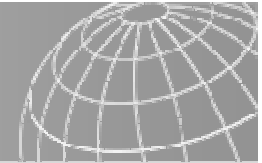


Kostenanalyse von Windenergieanlagen als Fuel-Saver für Dieselkraftwerke

Tim-Patrick Meyer

Windenergie- und Entwicklungsdialog 2008

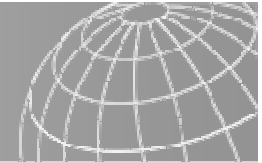
Berlin, 17.09.2008



- Stromversorgung kleiner Städte und Dörfer abseits des Verbundnetzes (oft auch auf Inseln) erfolgt vielerorts mit Dieselgeneratoren:
 - Bekannte Technologie mit relativ geringen Investitionskosten
- Aber:
 - Betriebskosten steigen mit Ölpreis rasant an
 - Oft hohe Transportkosten für Dieseltreibstoff
 - Umweltschäden
- Lösungsansatz:
 - Einsparung von Dieselkraftstoff durch die Einbindung von Windenergie



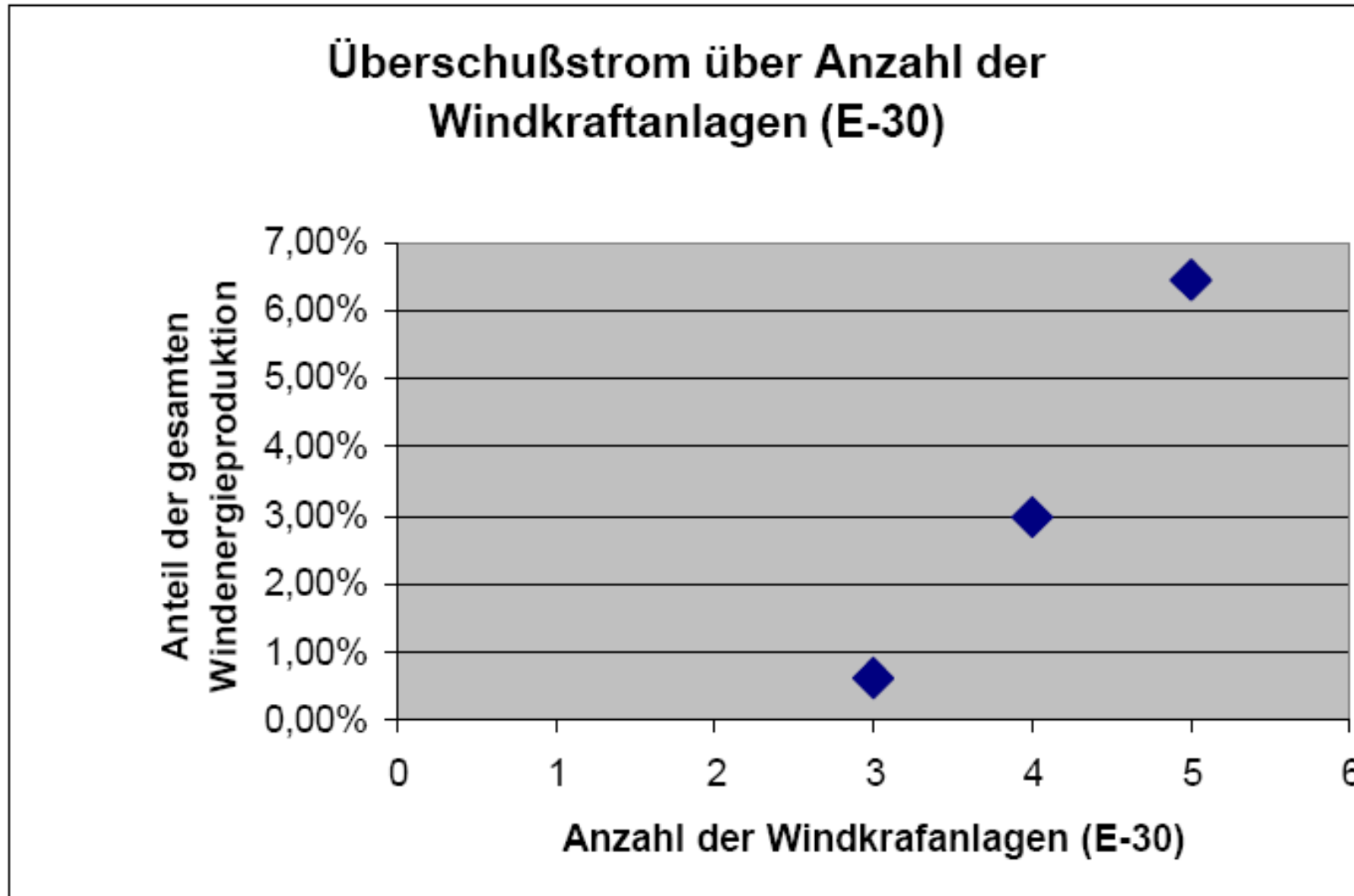
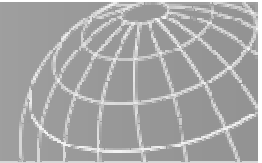
- Ca. 30 Projekte bekannt mit Windleistung > 100 kW (davon ca. 20 mit Windleistung > 500 kW)
- Standorte von Alaska bis Philippinen
- Viele Projekte in Australien und USA
- Windanteil (Leistung im Verhältnis zu Maximallast) zwischen 10 und 100 %
- Steuerung (je nach Windanteil) über:
 - Technologie der WEA (Pitchregulierung)
 - Lastmanagement
 - Speicher (z.B. Schwungrad)
- Je größer der Windanteil, desto komplexer und teurer



