

# Die Leistungen von InWEnt zur Entwicklung der Windenergie in Entwicklungs- und Schwellenländern

**Klaus Knecht**

**Bereich 5 - Umwelt, natürliche Ressourcen und Ernährung**

Abteilung Umwelt, Energie und Wasser

Berlin, 18. Oktober 2006

# Übersicht

- InWEnt in Stichworten
- Technisches Potenzial der Windenergie
  
- Bedeutung politischer/juristischer/wirtschaftlicher Rahmenbedingungen für die Entwicklung der Windenergie
- unterschiedlicher Aus- und Fortbildungsbedarf
  - für Öffentlichkeit und politische Entscheidungsträger
  - für Organisationen
  - für Individuen (Experten); change agents
- Situation in Entwicklungs- und Schwellenländern
  
- Beispiele aus InWEnt Trainingsangeboten
- Zusammenfassung

# InWEnt in Stichworten

- 820 Mitarbeiter in 10 Bereichen
- 6 Standorte in Deutschland mit Zentrale in Bonn
- 10 Standorte im Ausland
- 14 regionale Zentren
- 5 internationale Bildungszentren
- 2002 hervorgegangen aus der Zusammenführung der Carl Duisberg Gesellschaft e.V. (CDG) und der Deutschen Stiftung für internationale Entwicklung
- Hauptgesellschafter Bundesregierung, vertreten durch BMZ, für das ca. 60 % aller Programme durchgeführt werden
- Bereich 5 Umwelt, natürliche Ressourcen und Ernährung
  - Abteilung 5.03 Umwelt, Energie und Wasser; Berlin

Klaus Knecht, Themenmanager und Projektleiter Energie und Klimaschutz und Länderkoordinator für Brasilien, Argentinien, Uruguay und Paraguay

# Bedeutung der Windenergie

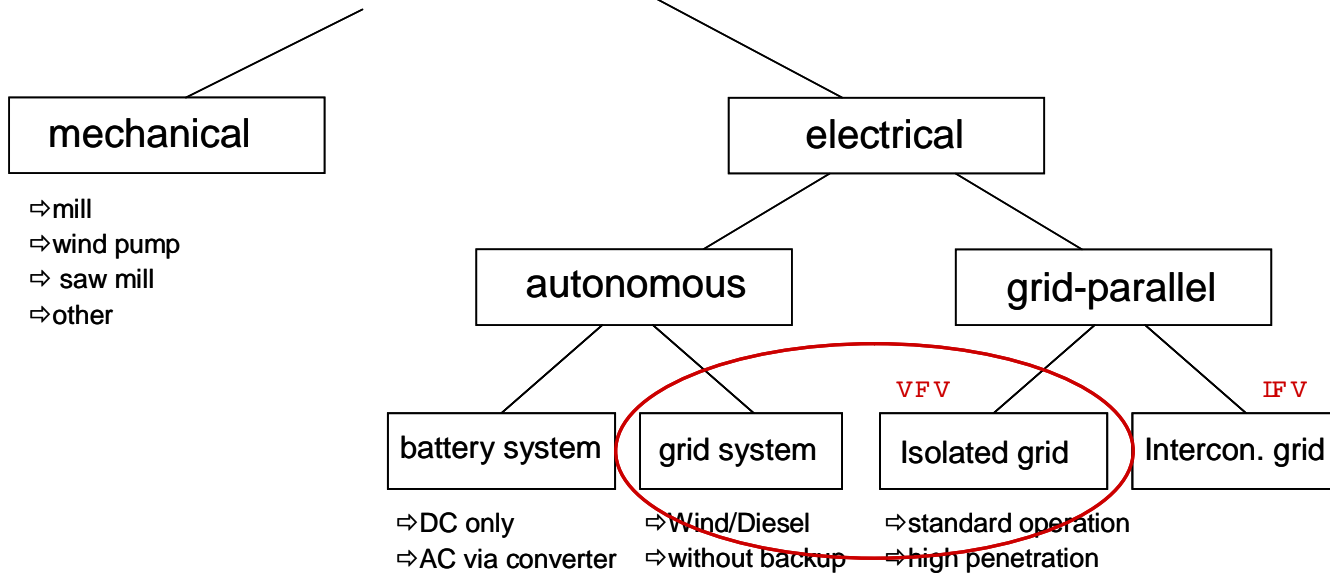
- globale Klimaänderung verursacht durch CO<sub>2</sub>-Anstieg in der Atmosphäre, vor allem als Ergebnis der Elektrizitätserzeugung
- Windenergie zusammen mit Kleinwasserkraft die kostengünstigste Nutzungsform von erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung im großen Stil
- Wurde Windenergie in Industrieländern zunächst vor allem aus Gründen des Umweltschutzes gefördert ...
- ... wird sie in Entwicklungs- und Schwellenländern heute vor allem auch wegen der schnellen Umsetzungsfähigkeit und wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit eingesetzt (kurze Planungs- und Bauzeiten vor dem Hintergrund steigender Kapazitätsengpässe)
- unter Berücksichtigung aller externen Faktoren ist Windenergie auch bei moderaten Windverhältnissen (6 – 7 m/s in Nabenhöhe) konkurrenzfähig zu Strom aus konventionellen/atomaren Kraftwerken

