerwasserentsalzung, sowie alle direkt energetischen Bedarfe im industriellen Sektor.

Besonders hervorzuheben ist das zentrale Ergebnis:

Es ist möglich das 1,5°C Ziel entsprechend des IPCC Berichtes 2018 einzuhalten, bei stabilen bzw. sogar leicht sinkenden Kosten im Energiesystem, ohne zu Hilfenahme von negativen CO₂-Emissionstechnologien, mit den bekannten existierenden Technologien. Dies wurde bislang noch von keiner Forschergruppe weltweit aufgezeigt.

Im November 2017 wurde der erste Teil der Studie (Simulation eines optimal strukturierten und kosteneffizienten globalen Stromsektors auf Basis von 100% Erneuerbaren Energien mit stündlicher Auflösung und Beschäftigung im Stromsektor) veröffentlicht. Im November und Dezember 2017 organisierte die Energy Watch Group bzw. die Ludwig-Bölkow-Stiftung gemeinsam mit der Lappeenranta University of Technology mehrere öffentlichen Veranstaltungen mit Präsentationen der Studienergebnisse sowie eine umfangreiche Presse- und Öffentlichkeitsarbeit dazu (*siehe Punkt 3. Öffentlichkeitsarbeit unten*). Die Ergebnisse der Teilstudie sind auf der Webseite der EWG und ResearchGate frei und kostenlos verfügbar.

Darauf aufbauend wurde der europäische Teil der globalen Studie (Modellierung und Analyse eines optimal strukturierten und kosteneffizienten Weltenergiesystems auf Basis von 100% Erneuerbaren Energien) im Dezember 2018 auf der COP24 in Katowice auf einer Pressekonferenz vorgestellt und in zwei weiteren offiziellen Side-Events präsentiert. Dem folgte ebenfalls eine umfangreiche Presse- und Öffentlichkeitsarbeit. Des Weiteren haben die Energy Watch Group und die Lappeenranta University of Technology sowohl die erste Teilstudie, als auch den europäischen Teil der Gesamtstudie auf verschiedenen Veranstaltungen präsentiert (*siehe Punkt 3. Öffentlichkeitsarbeit unten*).

Die Präsentation der globalen Studie verschiebt sich auf das Jahr 2019, da die Planung für die bestmögliche Präsentation und Kommunikation inklusive etwaige weitreichende Marketingmaßnahmen zur globalen Studie einigen Vorlauf benötigt und im idealen Rahmen stattfinden sollte, damit die bereits abgeschlossene Studie die bestmögliche Reichweite, und damit den größtmöglichen Einfluss hat.

2.2. Inwieweit wurden die verfolgten Ziele erreicht?

Die Projektziele in Bezug auf die Teilstudie zum globalen Stromsektor wurden erreicht. Die erste Phase des Projekts umfasst die Teilstudie zur Energiewende im globalen Stromsektor, welche sehr erfolgreich zum Abschluss gebracht werden konnte. Die bereits im November 2017 veröffentlichte Teilstudie ist die erste jemals veröffentlichte Arbeit, die eine globale Energiewende hin zu 100% Erneuerbare Energien im Stromsektor in voller stündlicher und derart hoher räumlicher Auflösung realisierte. Dies führte zu einer guten Medienresonanz und Impact im wissenschaftlichen Bereich, was anhand von Zitaten dokumentiert ist.

Inzwischen sind Ergebnisse dieser Arbeit in der Fachzeitschrift *Nature Communications* zur Veröffentlichung angenommen. Dies stellt die erste Veröffentlichung eines Energiewendepfades hin zu 100% Erneuerbaren Energien in *Nature* dar, die jemals auf diesem höchsten wissenschaftlichen Niveau publiziert wurde. Neben den kostenoptimalen Energiewendepfaden konnte auch die projektierte Trajektorie der Treibhausgasemissionen ermittelt werden, welche das 1,5°C Ziel des Pariser Klimaabkommens einhält. Daneben ist es die erste Studie überhaupt, die die Arbeitsplatzeffekte im Bereich der Energiespeicherung beinhaltet, welche um ein weiteres die positive Arbeitsplatzwirkung der Energiewende unterstreicht, da mehr Arbeitsplätze geschaffen werden, als in alten Energiesektoren verloren gehen.