- Machbarkeitsstudie von 2004
- Inselnetz mit 3,88 MW Dieselkraftwerk
- 15 kV Stromnetz
- 60.000 Einwohner
- 800 km Entfernung zum „Verbundnetz“ Malis
- Hohe Dieseldkosten (Transport und Steuern)
- 5,7 m/s auf 50 m Höhe



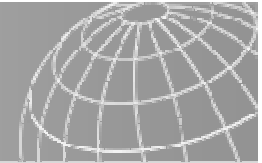
Jahr	Strombedarf			Erzeugung mit Diesel			Erzeugung mit Diesel und Wind				
	Bedarf	Zunahme	Max. Last	Diesel	Neu	Auslastung	KF Wind	Diesel	Neu	Gesamt	Auslastung
2005	11,0 GWh		2,1 MW	3,88 MW		77%		3,88 MW		3,88 MW	
2006	11,7 GWh	6,4%	2,3 MW	3,88 MW		83%	0,12 MW	3,88 MW		4,00 MW	80%
2007	12,6 GWh	7,7%	2,5 MW	3,88 MW		90%	0,12 MW	3,88 MW		4,00 MW	86%
2008	13,5 GWh	7,1%	2,7 MW	3,88 MW	5	97%	0,12 MW	3,88 MW	4	4,00 MW	93%
2009	14,4 GWh	6,7%	2,9 MW	5,50 MW		66%	0,12 MW	4,40 MW		4,52 MW	85%
2010	15,2 GWh	5,6%	3,1 MW	5,50 MW		70%	0,12 MW	4,40 MW		4,52 MW	90%
2011	15,9 GWh	4,6%	3,2 MW	5,50 MW		73%	0,12 MW	4,40 MW		4,52 MW	94%
2012	16,7 GWh	5,0%	3,4 MW	5,50 MW		77%	0,12 MW	4,40 MW	1	4,52 MW	99%
2013	17,6 GWh	5,4%	3,5 MW	5,50 MW		80%	0,12 MW	5,50 MW		5,62 MW	78%
2014	18,4 GWh	4,5%	3,7 MW	5,50 MW		84%	0,12 MW	5,50 MW		5,62 MW	82%
2015	19,0 GWh	3,3%	3,8 MW	5,50 MW		87%	0,12 MW	5,50 MW		5,62 MW	85%
2016	19,6 GWh	3,2%	3,9 MW	5,50 MW		90%	0,12 MW	5,50 MW		5,62 MW	87%
2017	20,2 GWh	3,1%	4,1 MW	5,50 MW		92%	0,12 MW	5,50 MW		5,62 MW	90%
2018	20,8 GWh	3,0%	4,2 MW	5,50 MW	1	95%	0,12 MW	5,50 MW		5,62 MW	93%
2019	21,4 GWh	2,9%	4,3 MW	6,60 MW		78%	0,12 MW	5,50 MW		5,62 MW	95%
2020	22,0 GWh	2,8%	4,4 MW	6,60 MW		81%	0,12 MW	5,50 MW	1	5,62 MW	98%