# Anwendungsfälle Windenergie

- über 99 % aller derzeit installierten Windkraftanlagen arbeiten im Netzparallelbetrieb mit dem Verbundnetz
- frühere „Nischenanwendungen“ für EL: mechanische Windpumpen und Kleinanlagen zur Versorgung autonomer Energieversorgungssysteme ...
- ... Erfahren heute keine weitere Verbreitung. Kleine Windenergiekonverter sind technisch noch nicht ausgereift bzw. nicht ausreichend an lokale Anforderungen angepasst, zu teuer, zu hohe Wartungsanforderungen,
- auch wenn mittel- und langfristig ein großes Potential für kleine, autonome Energieversorgungssysteme auf der Basis von Wind existiert:
- Deshalb entschied InWEnt vor 14 Jahren; Zuerst die Entwicklung von (hochwirtschaftlichen) großen Windparks fördern, eine effiziente Wartungsinfrastruktur aufbauen, Experten ausbilden, Erfahrung mit der Windenergienutzung sammeln
- danach zusammen mit EL Entwicklung kleiner autonomer Windkraftsysteme (z.B. Wind/Diesel) bzw. in Kombination mit Schwungrädern entwickeln.

# „Stammbaum“ der Windenergienutzung

Z lqg#Hqhuj | #D s s d f d w r q v



l q i h u l r u w r # n d i f l # / v w h p v =  
 0 r q h # l s s d f d w r q # r q d  
 0 g l i l f x o w r # w r u h # h q h u j |

S Y # / v w h p v  
 q r u p d o # h w h u # h v v #  
 p d l q w h q d q f h

w h f k q l f d #  
 f r p s d { / #  
 h { s h q v l y h

k l j k # h f r q r p l f #  
 y l e l w |  
 w h f k q l f d o # / p s d h

<< k # ( # r i #  
 f x u h q w  
 d s s d f d w r q v

Quelle: Grid Connected Wind Turbines – Enhanced Training Course Part 2, InWEnt in cooperation with Northwestern Polytechnic University (NPU), Xi'an, PR of China

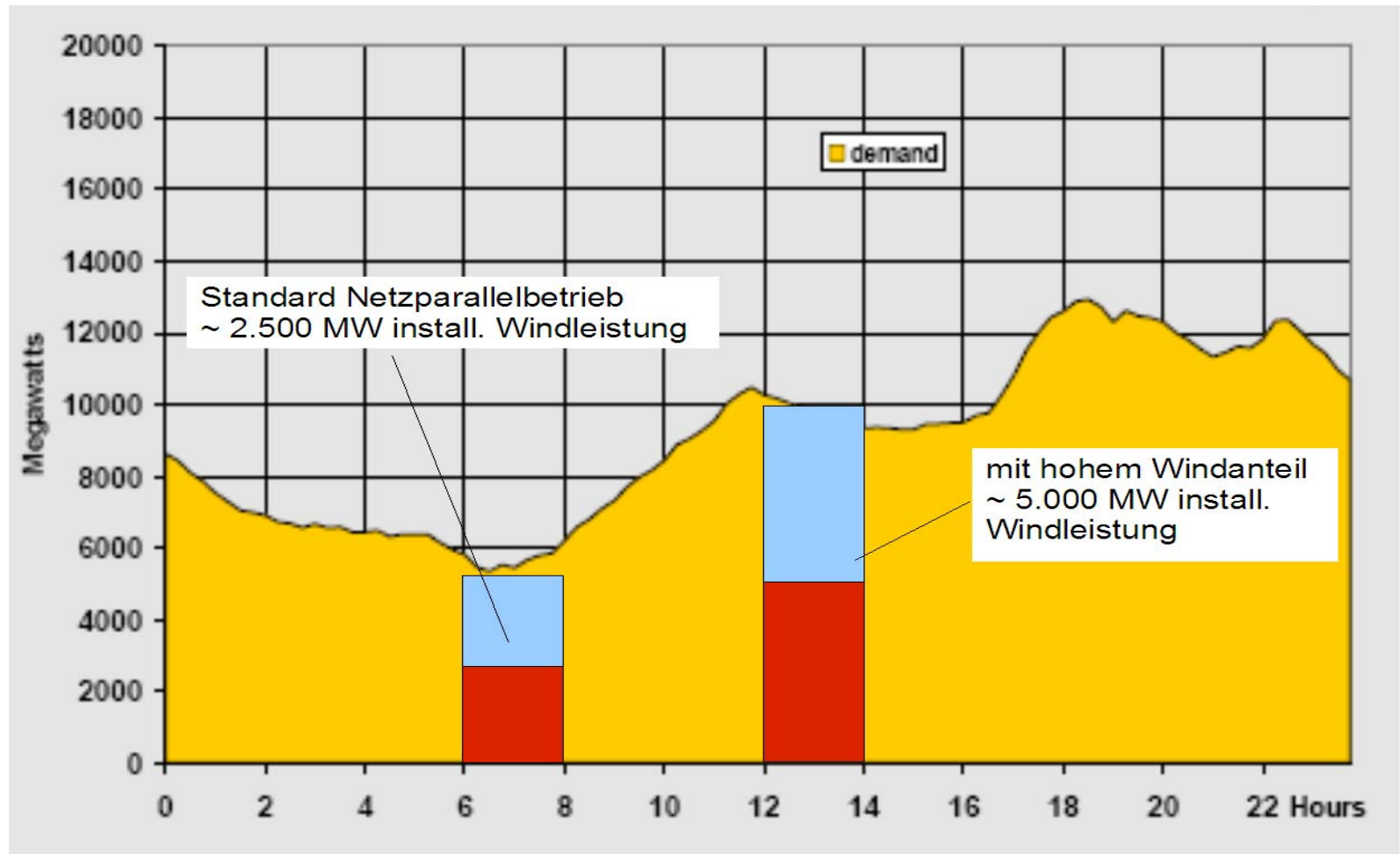
# Autonome Windsysteme: zu teuer, zu kompliziert

