

# **Aufwand und Nutzen der Windenergie Umwelteffekte bei der Energiebereitstellung durch Windkraftanlagen**

**Dr. Wolfgang Jenseit**

**Öko-Institut, Büro Darmstadt**

**Präsentation am 21.Juni 2004, DBU Osnabrück**

Aussagen in  
Leserbriefe,  
Web-Seiten:

WKA liefern weniger  
Energie als für ihre  
Herstellung notwendig.

Auf Nachfrage:

- kaum Belege erhältlich
- Hinweis auf io-T

## Erneuerbar als irreführender Begriff

Die Bonner Konferenz „Renewables 2004“ hat das Medieninteresse auf die sogenannten „erneuerbaren Energien“ wie Wasser, Wind, Sonne und Biomasse gelenkt. Dabei wurden Eigenschaften wie die Erneuerbarkeit, die einzelnen dieser Energien, wie zum Beispiel der Wasserkraft, durchaus zu eigen sind, unbedacht auf alle übertragen. Sind aber alle diese Energien wirklich uneingeschränkt als „erneuerbar“ zu bezeichnen? Beim Windkraftwerk (WKW) zum Beispiel ist die gesamte über die Lebensdauer des WKW erzeugte Energie geringer als die zur Herstellung des WKW benötigte Energie. Wer glaubt, mit einem Windkraftwerk würde Strom aus Wind erzeugt, glaubt auch, daß Zitronenfalter Zitronen falten! Die Energie aus dem WKW ist nichts anderes als die während seines Baus in das WKW hineingesteckte fossile Energie, der Begriff erneuerbar für Windkraftwerke ist daher irreführend. Der Bau von WKW kann folglich die Abhängigkeit Deutschlands von der Ölversorgung nicht mildern und ist reine Klientel-Politik.

Etwas anders stellt sich die Situation dar, wenn in einem Entwicklungsland eine abgelegene Siedlung mit Energie versorgt werden soll, um zum Beispiel Bewässerungsanlagen zu betreiben. Während in Deutschland für eine zuverlässige Stromversorgung parallel zu jedem Windkraftwerk (WKW) ein gleich großes konventionelles Kraftwerk im Leerlauf, aber auf voller Betriebstemperatur laufen muß, um schnell einspringen zu können, wenn der

Wind nachläßt, sind die Anforderungen an die Verfügbarkeit der Energieversorgung in Entwicklungsländern viel geringer; gegenüber dem Heranführen elektrischer Energie über große Entfernungen oder der lokalen Erzeugung aus kleinen Dieselgeneratoren schneidet das WKW besser ab; hier kann durchaus der Energieaufwand zur Herstellung und zum Betrieb der kleinen Dieselgeneratoren oder der Überlandleitungen erheblich höher sein als der Energieaufwand zur Herstellung des WKW.

Es zeigt sich also, daß das Prädikat „erneuerbar“ von der Alternative abhängt: In Entwicklungsländern kann Windkraft durchaus eine sinnvolle Form der Energieerzeugung sein. In Mitteleuropa ist sie dagegen nur ein „Energieträger“ zur Speicherung und Übertragung von letztlich fossiler Energie. Für Solarzellen gilt diese Betrachtung übrigens genauso, hier übersteigt die zur Herstellung benötigte Energie die während der Lebensdauer der Solarzelle gewonnene Energie sogar um ein Mehrfaches.

Professor Dr.-Ing. Wolfgang Eckelmann,  
Wiesbaden

\*

Von den vielen Zuschriften, die uns täglich erreichen und die uns wertvolle Anregungen für unsere Arbeit geben, können wir nur einen kleinen Teil veröffentlichen. Dabei kommt es nicht darauf an, ob sie Kritik oder Zustimmung enthalten. Oft müssen wir kürzen, denn möglichst viele Leser sollen zu Wort kommen. Wir lesen alle Briefe sorgfältig und beachten sie, auch wenn wir sie nicht beantworten können.