Der im Dezember 2018 veröffentlichte europäische Teil der Gesamtstudie stellt ebenfalls wissenschaftliches Neuland dar, da eine sektorenübergreifende, in voller stündlicher und derart hoher räumlicher Auflösung realisierte Simulation auch hier erstmalig durchgeführt wurde. Wie in der gesamten Studie wurden die jeweiligen kostenoptimalen Energiefade für jede Region ermittelt, zusätzlich zu der projektierten Trajektorie der Treibhausgasemissionen, welche auch sektorenübergreifend das 1.5⁰C Ziel des Pariser Klimaabkommens einhalten. Die gesamte weltweite Studie ist erstmalig dazu in der Lage zu erfassen, welche Arbeitsplatzeffekte durch den aufkommenden Industriezweig der Energiespeicherung und in vielen weiteren verursacht werden und kann somit aufzeigen, dass die Energiewende eine positive Arbeitsplatzwirkung hat, weit über den Stromsektor hinaus.

Ein weiteres zentrales Studienergebnis stellt die sehr positive wirtschaftliche Seite dar. Es konnte erstmalig aufgezeigt werden, dass eine globale Energiewende in den Sektoren Strom, Wärme, Verkehr und Meerwasserentsalzung hin zu 100% Erneuerbaren Energien bis 2050 zu stabilen, bis sogar leicht sinkenden Kosten für das gesamte Energiesystem führt. Die vorliegende Studie stellt diese zentralen Ergebnisse zum ersten Mal dar. Die hohe Transparenz der Studie in den getroffenen Annahmen und der detailliert dargelegten Methodik ermöglicht es anderen internationalen Forschergruppen die Ergebnisse zu bestätigen.

Es konnte sogar ein Ziel erreicht werden, welches generell nicht planbar ist. Die bisherigen Ergebnisse der Teilstudie zu 100% erneuerbarer Stromversorgung weltweit werden inzwischen von weiten Teilen der internationalen Photovoltaik-Gemeinschaft in Wirtschaft und Wissenschaft als das aktuell maßgebliche Szenario verwendet, wie dokumentiert vom weltweit führenden Solarzellenforscher Prof. Martin Green, Sydney, den beiden international marktführenden PV-Herstellern Longi und Trina Solar aus China, sowie der Übernahme der Studienergebnisse von der European Technology and Innovation Platform PV für ihre Beratungstätigkeit von EU-Institutionen. Bei allen genannten Akteuren wurden die unzulänglichen Szenarien der Internationalen Energieagentur ersetzt.

2.3. Woraus ergeben sich die Abweichungen der erhaltenen Ergebnisse (aufgetretene Probleme, Veränderungen bezüglich Strategie oder angewandter Methoden)?

Die Simulationen weiterer Sektoren (Wärme und Verkehr) hatten die Studiendurchführung zwischenzeitlich verzögert aufgrund von unerwartetem höheren Aufwand für die sehr umfangreiche Datenbeschaffung an der Lappeenranta University of Technology, aber auch aufgrund des bislang unerreichten Detailgrades der wissenschaftlichen Untersuchung, der wissenschaftliches Neuland bei einem globalen Energiewendeszenario darstellte. Die unerwarteten Herausforderungen konnten erfolgreich bewältigt werden, was nun den Stand der Wissenschaft entsprechend erweitert hat.

Um den notwendigen Detaillierungsgrad gewährleisten zu können, mussten monatelange Recherchen zu den verwendeten Inputdaten, insbesondere im Wärme- und Verkehrssektor durchgeführt werden, die den Zeitplan nach hinten verschoben haben.

Die Inputdaten sind nun sehr detailliert, z.B. umfassen die Sub-Sektoren im Verkehrssektor (Road, Rail, Marine, Aviation) die Treibstoffe fossile Flüssigkeiten und Gase, Flüssigmethan, Wasserstoff, Elektrizität und deren Motoren. Die Nachfragedaten sind für alle 145 Regionen, bzw. deren Basisländer in 5-Jahresschritten von 2015 bis 2050 zusammengestellt, was sehr viel Zeit benötigte. Ähnliches gibt es zum Wärmesektor zu berichten. Aus diesem Grund wurde das Projektende in Absprache mit der DBU und der Mercator-Stiftung auf Ende Dezember 2018 verschoben.