- prinzipiell sind autonome Energieversorgungssysteme auf der Basis von Wind mindestens 3 mal so teuer wie Windkraftanlagen im Netzparallelbetrieb
  - Windkraftanlage
  - Dieselgenerator (oder andere Stand-by Energiequelle)
  - Energiespeicher (kurzzeit – langzeit, Batterie, Schwungrad etc.)
  - übergeordnete Betriebsführung mit „grid former“ (rotierender Phasenschieber)
- generell sind kleinere Windkraftanlagen (< 100 kW) pro kWh mindestens doppelt so teuer wie große Netzparallelanlagen, gekoppelt mit den o.a. zusätzlichen Investitionskosten: viel zu teuer, selbst an abgelegenen Standorten
- Wartung ist extrem aufwändig
- Systeme sind nicht flexibel, können schwer auf Nachfragesteigerung reagieren

# Technisches Potenzial

- normalerweise Berechnung des technischen Potenzials anhand von Windverhältnissen und verfügbarer Fläche
- Mit Blick auf die Nutzung als „Capacity saver“ lautet die Frage aber: Wieviel (fluktuierende) Windenergie verträgt ein elektrisches Netz ?
- inoffizielle „Daumenregel“ bei **klassischem Netzparallelbetrieb**: maximale installierte Windleistung < Hälfte der Minimallast
  - so ist die Netzführung und –stabilität zu jedem Zeitpunkt gegeben
  - je nach Lastfaktor (Verhältnis von Maximal- zu Minimallast) ergeben sich mögliche Windanteile von 10 bis 20 % (bezogen auf kWh)
- will man mehr installieren, müssen Windkraftanlagen bei guten Windverhältnissen und niedriger Netzlast abgeregelt werden:  
**Netzparallelbetrieb mit hohem Windanteil** (high-penetration)
  - ggfs. zusätzliche Maßnahmen wie dynamische Blindleistungskompensation, Speicherkraftwerke, Bereitstellung von Regelenergie usw.
  - Windanteil beträgt theoretisch 50 % - in der Praxis 20 bis 40 % möglich

# Typische Tageslastkurve – installierte Windleistung



# Zwischenergebnis

- derzeit lediglich Anwendungsfall des Standard Netzparallelbetrieb
- Monopolstruktur der Energieversorgungsunternehmen führt zu einer Überbewertung der technischen Risiken (Vorhalten von Regelenergie usw.)
- langfristig deutlich höhere Windanteile denkbar, allerdings mit lokal installierten Ausgleichsgeräten (dynamische Blindleistungskompensation, Leistungsvergleichmäßigung durch Schwungräder etc.)
- bei Betrieb von Windkraftanlagen mit hohem Windanteil nimmt man in Kauf, daß bei Starkwind und Niedriglast die Anlagen abregeln
- Voraussetzung: „intelligente“ Windkraftanlagen (Blattwinkelregelung) mit integrierter Betriebsführung (direkte Verbindung Windparks – Lastverteilungszentren)

