



Pumpspeicher am Jochberg! Die Erneuerbaren Energien und die Neudefinition der Räume



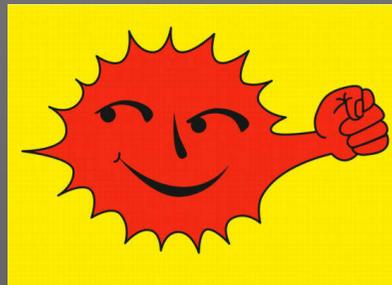
Rudi Erlacher, Praterinsel 16.4.2013, erweitert 30.4.2013/8.9.2013

**Die Botschaft dieses Covers einer Naturschutzzeitschrift
nach der Energiewende im Jahr 2011:**

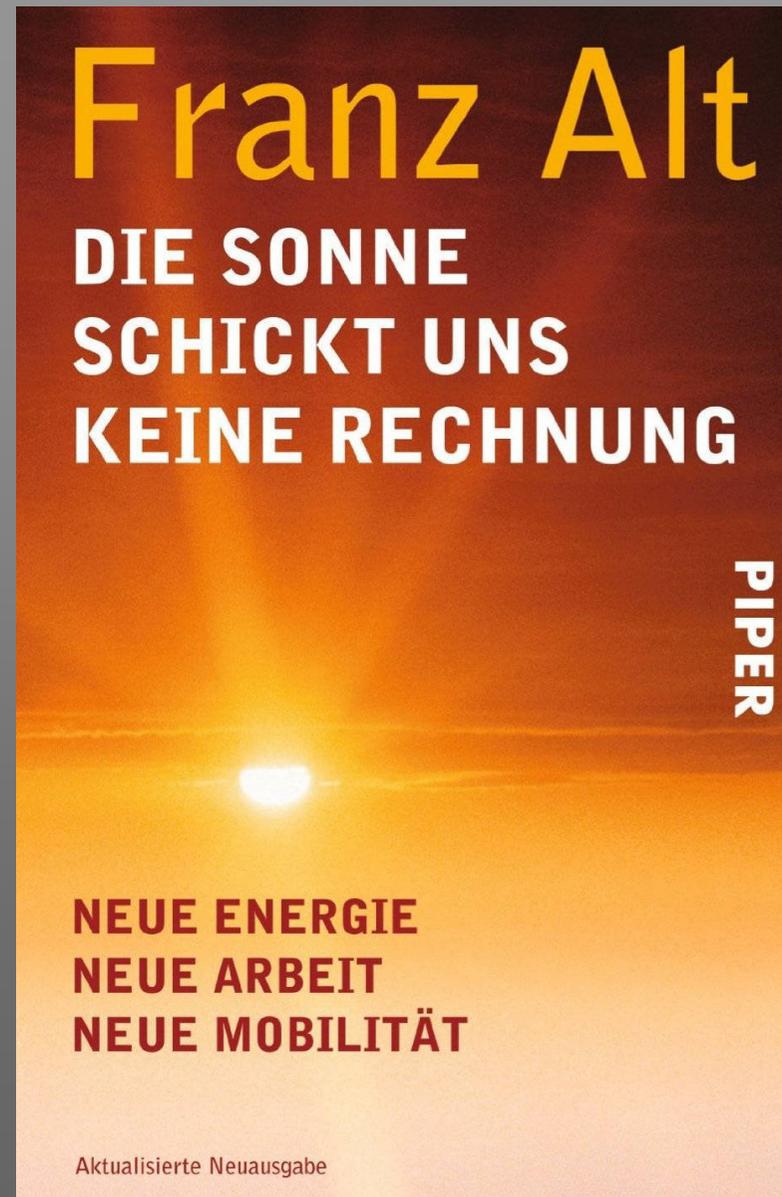
**Das Schicksal einer „strahlenden“ Zukunft
unter dem Damoklesschwert des Klimawandels**

wird gewendet hin

zu einer unbeschwert im Licht der Sonne erstrahlenden Welt!



Das große Versprechen, in vielen Auflagen:



Wir vom Verein zum Schutz der Bergwelt haben diese naive Sicht auf die Erneuerbaren Energien früh kritisiert.

Als Reaktion auf den Optionenbericht der TIWAG* im Jahr 2004 für 20 Speicherkraftwerke in Tirol, teilweise mit integriertem Pumpspeicher:

Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt (München), 70. Jahrgang (2005) 97 – 110

Offshore & Ötztal:
Synergien zwischen Wind- und Wasserkraft.
Zur Abwägung der Nachhaltigkeit künftiger Wasserkraftnutzung in Tirol*
von Rudi Erlacher

Keywords: Ausbau der Tiroler Wasserkraft, Stromproduktion und Stromhandel, erneuerbare Energien aus Windkraft, Energiespeicherung in Pumpspeicherkraftwerken, Synergie von Wind- und Wasserkraft, Abwägungsprozess zwischen Natur- und Landschaftsschutz einerseits und Produktion erneuerbarer Energien andererseits.

*) TIWAG (2004): Optionenbericht. Über mögliche Standorte künftiger Wasserkraftnutzung in Tirol.

**) http://www.vzsb.de/pdf/offshore_und_oetztal.pdf

Im Fokus:

Die **Ambivalenz** der Erneuerbaren Energien.

Dieser **Ambivalenz** muss sich der Naturschutz nach einer Abkehr vom konventionellen Energiesystem stellen!

Tut er das nicht, dann wird der Naturschutz als „Naturschutz“ an seiner eigenen Vision eines nachhaltigen Energiesystem 3.0 scheitern.

Insofern trifft uns der Vorwurf nicht, wir würden uns den Konsequenzen des eigenen Projektes verweigern:

Es geht nicht darum, in den Ruf einzustimmen, der jetzt gerade vom Jochberg widerhallt:

„Wer A sagt, muss auch B sagen!“

Sondern

„Wer von A (Energiesystem 2.0) nach B (Energiesystem 3.0) kommen will, der muss sich den Weg dorthin sehr genau anschauen!“

Der erste Schritt dazu ist, sich *Rechenschaft* abzulegen, was die Erneuerbaren Energien nun tatsächlich bedeuten,

Rechenschaft

gegenüber der Öffentlichkeit und sich selbst gegenüber.

Diese Aufgabe

beginnt bei den Dimensionen der Erneuerbaren Energien,

von denen die Dimension eines Pumpspeichers am Jochberg nur das „Ende der Nahrungskette“ ist.