Da die kompletten Ergebnisse der weltweiten Studie erst zum Projektende am 31.12.2018 vollständig vorgelegt werden konnten, hat sich die Energy Watch Group gemeinsam mit der Ludwig-Bölkow-Stiftung und der Lappeenranta University of Technology dafür entschieden, den bereits fertiggestellten europäischen Teil der Gesamtstudie im Rahmen der Weltklimakonferenz COP24 in Katowice, Polen zu präsentieren. Da, wie bereits unter "Punkt 2.1. Darstellung der tatsächlich erzielten Ergebnisse" angeführt, die Studie auch bestmöglich verbreitet und kommuniziert werden sollte, um sie einer größtmöglichen Öffentlichkeit zugänglich zu machen, hat sich auch die Veröffentlichung der globalen Studie in das Jahr 2019 verschoben. Zumal die Studie, wie oben erwähnt, erst gegen Jahresende komplett vorlag.

Leider lässt sich die Erarbeitung wissenschaftlichen Neulands nicht ähnlich präzise planen, wie die Wiederholung des bereits bekannten Standes der wissenschaftlichen Erkenntnisse. Die extrem hohe Detailtiefe der Simulation geht bis an die Grenzen des mit moderner IT in vertretbarem Zeitaufwand Realisierbarem. Im Nachgang zur Studienveröffentlichung wird mit weiteren wissenschaftlichen Fachveröffentlichungen gerechnet, die die Erweiterung des bislang erreichten Standes der Wissenschaft in entsprechender Form aufzeigen wird. Solche Fachveröffentlichungen stellen die Basis für IPCC Haupt- und Spezialberichte dar, wozu die vorliegende Studie beiträgt.

2.4. Wie gestaltete sich die Arbeit mit den verschiedenen Kooperationspartnern?

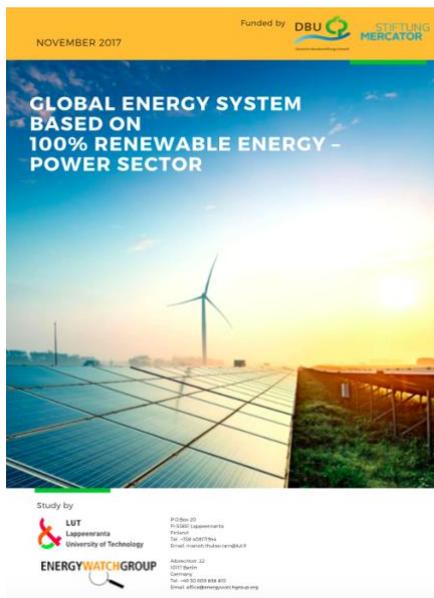
Die Arbeit mit den Kooperationspartnern, der Lappeenranta University of Technology und der Stiftung Mercator ist wie geplant verlaufen. Die beiden Förderorganisationen (Deutsche Bundesstiftung Umwelt und Stiftung Mercator) wurden regelmäßig über den Verlauf von Planungen informiert und für die geplanten Öffentlichkeitsaktivitäten angefragt.

3. Öffentlichkeitsarbeit

Die Verbreitung der Ergebnisse und die Ansprache unterschiedlicher Zielgruppen ist ein wesentlicher Bestandteil des Projekts.

Veröffentlichung der Teilstudie zu 100% erneuerbarer Stromversorgung weltweit

Im Vorfeld zur Studienpräsentation im November 2017, wurden die wichtigsten Erkenntnisse der Studie und eine Kurzfassung der Studie ausgewählten Medien angeboten. Am 8.11.2017 (Studienlaunch) wurden die Pressemitteilungen und Schlüsselergebnisse auf Englisch, Deutsch und Russisch über die großen Medienverteiler versendet und über soziale Medien kommuniziert.



Das globale Netzwerk von Klima und Energie-NGOs Climate Action Network (CAN) hat die Studienergebnisse über ihre externen und internen Verteiler versendet (die Energy Watch Group ist seit Oktober 2017 Mitglied von [CAN-Europe](#)).