# Chancen der Windenergie

- langfristig – bei weiter steigenden Kosten des fossilen Brennstoffe – weltweiter Energiemix mit überproportional steigende Windanteile
- ein gewaltiger Know-How Bedarf für Planung, Auslegung, Installation und Betrieb von Windkraftwerken ist die Folge
- **Weiterbildungsbedarf** auf verschiedenen Ebenen
  - bei politischen Entscheidungsträgern Kenntnisse über möglichen Beitrag der Windenergienutzung sowie über die Vermeidung „externer“ Kosten
  - Beratung zu Detailfragen bei Fördergesetzen (China, Brasilien)
  - in der breiten Öffentlichkeit, zur Verbesserung der Akzeptanz
  - bei Ingenieuren und Technikern zur Entwicklung von Windkraftanlagen und Anpassung an lokale Verhältnisse
  - beim Wartungspersonal für Wartung und Betrieb von Windkraftanlagen
  - bei speziellen Zielgruppen wie z.B. Banken für die Projektfinanzierung und Bonitätsbeurteilung, in der Consultingwirtschaft für „Due-Diligence etc.

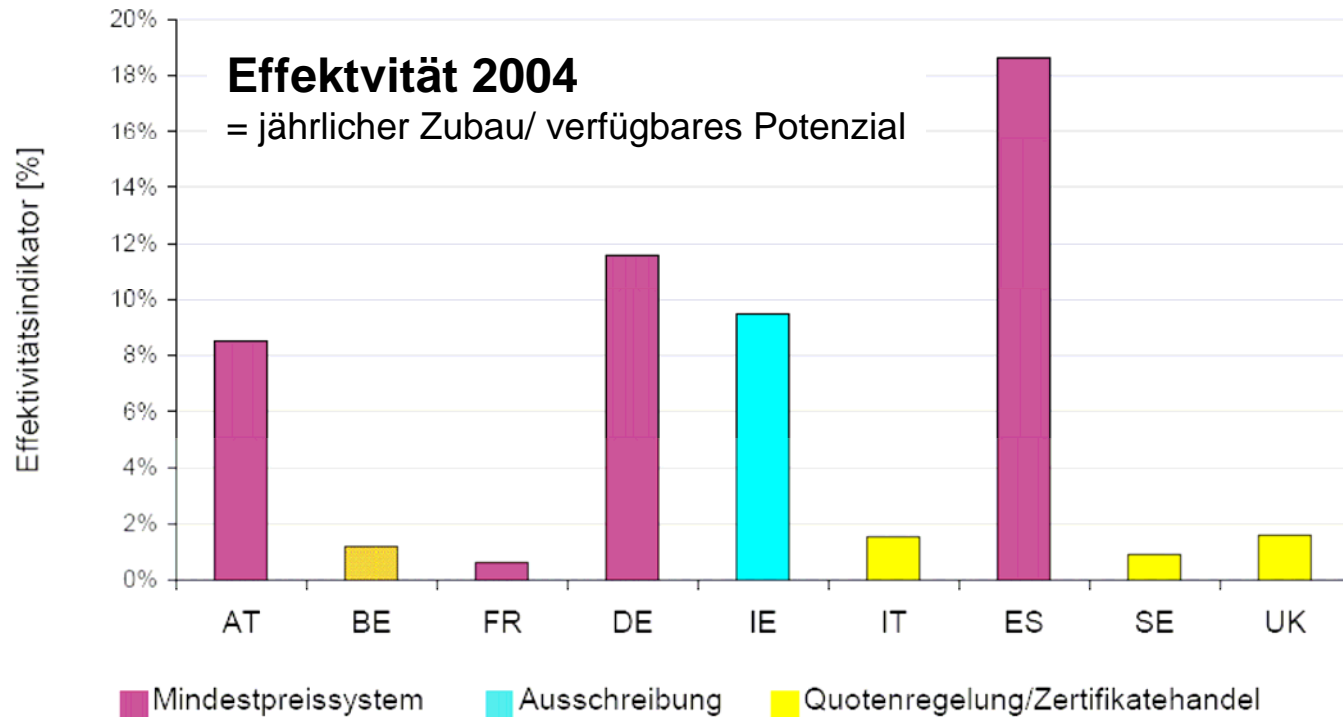
# Politische Rahmenbedingungen am Beispiel Indien