Inhalt

1. Die Dimensionen der Energiewende

- Primärsysteme (hier Windkraft)
- Sekundärsysteme (hier Speicher)

2. Der „Spatial Turn“ der Energiewende und die Neudefinition der Räume

3. Die Autoren der Neudefinition der Räume

4. Das PSW am Jochberg und die neue Eroberung der Natur

**Der Nachhaltigkeitsbeirat Baden Württemberg in seinem Bericht:
*Energiewende: Implikationen für Baden Württemberg, Stuttgart,
Mai 2012, S. 43.***

**„Es muss davon ausgegangen werden, dass weiten Teilen der
Bevölkerung und auch Entscheidungsträgern weder**

- die Dimension moderner Anlagen**
- noch der Umfang der visuell betroffenen Flächen**
- annähernd bekannt ist.“**

Die **Mitglieder des Nachhaltigkeitsbeirats** Baden Württemberg (2009-2012):

Prof. Dr. Stephan Dabbert, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre,
Universität Hohenheim

Prof. Dr. Thomas Dyllick, **Institut für Wirtschaft und Ökologie**, Universität St.
Gallen Dr. Peter Fritz, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Dr. Ulrich Höpfner, **IFEU - Institut für Energie- und Umweltforschung** Heidelberg

Prof. Dr. Giselher Kaule, **Institut für Landschaftsplanung und Ökologie**,
Universität Stuttgart

Prof. Dr. Lenelis Kruse-Graumann, Psychologisches Institut, Universität
Heidelberg (stellv. Vorsitzende)

Prof. Dr. Christine Neumann, Abteilung Dermatologie und Venerologie,
Universität Göttingen

Prof. Dr. Dr. Franz Josef Radermacher,^{*} **Forschungsinstitut für
anwendungsorientierte Wissensverarbeitung/n (FAW/n)**, Ulm

Prof. Dr. Dr. h. c. Ortwin Renn, Institut für Sozialwissenschaften, **Abteilung für
Technik- und Umweltsoziologie**, Universität Stuttgart (Vorsitzender)

Prof. Dr. Stefan Siedentop, **Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung**,
Universität Stuttgart

Prof. Dr. Lutz Wicke, **Institut für Umweltmanagement (IfUM)**, Europäische
Wirtschaftshochschule Berlin

*) Radermacher, Weiger, Riegler (2011): Ökosoziale Marktwirtschaft: Historie, Programm und Perspektive
Eines zukunftsfähigen globalen Wirtschaftssystems. oekom verlag

Der Nachhaltigkeitsbeirat weiter (S. 42):

„Die Diskussion um den Flächenanteil bis 2020 [in Baden Württemberg über **1300 Windräder**, RE] ist insofern von untergeordneter Bedeutung, da dies erst der Einstieg ist und **bis 2050** weit mehr Flächen für bis zu **8.000 Anlagen** benötigt werden, um fossile Energieträger zu ersetzen.“

Inhalt

1. Die Dimensionen der Energiewende

- **Primärsysteme (hier Windkraft)**
- **Sekundärsysteme (hier Speicher)**

2. Der „Spatial Turn“ der Energiewende und die Neudefinition der Räume

3. Die Autoren der Neudefinition der Räume

4. Das PSW am Jochberg und die neue Eroberung der Natur

Die Dimensionen (1):

Leistungssteigerung der Windenergieanlagen

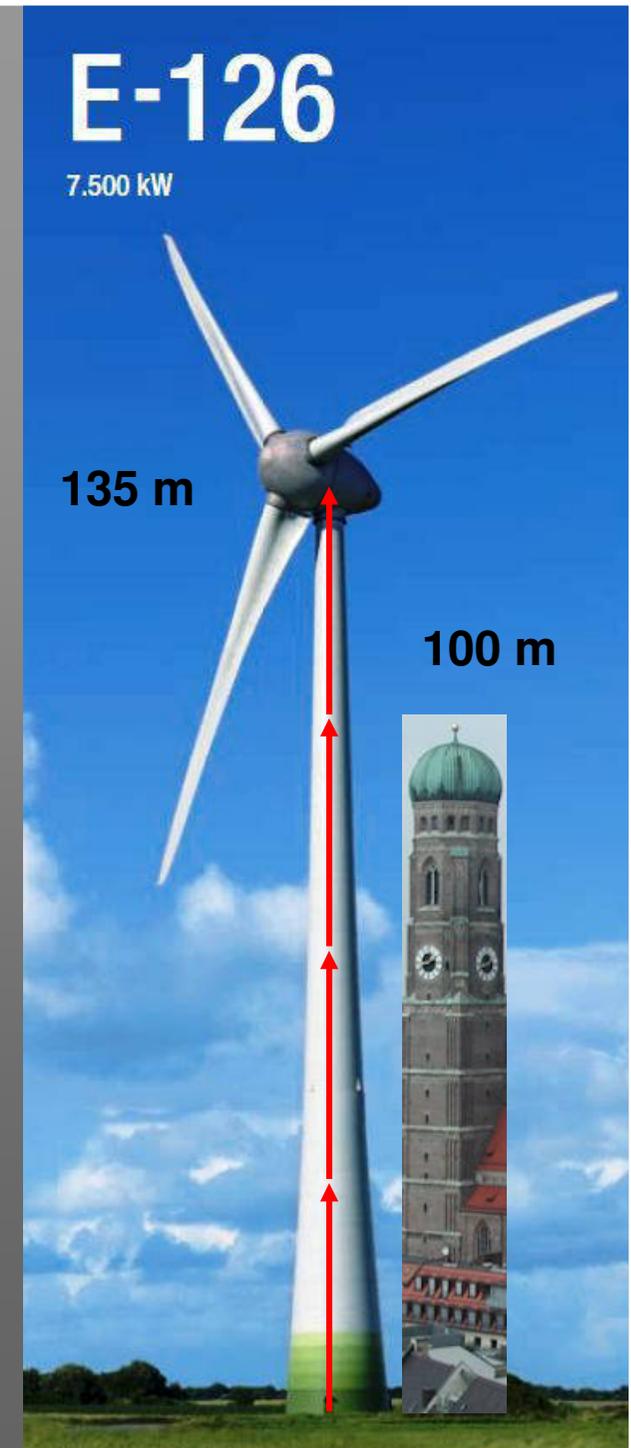
In nur 20 Jahren wurde der Ertrag einer Windenergieanlage um das 100-fache gesteigert.