Hier ist eine Übersicht der veröffentlichten Kommunikationsmaterialien:

- Die komplette [Studie auf Englisch](#);
- Englisch: [Press release](#), [Executive Summary](#), [Key Findings](#), und die PowerPoint [Präsentation](#);
- Deutsch: [Pressemitteilung](#) und [Schlüsselergebnisse](#);
- Russisch: [пресс-релиз](#), [основные результаты исследования](#)

Veröffentlichung der Teilstudie zu einem 100% erneuerbaren Energiesystem in den Sektoren Strom, Wärme, Verkehr und Meerwasserentsalzung in Europa



Im Vorfeld zur Studienpräsentation im Rahmen der Weltklimakonferenz COP24 im Dezember 2018 wurden die wichtigsten Erkenntnisse der Studie und eine Kurzfassung der Studie ausgewählten Medien angeboten.

Am 12.12.2018 (am Morgen nach dem offiziellen Launch der Studie) wurden Pressemitteilungen auf Englisch, Deutsch, Französisch, Spanisch und Russisch sowie die Kernergebnisse der Studie über die großen Medienverteiler versendet und über soziale Medien beworben. Das globale Netzwerk von Klima- und Energie-NGOs Climate Action Network (CAN) hat die Studienergebnisse über ihre externen und internen Verteiler versendet.

Hier ist eine Übersicht der Kommunikationsmaterialien:

- Die komplette [Studie auf Englisch](#);
- Englisch: [Press release](#), [Key findings](#), [PowerPoint Presentation](#) (für die Presse), [PowerPoint Presentation](#) und [Supplementary Data](#);
- Deutsch: [Pressemitteilung](#)
- Französisch: [Communiqué de presse](#)
- Spanisch: [Comunicado de prensa](#)
- Russisch: [Пресс-релиз](#)

Veröffentlichung der vollständigen Studie über ein globales Energiesystem basierend auf 100% erneuerbaren Energien

Die Vorbereitungen zur Veröffentlichung der vollständigen Studie umfasste u.a. die folgenden Maßnahmen:

1. Kontaktaufnahme mit globalen Leitmedien (New York Times, Guardian, etc.), um eine exklusive Veröffentlichung zu vereinbaren;
2. Kontaktaufnahme mit bedeutenden Personen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik.

Hier ist eine Übersicht der veröffentlichten Dokumente:

- Die komplette Studie: [Englisch](#)

Zusatzmaterialien in verschiedenen Sprachen:

- Zentrale Erkenntnisse der Studie: [Deutsch](#), [Englisch](#), [Französisch](#), [Mandarin](#), [Russisch](#), [Spanisch](#)
- Zusammenfassung der Studie: [Deutsch](#), [Englisch](#), [Französisch](#), [Mandarin](#), [Russisch](#), [Spanisch](#)
- Präsentation der globalen Studienergebnisse: [Englisch](#)
- Präsentationen der regionalen Studienergebnisse (Englisch): [Europa](#), [Eurasien](#), [MENA](#), [Subsahara-Afrika](#), [SAARC](#), [Nordostasien](#), [Südostasien](#), [Nordamerika](#), [Südamerika](#)
- Ergänzende Daten: [Excel Datei](#)

Präsentation des Projekts bei öffentlichen Veranstaltungen

Im Berichtszeitraum wurden folgende Veranstaltungen organisiert bzw. die Studienergebnisse bei den folgenden Events präsentiert:

- 1) Am 8. November 2017 fand ein Launch-Event der Teilstudie "Global Energy System based on 100% Renewable Energy - Power Sector" beim Global Renewable Energy Solutions Showcase (GRESS) im Rahmen der UN COP23 Klimakonferenz in Bonn statt. Das Event beinhaltete die Präsentation der Studie durch die LUT und eine Diskussionsrunde mit Vertretern aus Politik, Wissenschaft und Zivilgesellschaft.
- 2) Am 9. November 2017 präsentierte der Präsident der Energy Watch Group Hans-Josef Fell die Studienergebnisse bei einem offiziellen Side-Event des Umweltbundesamtes und Global 100% RE Plattform im Rahmen der UN COP23 Klimakonferenz in Bonn.
- 3) Am 29. November 2017 fand eine Fachveranstaltung zu "The world is just not enough" bei der Heinrich-Böll-Stiftung statt. Bei der Veranstaltung wurden die Studienergebnisse durch Professor Christian Breyer, LUT präsentiert und mit Abgeordneten und Fachreferenten diskutiert. Herr Philipp Offergeld von der Stiftung Mercator hielt ein Grußwort.