- entscheidend für eine nachhaltige Verbreitung von Windenergie – besonders in EL und Schwellenländern
- **Beispiel Indien:** wegen akuter Engpässe in der Stromerzeugung Maßnahmenpaket zur Förderung der Windenergie
  - steuerliche Abschreibung der Investition innerhalb eines Jahres
  - keine Importzölle auf Windkraftanlagen und – ausrüstung
  - 5 Jahre keine Steuern auf Einkünfte vom Betrieb der Windkraftanlagen
  - garantierte Einspeisevergütung für Überschussproduktion (~ 5.7 cents US\$)
  - Durchleitungskosten („wheeling charge“) 2 % der transportierten Energiemenge, unabhängig von der Entfernung
  - „Power Banking“: solange ein industrieller Verbraucher mehr Windenergie erzeugt als im eigenen Betrieb verbraucht, keine Abschaltung (Kosten 2 %)
  - in Einzelfällen Zuschuß bis 10 % der Investitionskosten

# Politische Rahmenbedingungen am Beispiel Europa

## ■ Gegenüberstellung verschiedener Förderinstrumente – Erfahrungen aus Europa

- Mindestpreissystem (feste Einspeisevergütung)
- Quotenregelung/Zertifikatehandel
- Ausschreibung

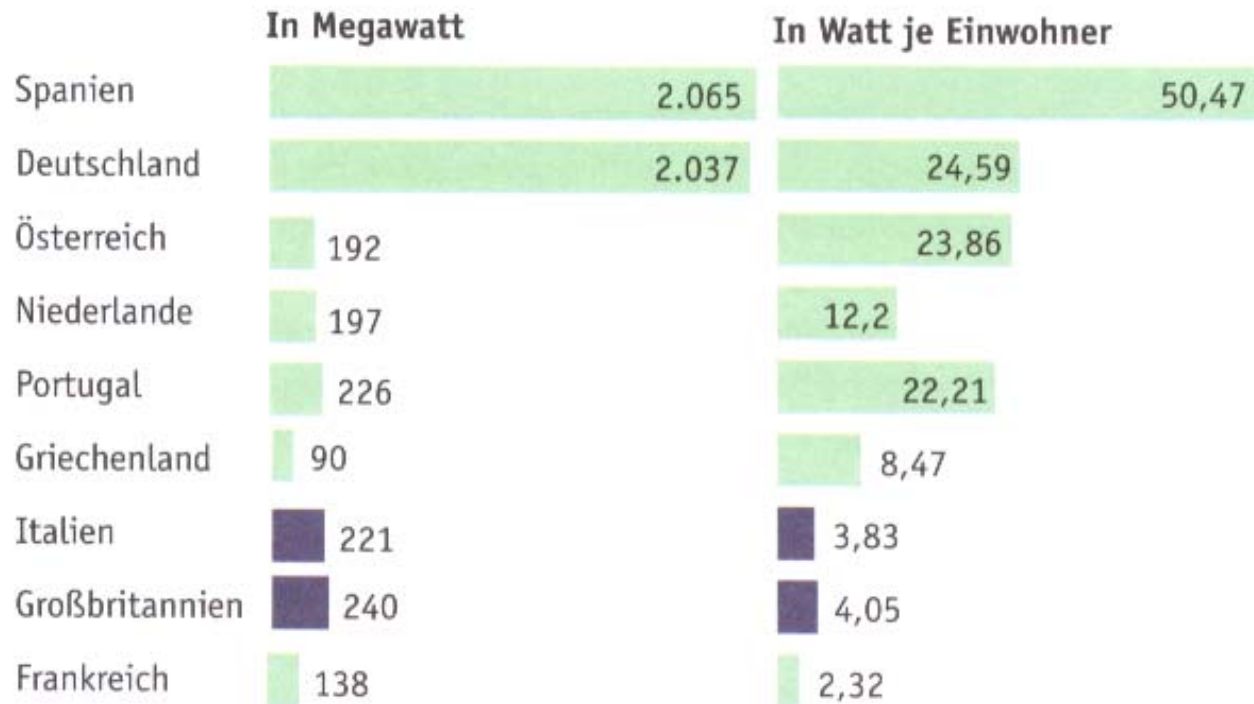


Quelle:  
Dr. Ragwitz,  
Fraunhofer, ISI

# Quoten Systeme sind ineffizient...

## Zubau der installierten Leistung im Vergleich (2004)

- Länder mit Mindestpreissystem
- Länder mit Quotensystem



Quelle:  
BWE

## Preise für Windstrom im Vergleich (2004/2005)

... und  
teuer!