Mit den größten heute erhältlichen

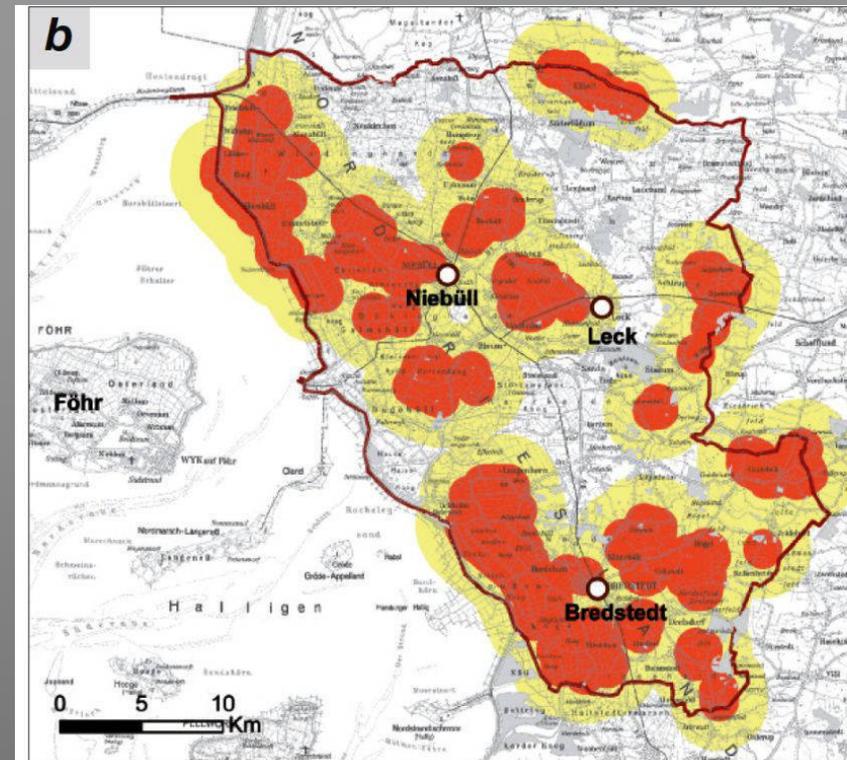
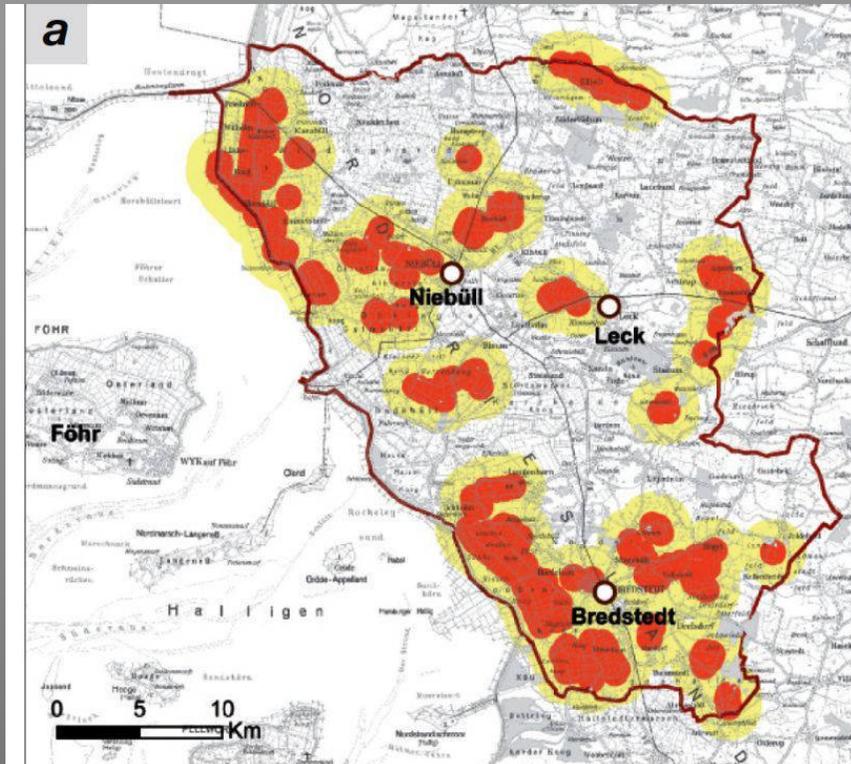
Anlagen wird dieser Wert noch einmal um den Faktor 6 vervielfacht.*

* Bundesverband Windenergie (BWE) (2012, S.13): Repowering

	1980	1990	2000	heute
Nennleistung in kW	30	250	1.500	7.500
<u>Rotordurchmesser in m</u>	15	30	70	<u>126</u>
<u>Nabenhöhe in m</u>	30	50	100	<u>135</u>
Jahresenergieertrag in kWh	35.000	400.000	3.500.000	20.000.000



Der Umfang der visuell betroffenen Flächen (1)



Beispiel der Region Nordfriesland Nord – aus:
Herden et al. (Natur und Landschaft 2012-12):
Regionale Auswirkungen des Ausbaus der eE auf Natur und Landschaft

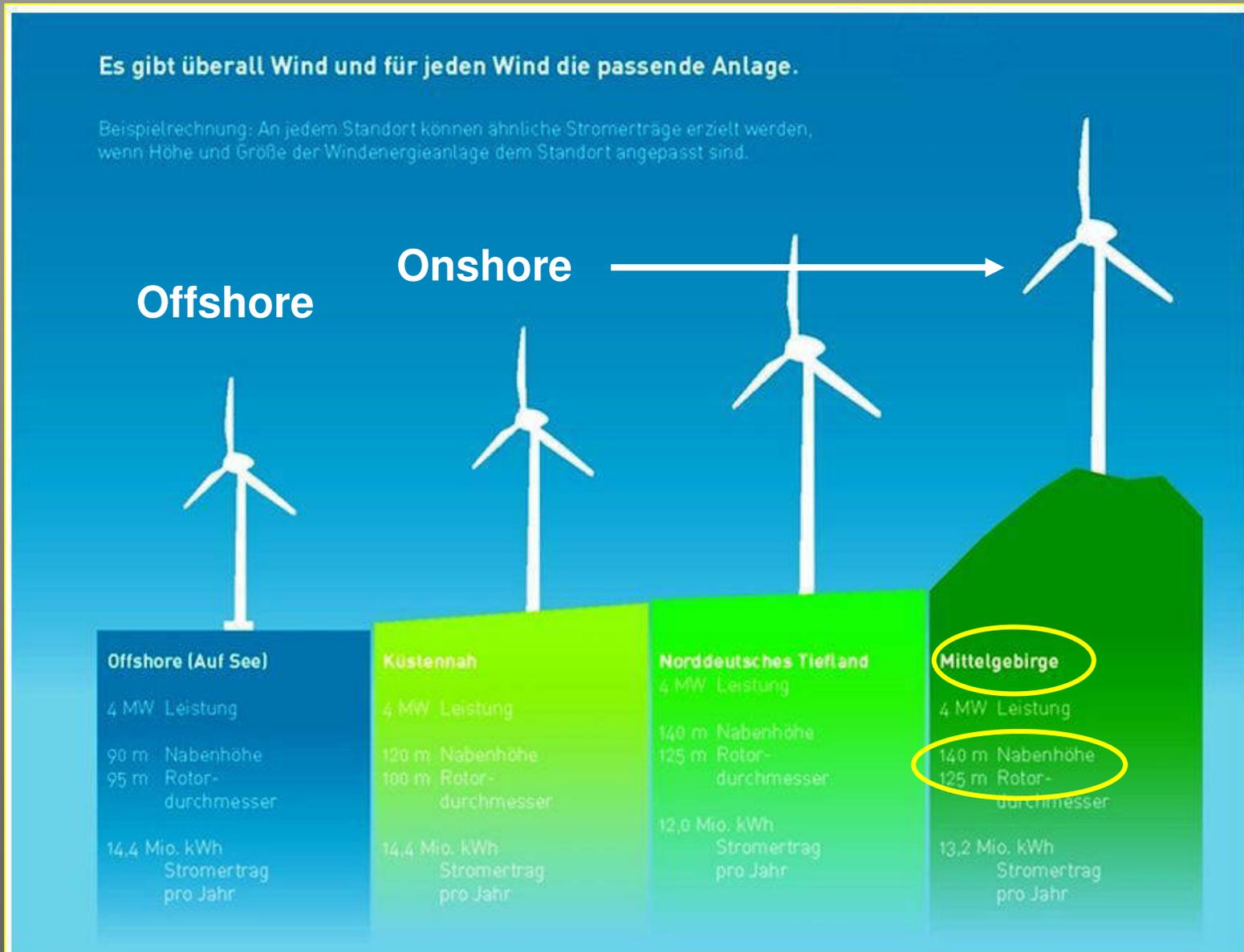
a: **Ist-Zustand**, bestehende/genehmigte Anlagen, angenommene **Höhe 100m**.

Rot: dominante Wirkzonen (Anteil am Blickfeld $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{4}$),

gelb: Subdominante Wirkzonen (Anteil am Blickfeld $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{10}$).

b: **Prognose-Zustand** mit bestehenden und zusätzlichen Eignungsflächen
entsprechend den Vorschlägen des Kreiskonzepts (Kreis Nordfriesland 2009),
angenommene **Anlagenhöhe 150m**; **Rot** < 1.200m, **gelb** < 3.000 m.