FAZ, 17.6.2004

Primärenergie:

Kumulierter Energieaufwand (KEA)  
nach VDI-RL 4600

Amortisationszeit<sup>1</sup>:

$$AZ = \frac{\text{Herstellungs-KEA (MJ}_{\text{prim}})}{\frac{\text{Nettoenergie (MJ}_{\text{el}}/\text{a})}{\text{Nutzungsgrad (MJ}_{\text{el}}/\text{MJ}_{\text{prim}})}}$$

Erntefaktor<sup>1</sup>:

$$EF = \frac{\frac{\text{Nettoenergie (MJ}_{\text{el}}/\text{Lebenszeit})}{\text{Nutzungsgrad (MJ}_{\text{el}}/\text{MJ}_{\text{prim}})}}{\text{Herstellungs-KEA (MJ}_{\text{prim}})}}$$

## Prozesskettenanalyse

Systemgrenze



Hoher Einfluss:

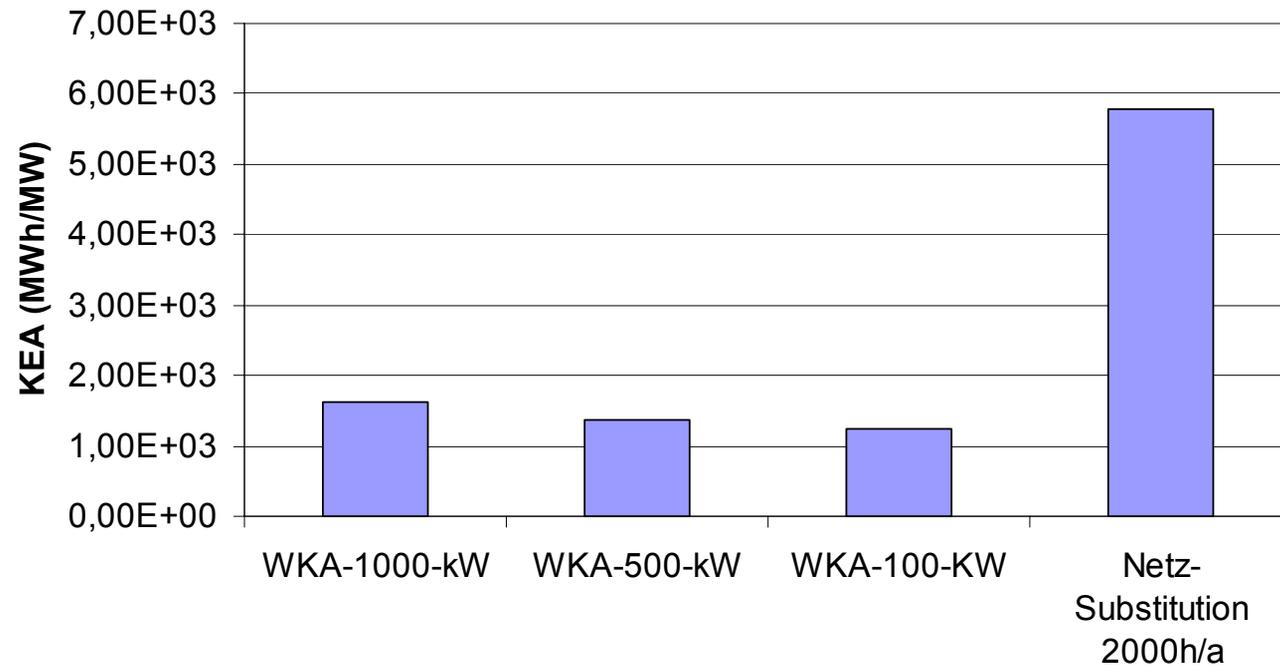
Standort / Windangebot



Geringer Einfluss:

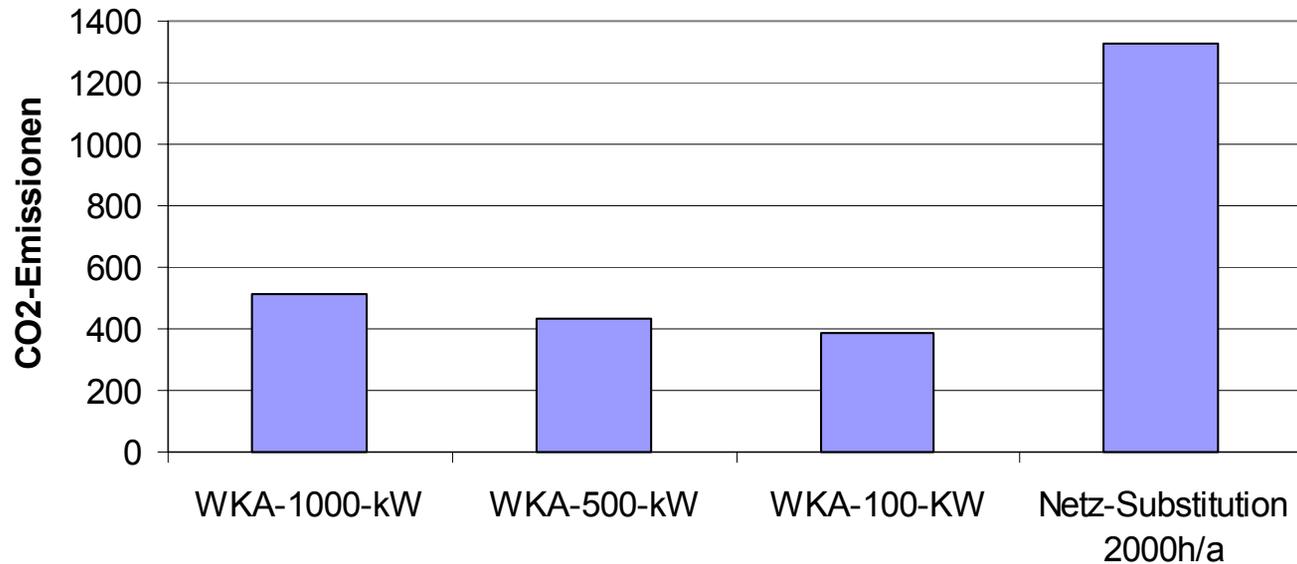
„Economy of Scale“  
( $KEA/MW_{inst.}$ )