Annahmen:

- 15 Jahre Lebensdauer
 - Investition: 480 €/kW
 - O&M variabel: 7 c/kWh
 - O&M fix: 35 €/kW
 - Diskontierungs-Zinssatz: 6 %
 - Dieserverbrauch: 0,281 l/kWh
 - Dieselpreis von 200 €/bbl = 1,27 €/l
- Dyn. Stromgestehungskosten: 0,445 €/kWh



Welcher Ölpreis entspricht Dieselpreis von
1,27 €/l?

	D/Ö		Barrelpreis Öl	
	↑		┌──────────┴──────────┐	
■ Gao, Mali:	2,6	→	77 €	(114 \$)*
■ Abuja, Nigeria:	2,3	→	87 €	(128 \$)
■ USA:	1,7	→	118 €	(173 \$)
■ Deutschland	2,9	→	69 €	(101 \$)

* Ölpreis 25.08.08; Dollarkurs 1 € = 1,47 \$



- Nur Diesel → **0,445** €/kWh
- Wind → 0,255 €/kWh
- Diesel (mit Wind) → 0,451 €/kWh
- Gesamtsystem → **0,441** €/kWh

Break-Even bei Dieselpreis 132 €/bbl = 0,84 €/l

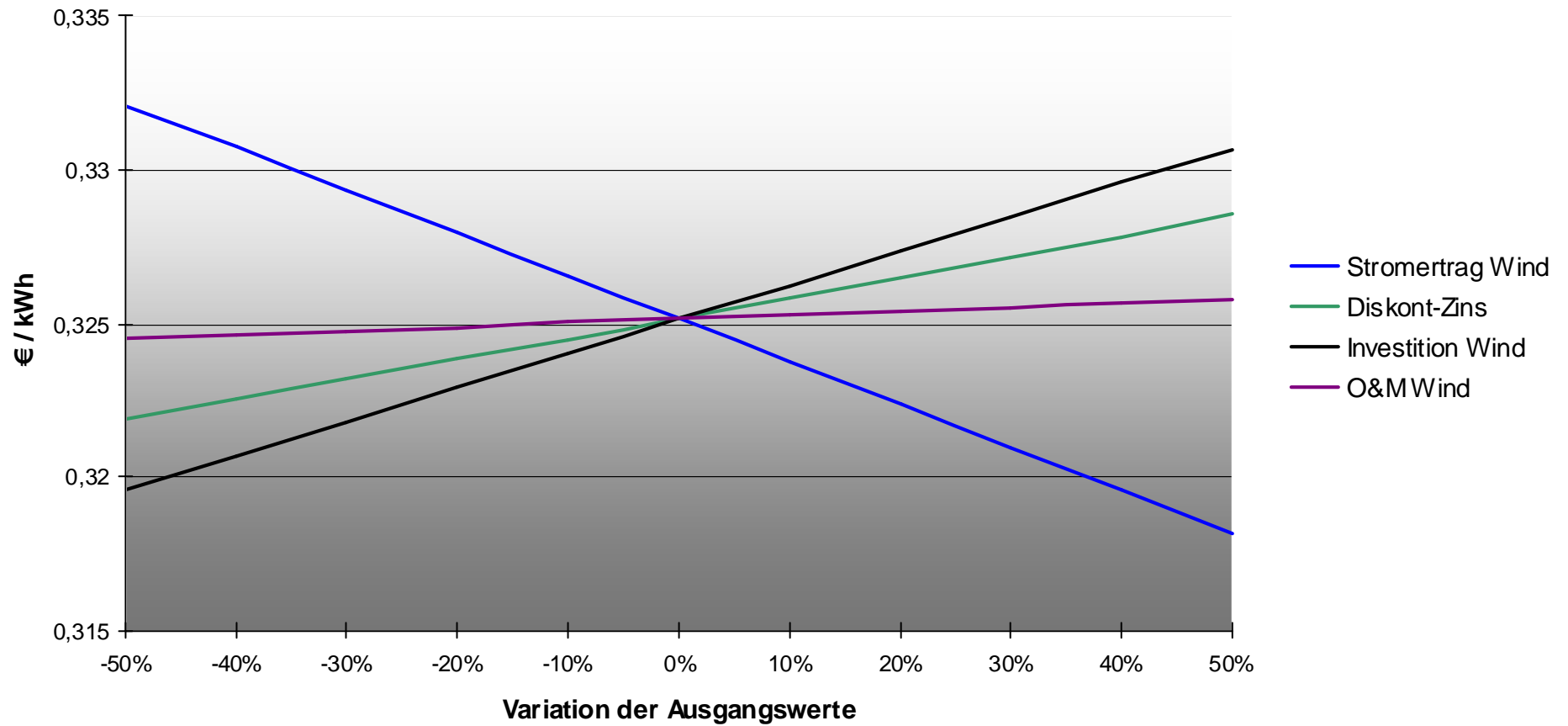
→ Ölpreis 50,8 €/bbl (74,6 \$/bbl)*

→ Gesamtsystem: 0,325 €/kWh

→ Dieseleinsparung: ca. 2,5 Mio l (16.000 bbl)
über gesamte Laufzeit

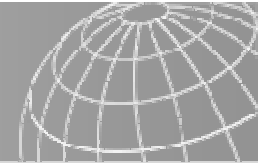


Sensitivitätsanalyse Wind-Diesel

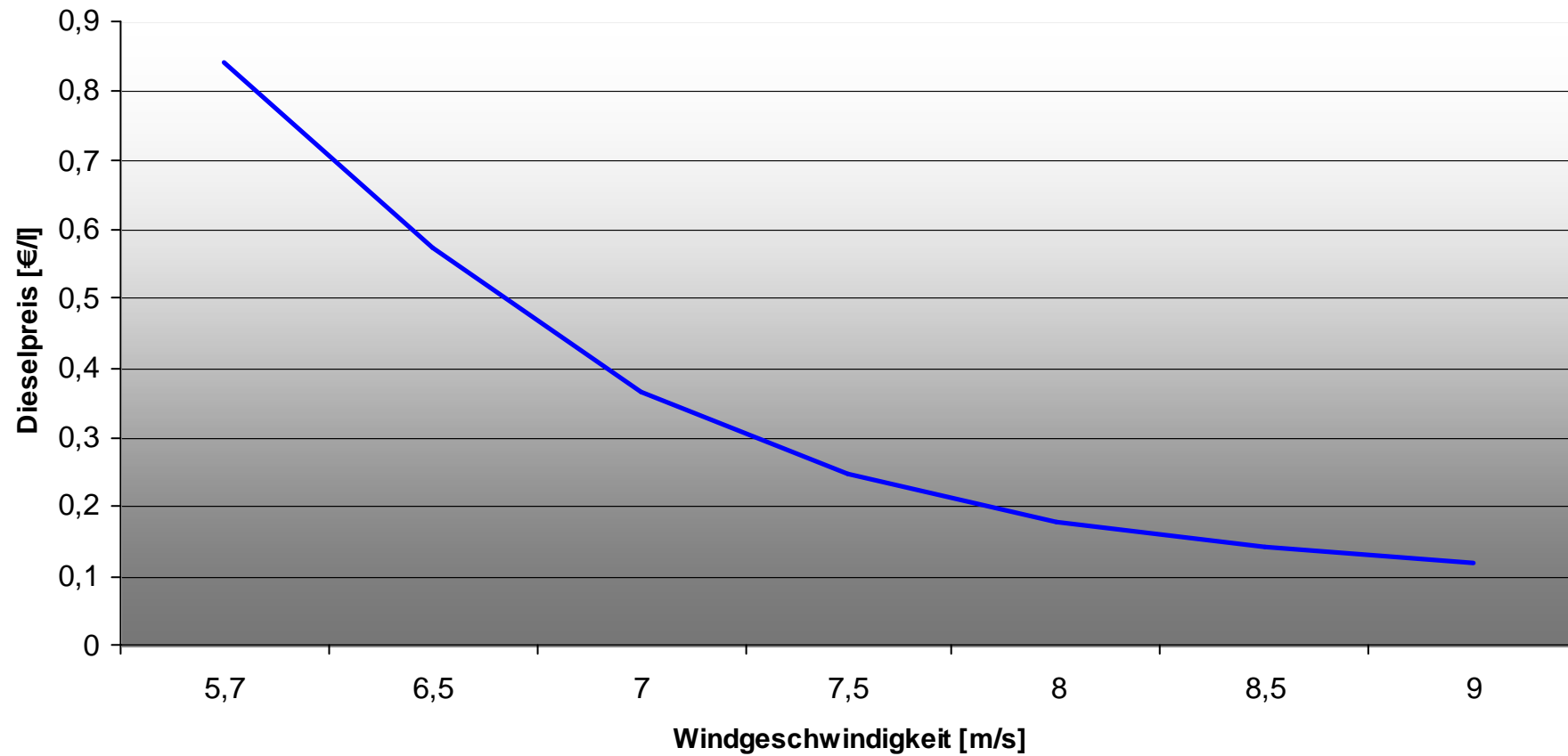




		+ 50 %	
Stromertrag Wind	855 MWh	1282,5 MWh	1282,5 MWh
Dieselpreis	0,84 €/l	0,84 €/l	0,41 €/l - 51 %
Nur Diesel	0,325 €/kWh	0,325 €/kWh	0,206 €/kWh
Wind	0,255 €/kWh	0,177 €/kWh	0,177 €/kWh
Diesel (mit Wind)	0,329 €/kWh	0,329 €/kWh	0,208 €/kWh
Gesamtsystem	0,325 €/kWh	0,318 €/kWh	0,206 €/kWh

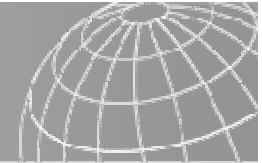


Break-Even Dieselpreis





- Integration von Windenergieanlagen aus Kostensicht sinnvoll!
- Großes Potenzial (z.B. Inselnetze in Afrika, Inseln in Vietnam, Philippinen, etc.)
- Windgeschwindigkeit hat auch bei geringem Windanteil enormen Einfluss auf den Break-Even-Punkt!
- O&M zur Sicherstellung hoher technischer Verfügbarkeit:
 - geringste Sensitivität bei O&M
 - mancherorts Bündelung von Projekten sinnvoll
- Werden zukünftig verstärkt WEA der Sub-MW-Klasse für den Einsatz in Dieselnetzen angeboten?



Vielen Dank!

www.gtz.de/windenergie