Die Dimensionen (2)

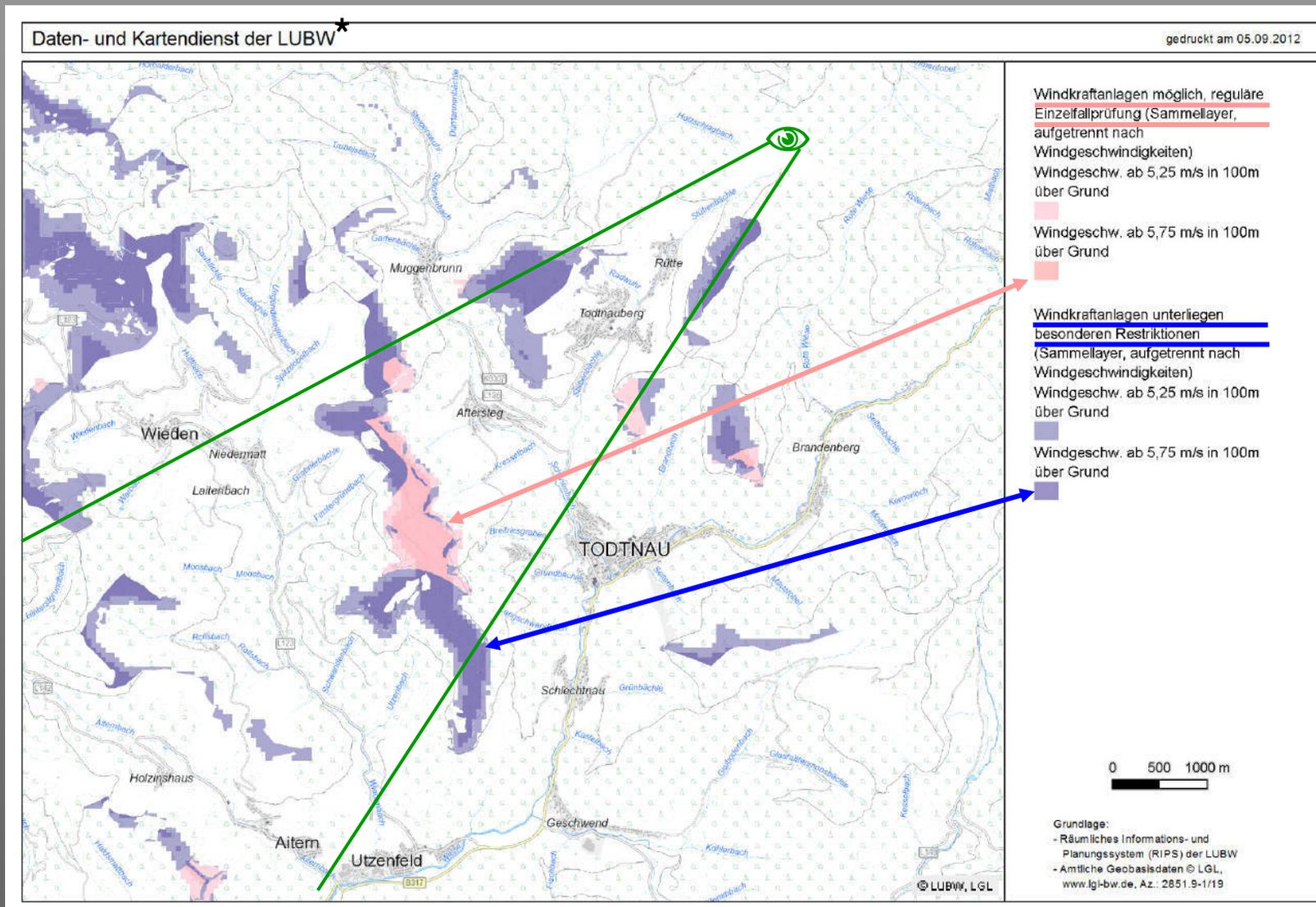


Vergleich der Stromerträge von Windkraftanlagen (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien e. V.)

Bild 1 von 2

schließenX

Ein typischer Ort für WEAs im Schwarzwald (hier bei Todtnau)



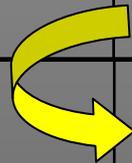
*) Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg



Der Umfang der visuell betroffenen Flächen (2)

Die Annahmen des Nachhaltigkeitsbeirats von BW auf die Fläche Deutschlands hochgerechnet

	Anzahl	WEA MW	Inst. Leistung [MW]	Fläche [km ²]
BW	8.000	3	24.000	35.751
Deutschland	80.000	3	240.000	357.121



10%

Die Größe eines Windparks mit 80.000 „3-MW-Windrädern“ in optimaler Aufstellung

Abstand zwischen den Windrädern = $12 \times r$ (r = Radius des Rotors)*

	Anzahl	Rotorradius r [m]	Abstand $12 \times r$ [m]	Fläche /WEA [km ²]	Anzahl	WEA- Park [km ²]	Landesfl. [km ²]	%
Baden-Würt.	8.000	50	600	0,36	8.000	2.880	35.751	8,06%
Deutschland	80.000	50	600	0,36	80.000	28.800	357.121	8,06%

*) POMPE B. (2009): Vorlesung Umweltphysik – Windkraft. Institut für Physik der Ernst Moritz Arndt Universität Greifswald.

<http://www2.physik.uni-greifswald.de/~pompe/UP-VORLESUNG/up-windkraft.pdf> (2.9.2012)

Die Angaben korrespondieren mit:

- Drösser, Christoph (DIE ZEIT 10.5.2012): Stimmt's? Nehmen Windräder einander den Wind weg?: „Um den Effekt zu vermeiden, stellt man die Windräder erstens versetzt zueinander auf und hält zweitens einen Mindestabstand ein. Faustregel für Windräder in der Hauptwindrichtung ist ein Abstand von fünf Rotordurchmessern, erst ab fünfzehn Durchmessern ist der Wirkungsgrad optimal.“ <http://www.zeit.de/2012/20/Stimmts-Windraeder?> (2.9.2012)
- JACOBSON, M.; ARCHER C. (PNAS September 10, 2012): Saturation wind power potential and its implications for wind energy. <http://www.pnas.org/content/early/2012/08/31/1208993109> (13.9.2012)
- VON FABECK, W. (27.08.2009): Windstrompotential - Windstrom von 8 % der Land- und Forstwirtschafts-Flächen entspricht dem derzeitigen Jahresstromverbrauch. http://www.sfv.de/artikel/potential_der_windenergie_an_land.htm (2.9.2012)

Empirisch für Großbritannien bestätigt von:

- MACKAY D. (2009): Powers per unit area of most Wind Farms in Britain. <http://www.inference.phy.cam.ac.uk/mackay/presentations/WIND2/mgp00001.html> (2.9.2012)

Die 8% Landesfläche, die sich aus den Angaben Des Nachhaltigkeitsbeirats von BW ergeben, korrespondieren mit den 10% Landesfläche, die der Solarförderverein Deutschland fordert:

Solarenergie-Förderverein Deutschland e.V. (SFV)

17.12.2012, Wolf von Fabock:

**2 % der Landesfläche reichen keinesfalls für
Windenergie - BWE-Potentialstudie* führt zu
unzureichenden Planungsvorgaben**

SFV fordert 10 Prozent der Landesfläche für Windparks

*) IWES/Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (2011): Studie zum Potenzial der Windenergienutzung an Land – Kurzfassung – im Auftrag des Bundesverbandes für Windenergie BWE.