## KEA Windkraftanlagen 1 MW installiert



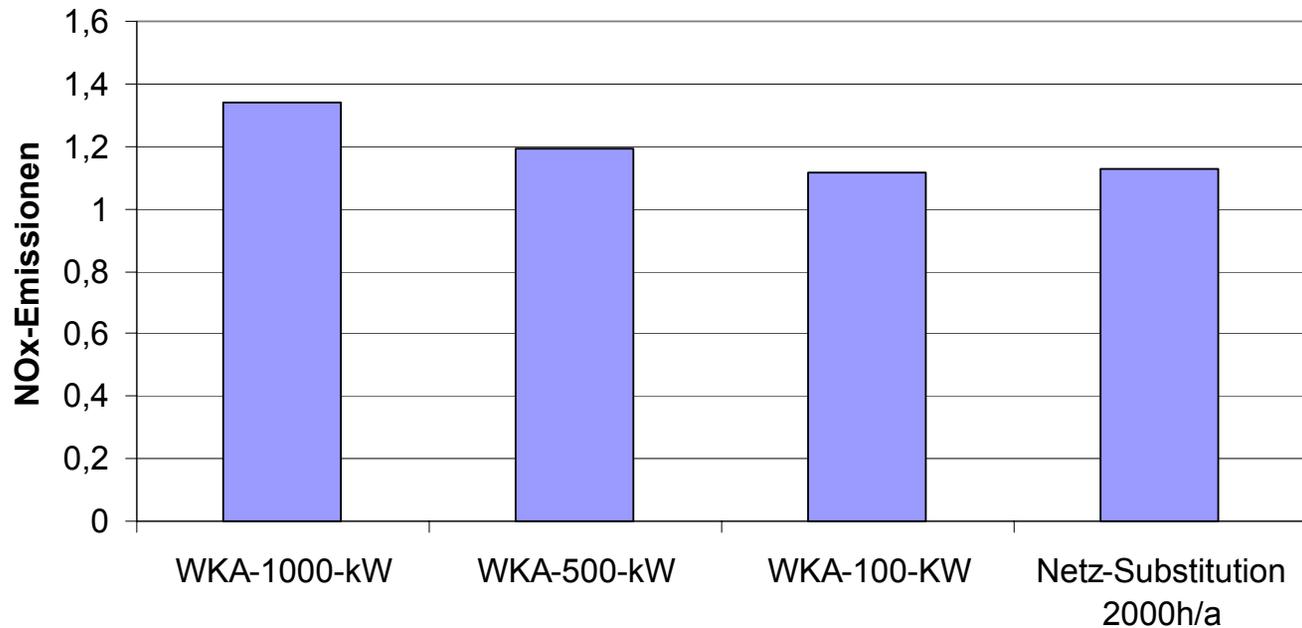
AZ von 2,5-3,3 Monaten

## Windkraftanlagen 1 MW installiert



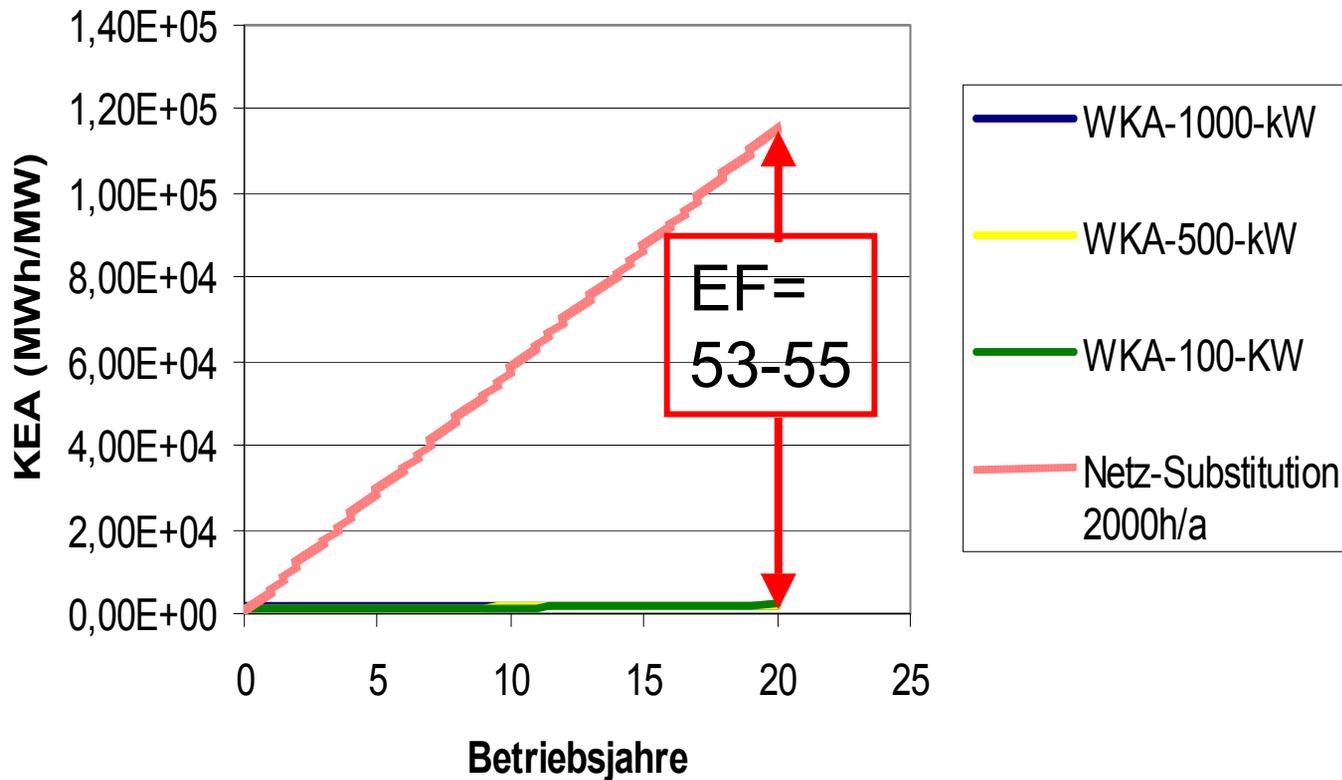
AZ von 3,5-4,7 Monaten

## Windkraftanlagen 1 MW installiert



AZ von 12-14,5 Monaten

## Windkraftanlage 1MW installiert



IO-T = Input/Output Tabelle

VGR= Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung  
Matrix der „Lieferbeziehungen“ (monetär)

UGR= Umweltökonomische Gesamtrechnung  
-Emissionen der Wirtschaftsbereiche  
-Vorlieferungen anhand monetäre Beziehungen

UGR liefert KEA, Emissionen  
methodisch umfassend

Nachteil: Außerhalb der Hauptprodukte treten  
deutliche Überschätzungen auf

## Vergleich PKA und IO-T

Pick & Wagner, Universität GH Essen:

„Beitrag zum kumulierten Energieaufwand  
ausgewählter Windenergiekonverter“

Essen 1998

AZ nach ....

PKA            3,3 bis 6,1 Monate

IO-T            5,3 bis 9,4 Monate

### Energieaufwand für Bau und Betrieb von Windkraftanlagen

	Kosten EUR/kW installierter Leistung (Herstellerangaben)	Spez. Energieverbrauch kWh/EUR Statistisches Bundesamt 2000	Energieaufwand in Betriebsjahren WKA-Erträge/Jahr *2000 - 1500 kWh/kW
Bau der Windkraftanlage	1000	Produzier. Gewerbe 4,2	2,2 - 2,9