### Länder mit Mindestpreissystem

Deutschland 6,2 - 8,53 Cent

Spanien 6,3 - 7,5 Cent

### Länder mit Quotensystem

Italien 15,5 Cent

Großbritannien 10,1 Cent

Quelle:  
BWE

# InWEnt Kursangebot Windenergie

- Industrielandtraining (ILT)
  - > 6 Monate, in deutscher Sprache, einschl. Sprachausbildung und Fachpraktika
  - ausgeführt für Teilnehmer aus Südamerika, PR China, aus Afrika etc.
- Fachkurse in englischer Sprache
  - < 6 Monate, einschl. Fachpraktika bei deutschen Firmen im Windbereich
  - z. B. in Kooperation mit lokalen Partnern (NPU China)
- Kurzzeittraining zu speziellen Themen < 1 Monat mit speziellen Zielgruppen
  - Entwicklungsingenieuren für Windkraftanlagen
  - Finanzierungsorganisation von Wind und RE-Projekten
  - PPP-Maßnahmen zusammen mit der deutschen Industrie oder der Industrie aus einem Partnerland
  - Energiedialoge und Beratung

# Grundsätze InWEnt Capacity Building

- Ziel: Nachhaltige fachliche, methodische und soziale Qualifizierung von Experten zur Erhöhung ihrer umfassenden Problemlösungs-, Veränderungs- sozialverantwortlichen Handlungs- und Fachkompetenz
- Zielgruppe: Experten, die fähig und bereit sind, Veränderungsprozesse in Richtung auf eine nachhaltige Entwicklung mit zu gestalten
- Instrumente: Workshops, Seminare, Präsentationen, Fachdiskussionen, Visualisierung von Problemen und Lösungen, Übungen, Rollenspiele, Projektarbeiten, Praktika
- Didaktische Prinzipien: Partizipation; Vielfalt; Praxisorientierung; Teilnehmerorientierung; Toleranz; Transparenz, Vernetzendes Denken
- Maxime: Aufzeigen, was funktionieren kann, was erreichbar ist
- grundsätzlich: Konzipierung der Fortbildungsprojekte auf Ziele und Wirkungen hin

# Probleme der Windenergienutzung in EL

- politisch-ökonomische Rahmenbedingungen
- Kenntnis rechtlicher Planungsaspekte
- Integration großer Windparks und Netzmanagement
- Kenntnis technischer Konzepte (Art der Regelung – stall, pitch, Art der Netzeinspeisung – direkt, indirekt, Basiskonzept – mit oder ohne Getriebe usw.)
- Kompetenz der Windparkplanung (Standortauswahl, Windmessung, Ertragsberechnung, Mikrostandorte, Netzanbindung)
- Ziel: von der Importabhängigkeit zur technischen Kooperation durch Förderung von Entwicklungsingenieuren
- Gestaltung von Ausschreibungsunterlagen, Auswertung von Angeboten
- Technische Betriebsführung von Windparks
- Projektmanagement, Abwicklung von Garantieleistungen etc.