Wolf von Fabeck, Dipl.-Ing. (Maschinenbau)

- Einer der Väter der Erneuerbaren Energien in Deutschland
- Mitbegründer vom Solarförderverein e.V. (SFV) 1986
- mehrfacher Preisträger von Eurosolar

Aus der Eurosolar-Laudatio:

„Auch vor Befürwortern macht seine Kritik nicht halt, wenn er sie auf Abwegen vermutet. ...

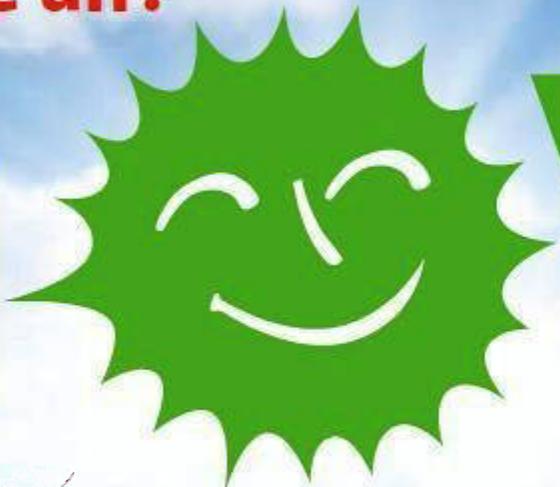
Seine Kritik ist mutig, schonungslos und konstruktiv.“



Wolf von Fabeck, SFV

Baden Württemberg hat mit 35.751 km² ziemlich genau 10% der Landesfläche!

**AKWs aus,
Sonne an!**

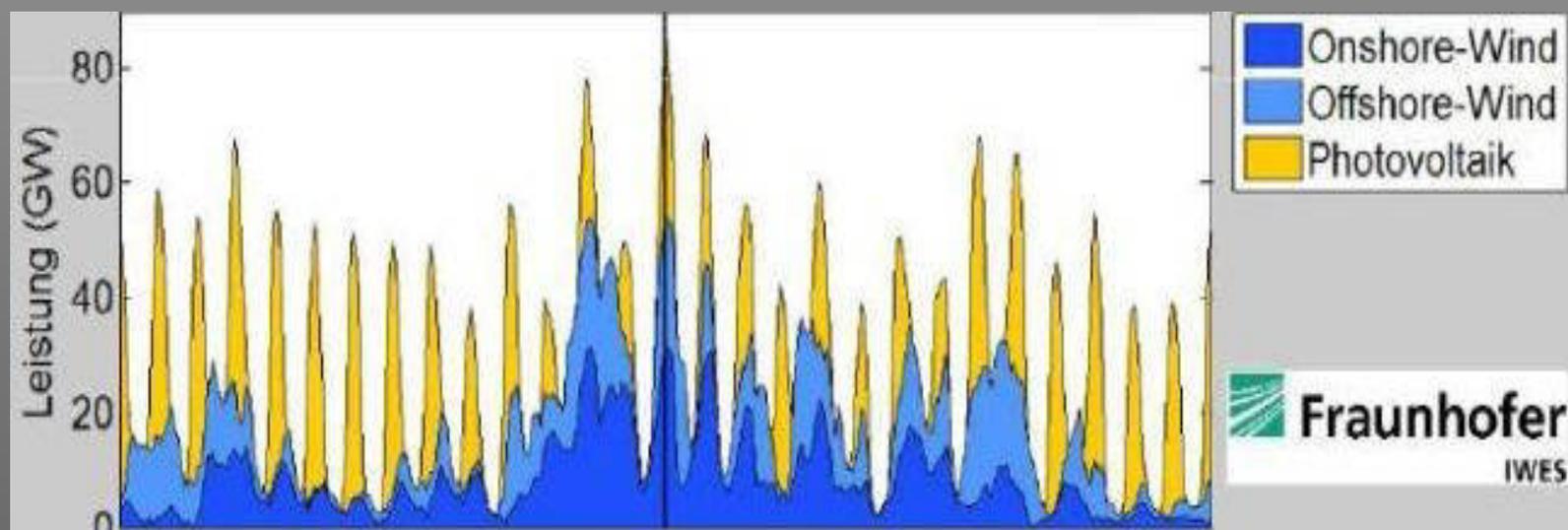
n  **w**



Warum diese ungeheuren Dimensionen?

Das Dilemma von Wind & Sonne:

Die Unstetigkeit von Sonnen- und Windleistung!



© Fraunhofer IWES 2009

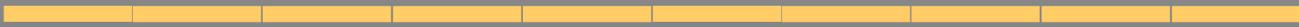
IWES: Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik

600 TWh/a Strom für D (2012) nur aus Solarzellen:

Durchschnittsleistung Deutschland:

 68,5 GW (= $600 \text{ TWh} / 8760 \text{ Stunden}$, die ein Jahr hat)

Installierte Leistung bei einem Nutzungsgrad von 10%:

 685 GW

Theoretischer Überschuss am 21.6. 12:00 bei Sonne in D:

 ~ 600 GW

Wenn Überschüsse nicht gespeichert werden,
dann sinkt der Nutzungsgrad, d.h.
noch mehr Solarzellen!

600 TWh/a Strom für D (2012) nur aus Wind (Onshore):

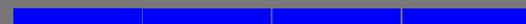
Durchschnittsleistung Deutschland:

 **68,5 GW**

Installierte Leistung bei 20% Nutzungsgrad:

 **342,5 GW**

Theoretischer Überschuss bei optimalem Wind über Deutschland

 **~ 270 GW**

**Wenn die Überschüsse nicht gespeichert werden,
dann sinkt der Nutzungsgrad, d.h.
noch mehr Windräder!**

Die Volatilität von Wind und Sonne ist die Ursache **zweier „Dimensionen“** der Erneuerbaren Energien:

1. **Primärsystem:** Die Dimension der **installierten Leistung** gegenüber der erzielbaren Leistung.
2. **Sekundärsystem:** Die Dimension der **Speicherung** ist in der Größenordnung der Primärsystems

Die zwei „Dimensionen“ der Erneuerbaren Energien hängen sehr stark vom Nutzungsgrad ab.

Hier Vergleich Bayern ($N_{2010} = 14,1\%$) mit Offshore ($N \sim 40\%$)

1. Primärsystem:

Bayern braucht 2,9 mal mehr Windräder als Offshore
(7,1 x Nennleistung gegenüber 2,5 x Nennleistung)

2. Sekundärsystem:

Bayern braucht *idealiter* eine 4,1 mal so große Speicherleistung!

Nota bene: Photovoltaik ist mit $N \sim 10\%$ extrem ungünstig bezüglich zu installierender Nenn- und Speicherleistung!