Infrastruktur, Fundament Planung, Netzanbindung	225	Produzier. Gewerbe 4,2	0,6 - 0,8
Wartung in 20 Jahren 110 DM/ kW (RWE)	1100	Produzier. Gewerbe 4,2	2,4 - 3,1
Subvention in 20 Jahren	2000 - 1500	Gesamtenergie/BIP 2,5	3,6 - 3,9
ca. 0,05 EUR/kWh Finanzierungskosten**	750		
Gesamt Energieaufwand in 20 Jahren			~ 10 Jahreserträge

\* Jährliche Erträge (2000/1500 kWh) pro kW installierter Leistung im Küstenbereich / Binnenland  
 \*\* 20 Jahre Amortisation, ~ 6 % Zinsen

Mehrere Jahreserträge gehen sicherlich zusätzlich beim Einsatz der Windkraft verloren, um die

**Auf KEA  
umgerechnet**

**8 bis 12 Monate  
2 bis 3 Monate**

**9 bis 12 Monate**

**19 bis 27 Monate**

- Die Energiebilanz von Windkraft werken ist **positiv**, d.h. Windkraft produziert mehr Energie als zur Herstellung & Wartung aufgebracht werden muss.
- Ergebnis wird von Größe & Standort stark beeinflusst.
- Prozesskettenanalysen unterschätzen den Energiebedarf zur Herstellung & Wartung.
- VGR (IO-T) überschätzen den Aufwand.
- Amortisationszeiten in Monaten

PKA	3 bis 6
IO-T	6 bis 9
IO-T	19 bis 27

**Weitere Informationen:**

**[www.oeko.de/service/gemis](http://www.oeko.de/service/gemis)**

**[www.oeko.de/service/kea](http://www.oeko.de/service/kea)**

**[www.windkraftgegner.de/hoeppner](http://www.windkraftgegner.de/hoeppner)**