# Beispiele aus aktuellen InWEnt Trainingsangeboten

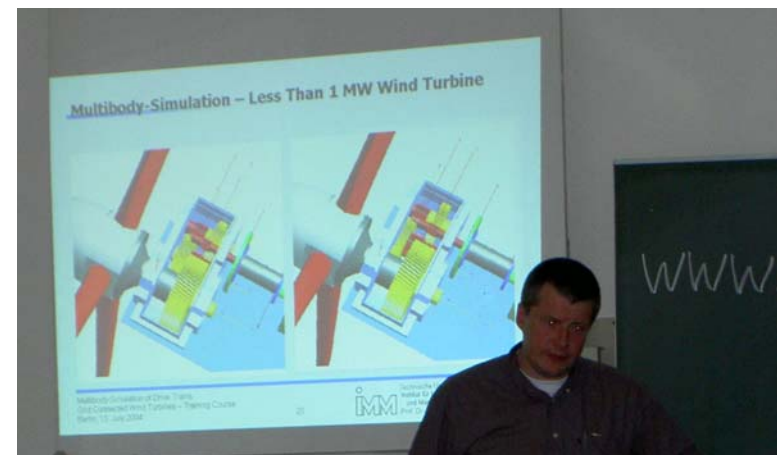
Woche 6: 16. – 20. Oktober 2006

**Montag 16. Oktober 2006**

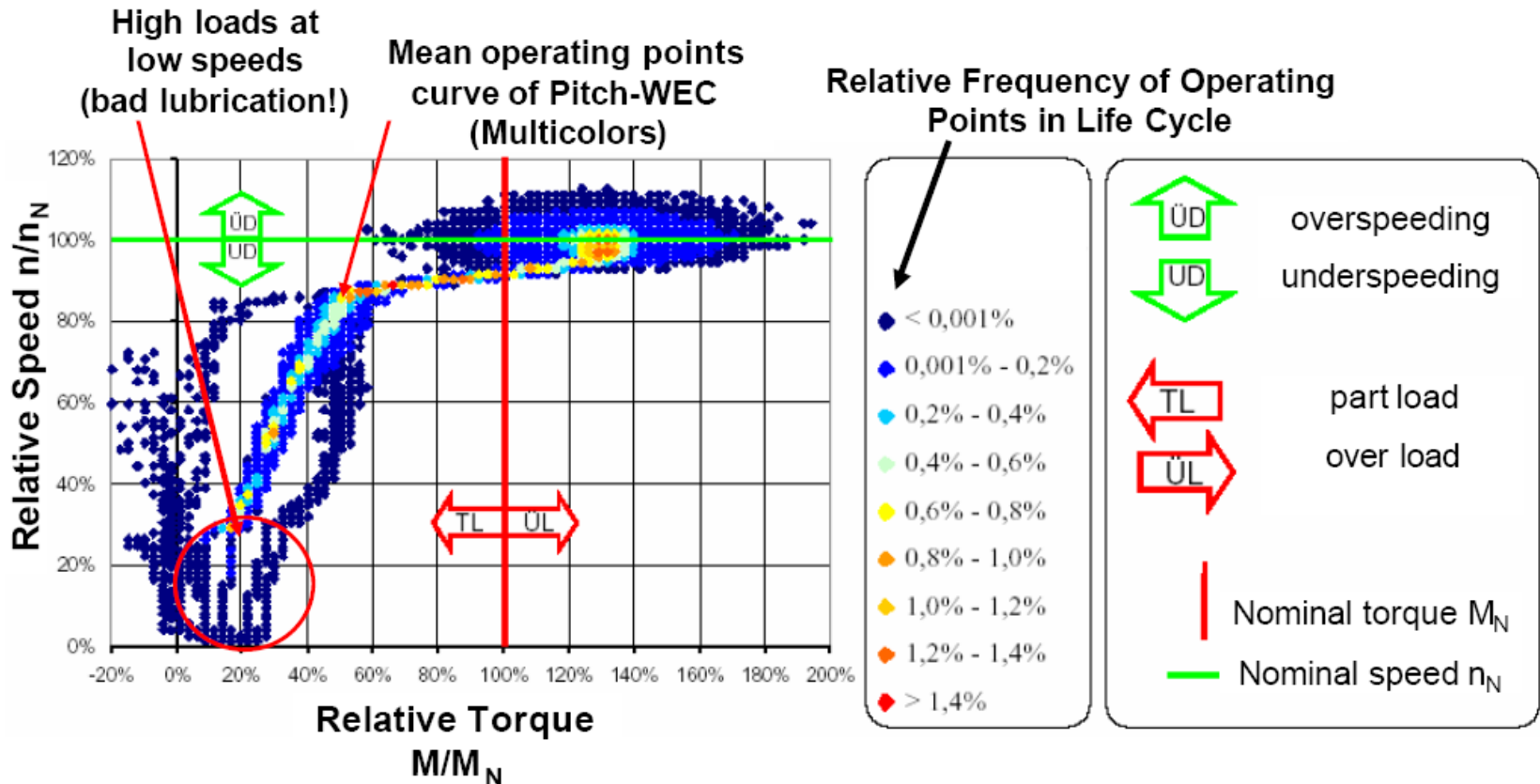
- 09:00 - 10:30 **Vortrag und Diskussion:**  
Weiterentwicklungen im Transport- und Montagesektor durch die Windkraft  
(Referent: K. Ohde, WindGuard)
- 11:00 - 12:30 **Vortrag:**  
Anforderungen im komplexen Gelände  
(Referent: K. Ohde, WindGuard)
- 12:30 - 13:30 **Pause**
- 13:30 - 16:30 **Übung: Transport von WKA**  
(Referent: K. Ohde, WindGuard)
- 16:30 - 18:00 **Eigen-/Gruppenarbeit Transferprojekte**  
(Betreuung: Tutoren)

**Dienstag 17. Oktober 2006**

- 09:00 - 10:30 **Vortrag:**  
Einfluss besonderer klimatischer Bedingungen – Anpassung der WKA  
(Referent: K. Ohde, WindGuard)
- 11:00 - 12:30 **Vortrag:**  
Einfluss besonderer klimatischer Bedingungen – Anpassung im Betrieb  
(Referent: K. Ohde, WindGuard)
- 12:30 - 13:30 **Pause**
- 13:30 - 16:30 **Übung: Definition klimabedingter Anforderungen an Windparks**  
(Referent: K. Ohde, WindGuard)
- 16:30 - 18:00 **Eigen-/Gruppenarbeit Transferprojekte**  
(Betreuung: Tutoren)