- 4) Am 13.-14. Januar 2018 nahm Hans-Josef Fell an der IRENA-Vollversammlung in Abu Dhabi teil und präsentierte die Studienergebnisse in mehreren Gesprächen und Events.
- 5) Am 1. Februar 2018 veröffentlichte die Energy Watch Group einen [Meinungsbeitrag](#) von Hans-Josef Fell und Prof. Christian Breyer in The Beam: "100% renewable electricity worldwide is a new cost-effective reality". Der Beitrag wurde zu dem am meisten gelesenen Beitrag von The Beam und wurde mehrfach in den anderen Medien veröffentlicht und in andere Sprachen (u.a. Tschechisch, Japanisch) übersetzt.
- 6) Am 14. Februar 2018 präsentierte Hans-Josef Fell die Studienergebnisse bei einer Fachveranstaltung in Osnabrück.
- 7) Am 15. Februar 2018 präsentierten Hans-Josef Fell und Komila Nabiyeva die Studienergebnisse dem neuen DBU-Generalsekretär Alexander Bonde und den Abteilungsleitern Dr. Hans-Christian Schäfer und Prof. Dr. Markus Große Ophoff in Osnabrück.
- 8) Am 22. Februar 2018 präsentierte Hans-Josef Fell die Studienergebnisse bei einer großen Runde von Fachreferenten der GIZ in Berlin.
- 9) Seit Februar 2018 sind die Ludwig-Bölkow-Stiftung und die Energy Watch Group Mitglieder der [IRENA Coalition for Action](#) und Teilnehmer der Working Group „Towards 100% Renewable Energy“. Die EWG speist die Studienergebnisse in die Diskussionen der Arbeitsgruppe regelmäßig ein. Im Januar 2019 veröffentlichte die IRENA Coalition for Action ein [White Paper](#) „Towards 100% Renewable Energy: Status, Trends and Lessons Learned“, in dem die vorliegende Studie der EWG und LUT dargestellt wurde.
- 10) Am 7. Juni 2018 präsentierten Hans-Josef Fell und Prof. Christian Breyer die Studienergebnisse bei einem Side-Event im Rahmen der EU Sustainable Energy Week (EUSEW) in Brüssel.
- 11) Am 10. Oktober 2018 waren Hans-Josef Fell und Komila Nabiyeva im Gespräch mit Vertretern des Vatikans in Vatikan-Stadt, u.a. mit dem Koordinator für Ökologie und Kreation, Fr. Joshtrom Kureethadam, dem sie auch eine Ausgabe der im Jahre 2017 veröffentlichten Teilstudie überreichten.
- 12) Am 12. Oktober 2018 präsentieren Hans-Josef Fell und Christian Breyer die Ergebnisse der Teilstudie im Gespräch mit dem tschechischen Industrieminister und tschechischen Parlamentariern.
- 13) Am 18. Oktober 2018 präsentierte Christian Breyer die Ergebnisse der Teilstudie während einer Konferenz der GIZ zum Thema nachhaltige Entwicklungszusammenarbeit in Chochabamaba, Bolivien.
- 14) Am 30. Oktober 2018 präsentierte Hans-Josef Fell die Ergebnisse der Teilstudie während des GGGI Energy Forum 2018 in Seoul, Südkorea.
- 15) Vom 13. bis 15. November 2018 besprach Hans-Josef Fell die Ergebnisse der Teilstudie als Teil des Eröffnungspanels einer UNECE Konferenz in Kiew, Ukraine und im Gespräch mit dem ukrainischen Umweltminister Ostap Semerak.
- 16) Am 11. Dezember 2018 wurde die Studie "Energy Transition in Europe Across Power, Heat, Transport and Desalination Sectors" auf einer offiziellen Pressekonferenz im Rahmen der Weltklimakonferenz COP24 in Kattowitz, Polen zusammen mit dem Climate Action Network (CAN) Europe präsentiert.
- 17) Am 10. Dezember 2018 präsentierte Hans-Josef Fell die europäische Teilstudie im Rahmen der COP24 auf dem Panel eines offiziellen COP24 Side-Events der Energy

Community. Das Side-Event wurde vom Direktor der Energy Community Janez Kopač eröffnet und von der ehemaligen EU-Kommissarin für Klimaschutz Connie Hedegaard moderiert. Unter den Teilnehmern des Diskussionspanels waren u.a. Vertreter des serbischen und ukrainischen Energieministeriums.