Inhalt

1. Die Dimensionen der Energiewende

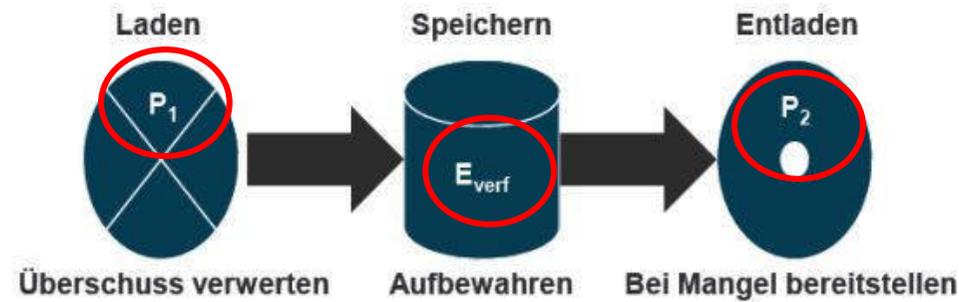
- Primärsysteme (hier Windkraft)
- **Sekundärsysteme (hier Speicher)**

2. Der „Spatial Turn“ der Energiewende und die Neudefinition der Räume

3. Die Autoren der Neudefinition der Räume

4. Das PSW am Jochberg und die neue Eroberung der Natur

Speicher als weitere Dimension der Energiewende



Beispiele Technologien

Kurzfristiger Ausgleich ✓

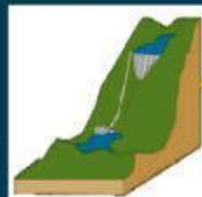
Batterien



$E/P=1 \text{ h}$

Täglicher Ausgleich ✓

Pumpspeicher



$E/P=8 \text{ h}$

Gesicherte Leistung ✓

Power-to-Gas



$E/P = \text{unlimitiert}$

Kurzzeitspeicher sind für Langzeitaufgaben unwirtschaftlich

Quelle: SolarFuel

Zwei verschiedene relevante Formen von Groß-Speichern:

1. Pumpspeicherkraftwerke (PSW)

2. Chemische Speicher (Wasserstoff, Methan)

Hier das Größte PSW in D: Goldisthal in Thüringen mit 8,5 GWh



Das Pumpspeicherpotential in D ist gewaltig, das ist alles eine Frage

- der ausgefeilten Methodik
- Und des kühnen Zugriffs auf die Räume...

A. Schlenkhoff

Gibt es Standorte für Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland?

10. März 2011

Folie 25

WASSERWIRTSCHAFT
& WASSERBAU

www



Einleitung

Grundlagen

Standortfindung

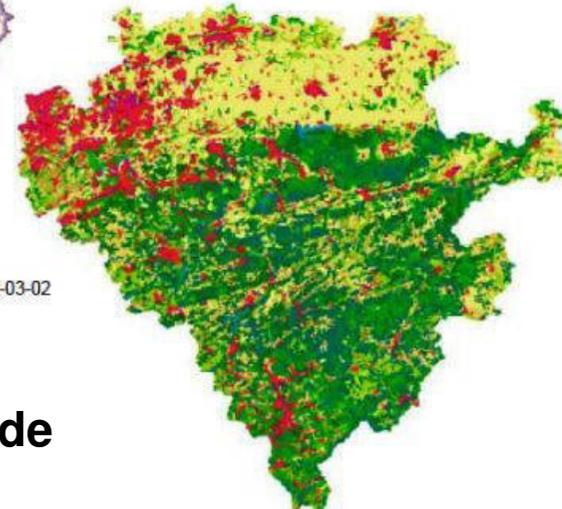
Ausblick

Untersuchungsgebiet:
Reg. Bez. **Arnsberg** (NRW)