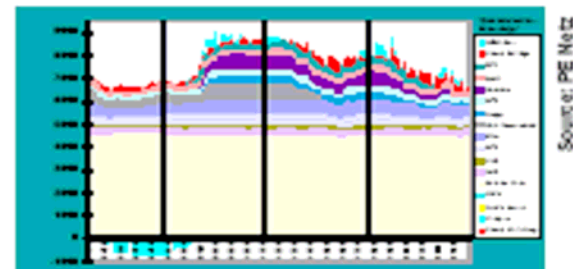
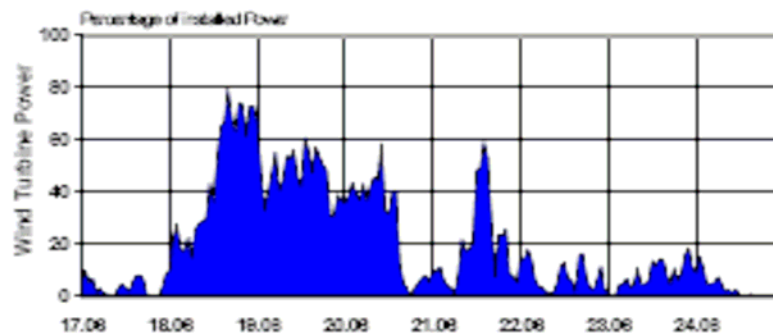
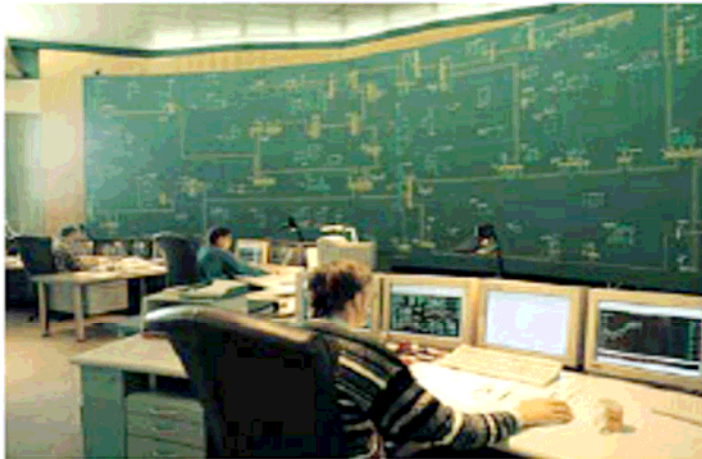
# Beispiele aus aktuellen InWEnt Trainingsangeboten



**WEC operate often at overload torque, up to 200%  $M_N$  possible!!**

# Beispiele aus aktuellen InWEnt Trainingsangeboten

## Integrating wind power into system operation



# Zusammenfassung

- aktueller „Windenergie-Boom“ in IL und EL/Schwellenländern
- Bedeutung der Windenergie als konkurrenzfähige Stromerzeugungsmöglichkeit wird weiter überproportional steigen
- Potenzial der Windenergie bei steigendem Ölpreis und reduzierter Rohölverfügbarkeit liegt weit über dem heutiger Szenarien
- damit auch weiter steigender Capacity Building Bedarf
- politische Rahmenbedingungen entscheidend für Windenergie
- Beeinflussung der pol. Rahmenbedingungen durch gezielte Beratung und Vermittlung von praktischem Anwendungswissen möglich
- InWEnt ist dabei, das Kursangebot im Windbereich weiterzuentwickeln, z.B. Turbinenentwicklung, Servicetechniker etc.

# Unsere Partner

- Deutsches Windenergieinstitut, DEWI
- Institut für Solare Energieversorgungstechnik, ISET
- Deutsche WindGuard Dynamics GmbH
- CUBE Engineering GmbH
- Deutsche Energie Consult Ingenieurgesellschaft GmbH, decon
- EMD-International AS, ENERGI- OG MILJODATA
- Fachhochschule für Technik und Wirtschaft in Berlin, FHW
- Technische Universität in Berlin, TUB
- Stiftungslehrstuhl Windenergie – Universität Stuttgart
- Universität Kassel, Fachgebiet Elektrische Energieversorgungssysteme
- WAB – Windenergie-ASgentur Bremerhaven/Bremen e.V.
- Universität Flensburg

# Unsere Partner (Fortsetz.)

- Fortbildungseinrichtungen, Universitäten in Argentinien, Brasilien und der VR China mit mittlerweile eigenen Grundkursen und E-Learning-Angeboten
- Energieversorgungsunternehmen besonders in Brasilien
- Windenergieassoziationen in Ägypten, Argentinien, Brasilien, VR China, Südafrika etc.
- WKA-Hersteller wie Wobben Windpower in Brasilien, Goldwind in VR China, REpower in Deutschland etc.
- WKA-Hersteller, Komponentenhersteller, EVU, Planungsbüros, Netzbetreiber etc. in Deutschland (stellen hauptsächlich Praktikumsplätze zur Verfügung)
- Enge Kooperation mit GTZ in China