18) Am 11. Dezember 2018 präsentierte Hans-Josef Fell die europäische Teilstudie auf einem Side-Event von REN Alliance und diskutierte darüber anschließend mit den Vertretern der internationalen Dachverbände der Erneuerbaren Energien.

19) Am 18. Dezember 2018 nahm Hans-Josef Fell am „EU-Ukraine“ Renewable Energy Investment Forum in Kiew teil und präsentierte die Studie vor hochrangigen Vertretern der EU und der ukrainischen Regierung.

20) Außerdem präsentierte Hans-Josef Fell im Jahre 2018 die Studienergebnisse in verschiedenen Vorträgen so u.a.

- am 1.02. bei einem Roundtable im Ukrainischen Parlament, Kiew;
- am 10.2. bei einem Vortrag an der Universität Oxford in Oxford;
- am 12.02. bei einem Treffen mit einer Delegation von ukrainischen und russischen Journalisten in Berlin;
- am 21.02. beim Jahrestreffen der Energieberater Rheinland-Pfalz in Moorbach;
- am 26.02. beim Vorstellungstag des Bundesforschungsprojektes 100% Energiequartier in Heide;
- am 22.03. bei der Energiegenossenschaft Main Kinzigtal in Biebergmünd;
- am 25.04. bei einem Treffen mit dem Bundesamt für Naturschutz in Leipzig;
- am 26.04. beim Ökumenischen Forum in Berlin;
- am 28.04. beim Jahresempfang des Kreisverbandes Roth, Bündnis 90/Die Grünen;
- am 17.05. beim Green Economy Forum der kasachischen Regierung in Astana;
- am 22.05. beim Global Challenges Summit in Astana, Kasachstan;
- am 27.05. auf dem Treffen der globalen Solarverbände auf der SNEC in Shanghai;
- am 1.06. im Gespräch mit Direktor Frank Rijsberman, Global Green Growth Institut in Seoul, Korea;
- am 8.06. für eine Delegation von Parlamentariern aus dem Balkan in Berlin;
- am 11.06. bei der Mahnwache Fessenheim in Breisach;
- am 15.06. bei der Vortragsreihe von Bündnis 90/Die Grünen in Marburg;
- am 16.06. beim SDG-Tag in Kirchheim an der Jagst;
- am 18.06. bei einer Bürgerversammlung in Völkersleier, Unterfranken;
- vom 20 bis 22.06. bei verschiedenen Veranstaltungen auf der Intersolar München;
- am 23.06. auf dem Klimakongress der Grünen Jugend in Bundorf;
- am 25.06. bei der evangelischen und katholischen Hochschulgruppe in Würzburg;
- am 05.07. auf der Fachtagung "Regenerative Energien - Energie für Frieden und Demokratie" in Lwiw, Ukraine;
- vom 2. bis 3.08. auf einer Energiekonferenz in Taipeh, Taiwan;
- vom 22. bis 24.08. im Rahmen der Unterzeichnung des Memorandum of Understanding zwischen der EWG und Ruslana Lyzhychko zum Ausbau Erneuerbarer Energien mit dem Ukrainischen Außenminister Pawlo Klimkin in Kiew, Ukraine;
- am 18.09. beim Treffen der Allianz der Regionen in Linz, Österreich;
- am 22.09. auf einem Benefizkonzert von Ruslana Lyzhychko für das Volksbegehren „Klimaschutz in die Verfassung“ in Würzburg;

- vom 27. bis 28.09. auf der Windmesse in Hamburg;
- vom 03. bis 05.10. während der Auszeichnung Hans-Josef Fells mit dem Lui Che Woo Preis für Weltzivilisation und in Gesprächen mit dem Umweltminister Hongkongs, Hongkong.