NRW500



CLC2006

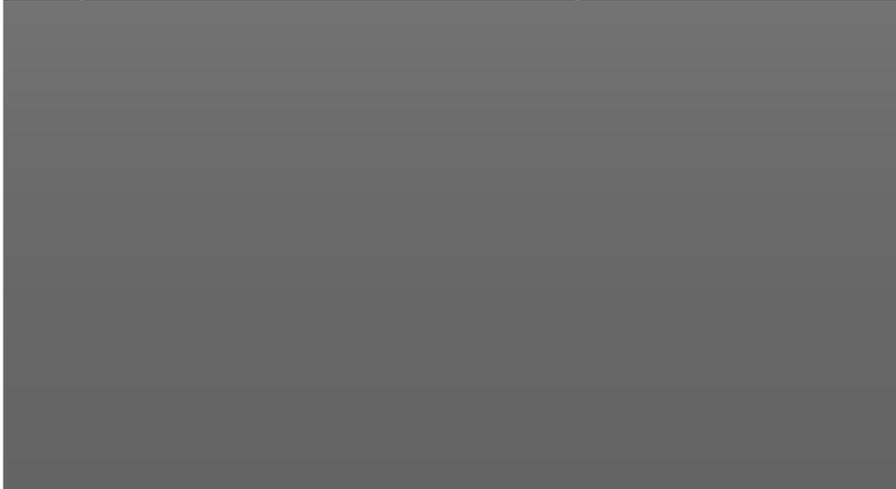
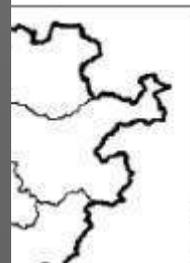
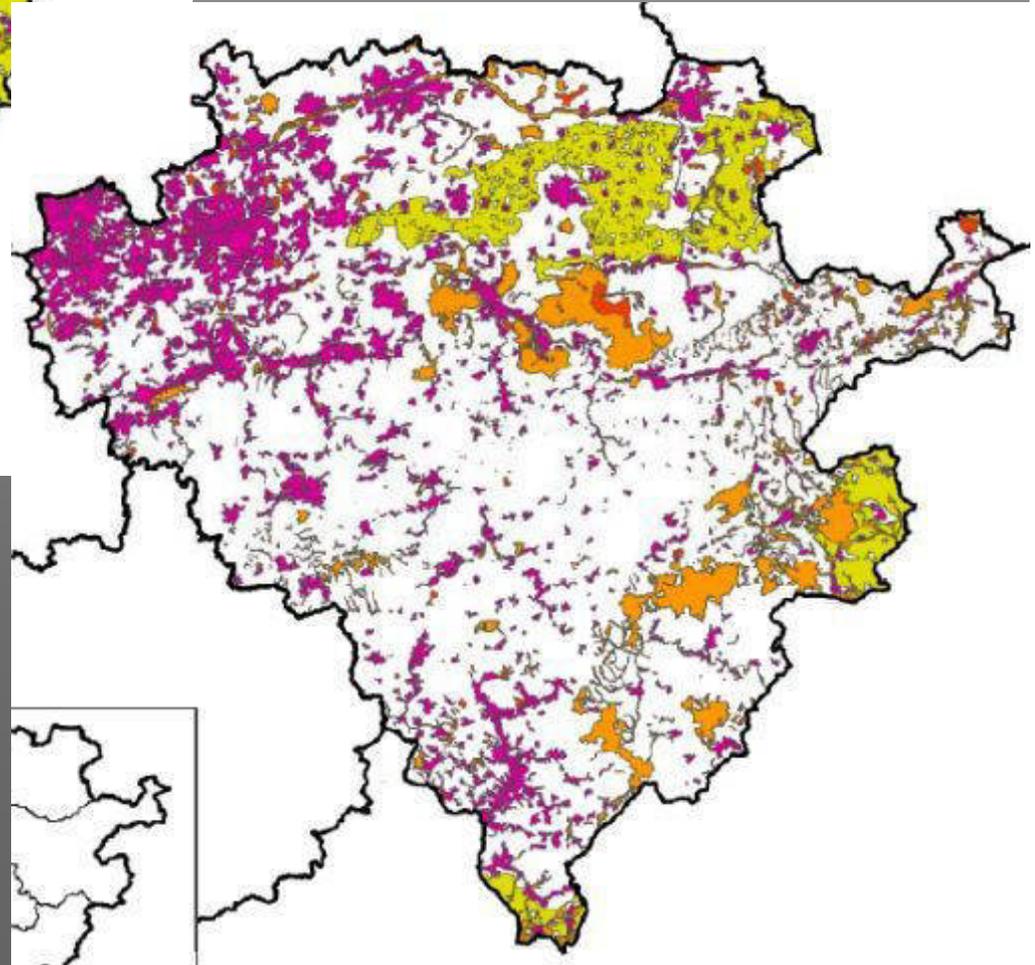
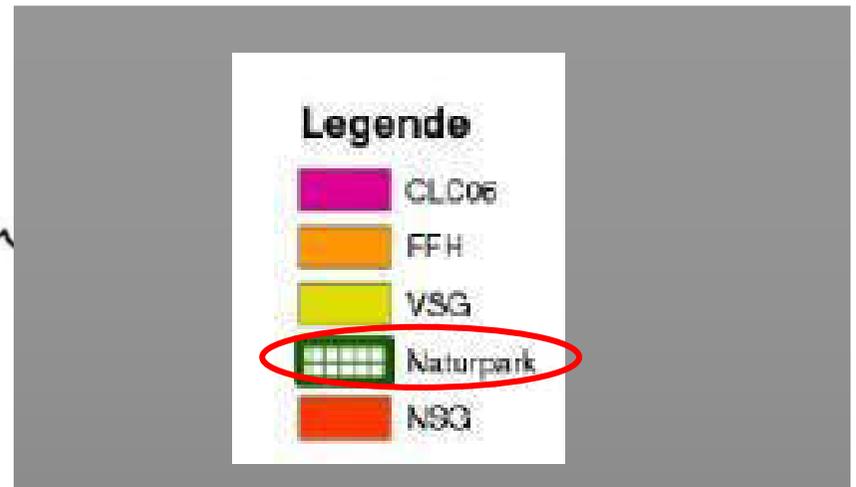
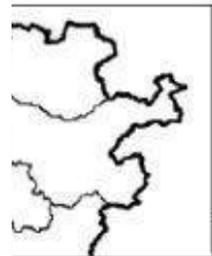
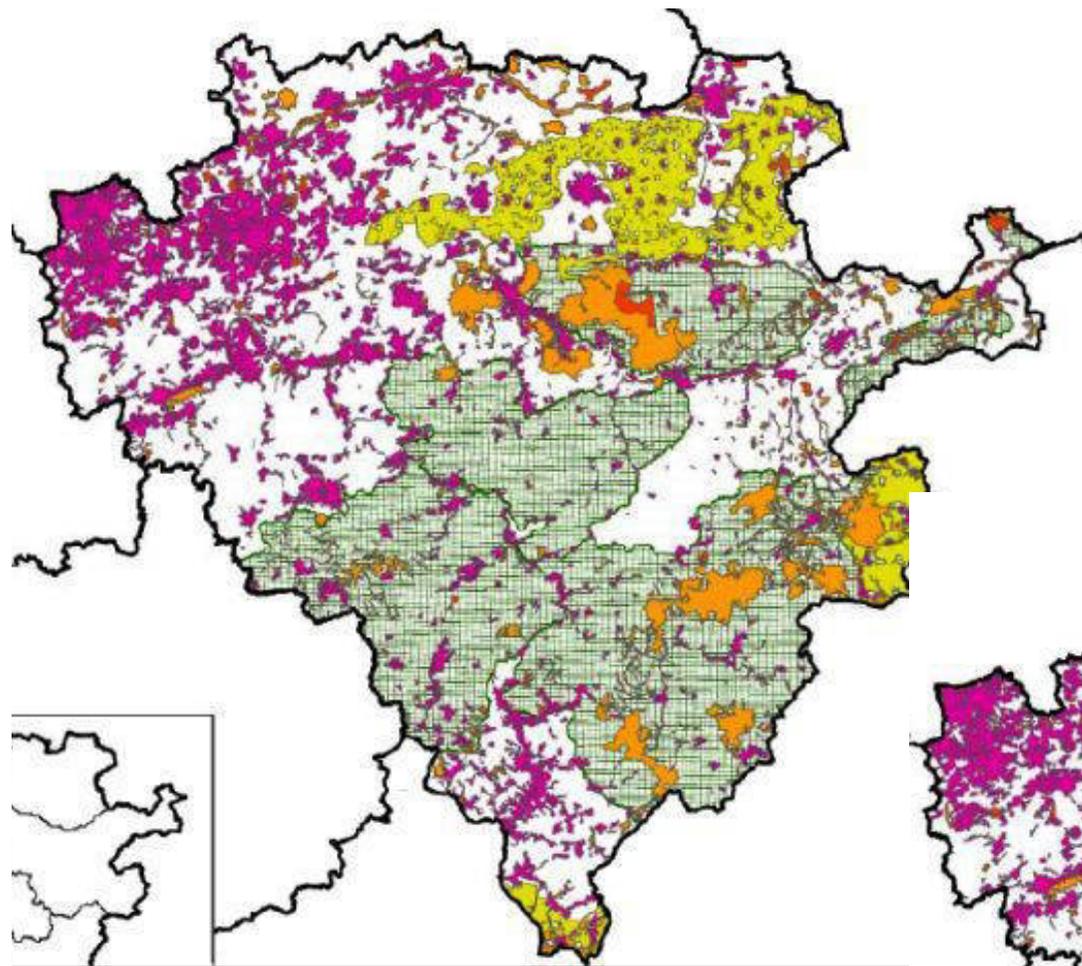


DGM



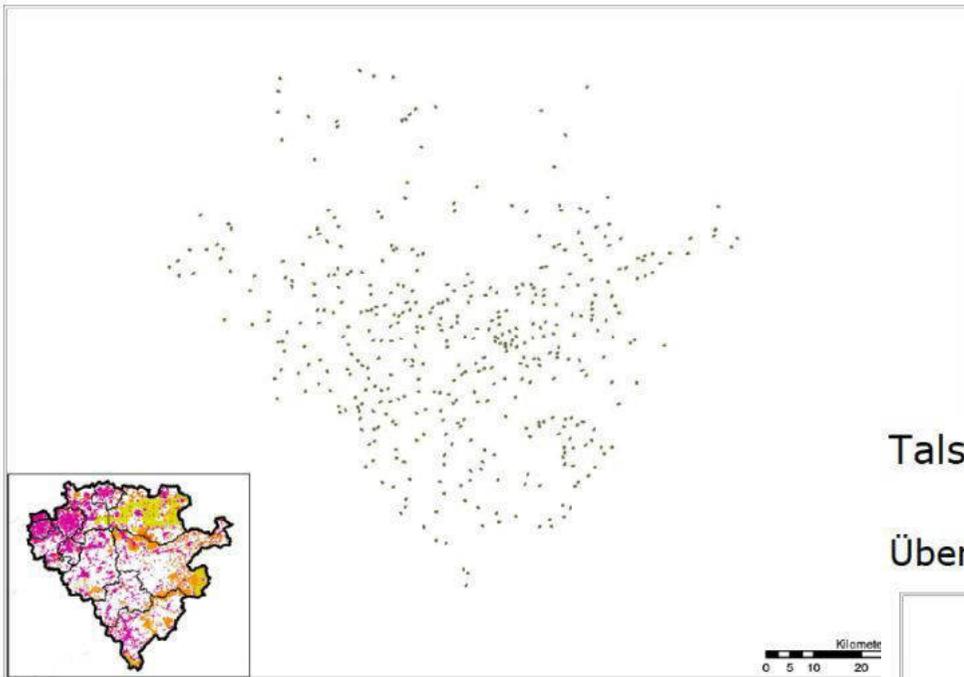
Geobasisdaten © Land NRW, Bonn 2011-03-02