21) Außerdem präsentierte Prof. Dr. Christian Breyer von der Lappeenranta University of Technology im Jahre 2018 die Studienergebnisse in verschiedenen Vorträgen so u.a.:

- am 10.11. bei der 4th Jiangsu-Europe International Conference on New Energy (JEICNE2018), Nanjing, China;
- am 30.10. im SolarPower Europe – European Solar Market Outlook Webinar der Europäischen Solarenergievereinigung;
- am 10.10. in einer öffentlichen Gastvorlesung an der Aarhus University, Dänemark;
- am 09.10. bei einem Investorentreffen von schwedischen Pensionsfonds in Stockholm, Schweden;
- am 08.10. im Moonshots of the 2020s on Energy and Mobility Event der Vertretung der Finnischen Universitäten in Brüssel, Belgien;
- am 28.09. auf der 35th EU PVSEC Konferenz in Brüssel, Belgien;
- am 25.09. auf dem 1st Solar Mobility Forum in Brüssel, Belgien;
- am 12.06. auf der 7th World Conference on PV Energy Conversion in Waikoloa, USA;
- am 17.05. auf dem International Symposium on Integrative Modelling in Sustainability Systems Research in Kassel, Deutschland;
- am 26.04. auf dem 2nd Terawatt Workshop am National Renewable Energy Laboratory des US Energieministeriums in Golden, USA;
- am 23.04. auf dem Jahrestreffen der Biotechnologischen Vereinigung in Helsinki, Finnland;
- am 22.03. in einem öffentlichen Webinar von Energy Finland and Finnish Wind Power Association, Finnland;
- am 20.02. beim nationalen Solarforschungsinstitut in Frankreich, INES, in Le Bourget du Lac, Frankreich.

Eine Liste der Publikationen und Veröffentlichungen in den Medien wurde in Form von Pressespiegeln ausgearbeitet.

4. Fahrplan

Es wurden alle Simulationsläufe vorbereitet und durchgeführt, welche die integrierten Energiesektoren Strom und Wärme umfassen, sowie den kompletten Verkehrssektor und die Meerwasserentsalzung.

Die Simulation wurde für 145 Regionen durchgeführt, die in 92 Länder bzw. Gruppen von (kleineren) Ländern und neun große Weltregionen aggregiert wurden. Die neun großen Weltregionen sind Europa, Eurasien, Nordafrika und Mittlerer Osten, Nordostasien, Südostasien, Indien und Südasiatische Vereinigung für regionale Kooperation (SAARC), Subsahara-Afrika, Südamerika und Nordamerika. Als Ergebnis stellt die Studie eine globale Energiewende von 2015 bis 2050 in 5-Jahresintervallen dar.

Nach Abschluss dieser Simulationsläufe und einer Validierungsphase wurden die Ergebnisse mit einer breiten Auswahl von Tabellen und Grafiken aufbereitet, sodass von vielen Seiten Bezug darauf genommen werden kann. Darüber hinaus werden die Methodik und die Annahmen bereitgestellt, um ein Höchstmaß an Transparenz zu gewährleisten. Der Gesamtbericht, die Executive Summary und die Key Findings wurden erstellt und sind frei zugänglich.

5. Fazit

Für die allermeisten Weltregionen wurden entsprechende Fragestellungen noch nie untersucht und stellen daher wissenschaftliches Neuland dar. Eine weltweite Untersuchung ist zum einen effektiver als die Anfertigung einzelner Studien für diverse Weltregionen. Zum anderen unterstützt sie das durch das Pariser Abkommen entstandene Momentum zum globalen Klimaschutz. Dieses wurde weiter bekräftigt mit dem IPCC SR1.5 Bericht von Oktober 2018. Politiker weltweit benötigen jetzt einerseits die wissenschaftliche Bestätigung, dass ein 100% Erneuerbare Energien-System ökonomisch, technisch und versorgungssicher realisiert werden kann. Darüber hinaus benötigen sie aber auch Daten, anhand derer die Umsetzung der Dekarbonisierungsziele baldmöglichst in Angriff genommen werden kann.

Die Energy Watch Group sucht nach Fördermöglichkeiten, um einerseits ein regelmäßiges Review der Studienergebnisse bzw. eine Neuauflage der Studie zu finanzieren, sowie die vorhandenen Ergebnisse für die nationale Ebene aufzuarbeiten und so für die nationale Politikberatung verfügbar zu machen. Abhängig von der Finanzierung wäre ein 5-Jahres-Review oder auch eine Neuauflage der Studie sinnvoll. Alle 10 Jahre ist eine Neuauflage sehr empfehlenswert. Dabei werden insbesondere technologische Fortschritte, und heute nicht absehbare Entwicklungen erfasst, die eine Beschleunigung der globalen Umstellung auf 100% Erneuerbare Energien weit vor 2050 ermöglichen können.