Das „Bergische Land“
Ist das Opfer der Begierde



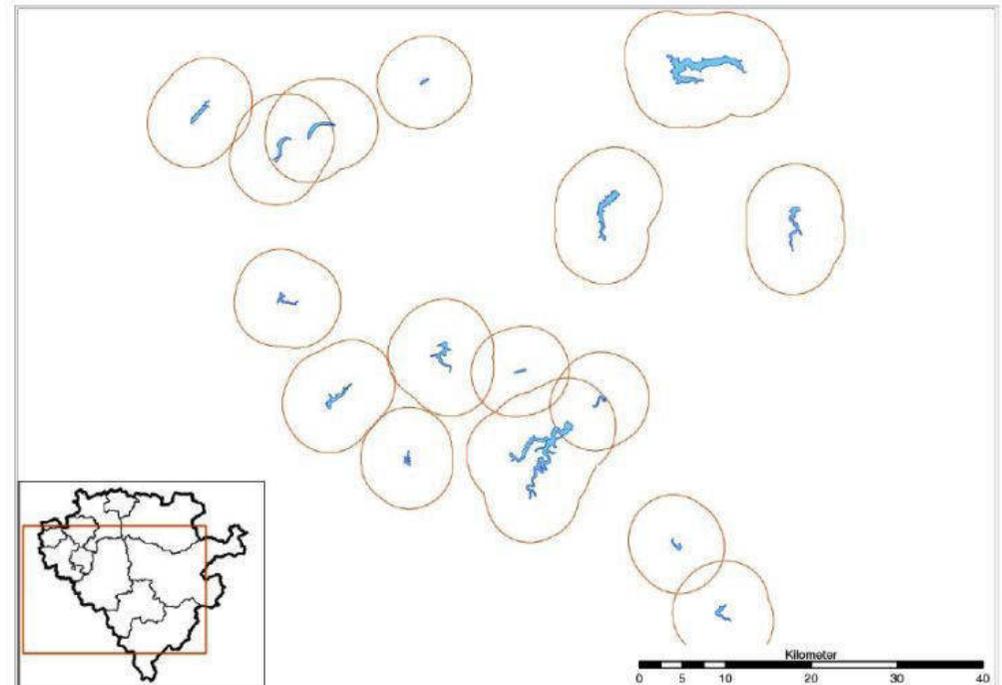
Kuppen: ~ 20 ha

ohne CLC, FFH, VSG und NSG



Talsperren:

Übersicht



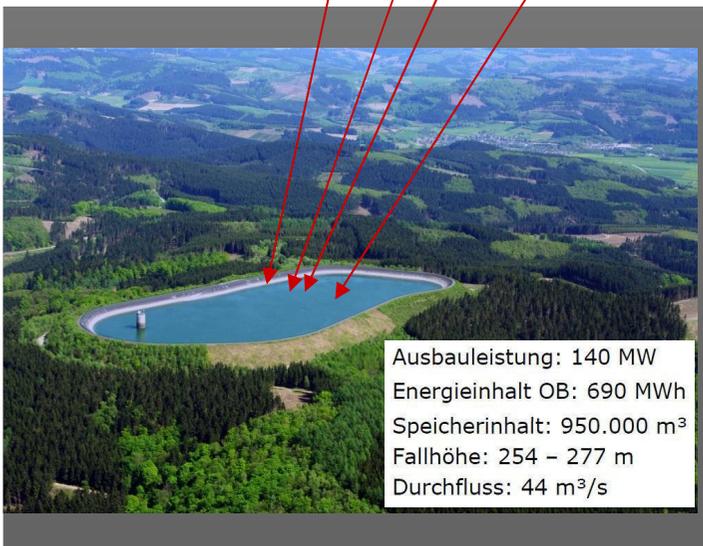
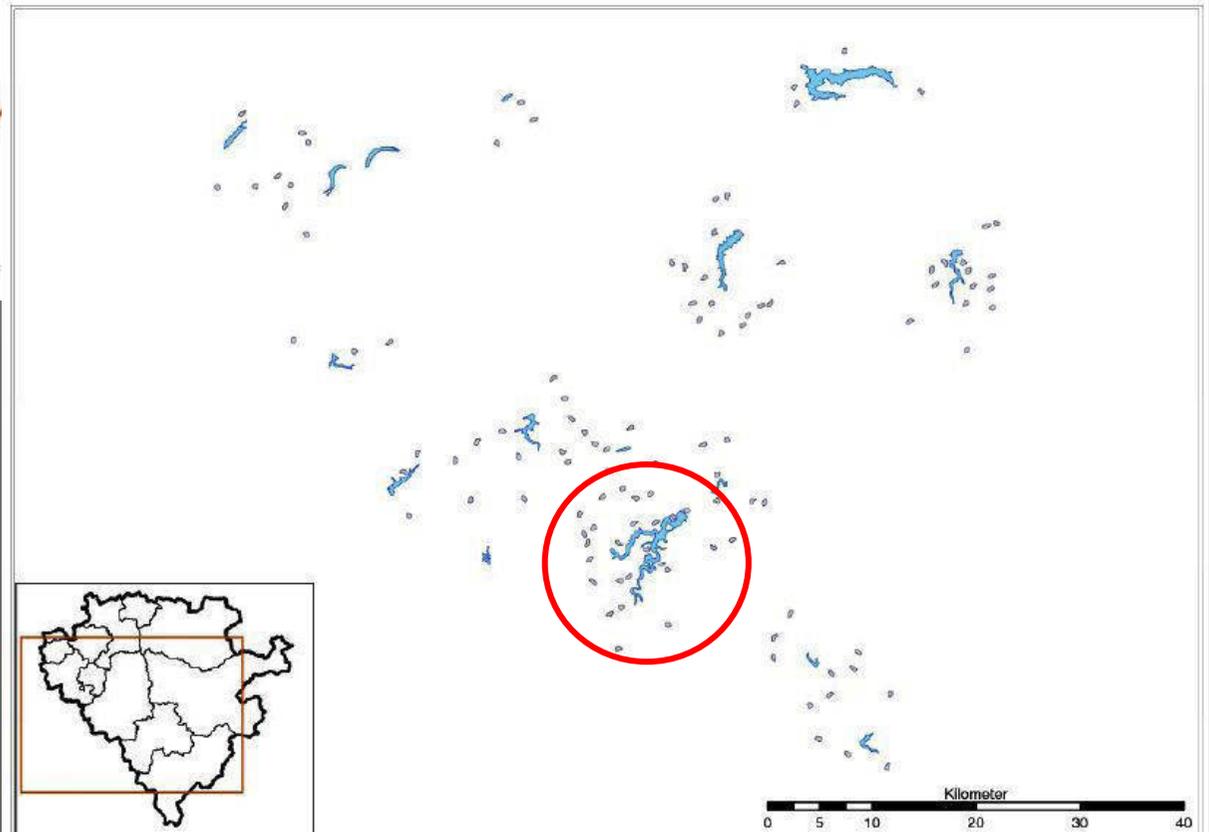
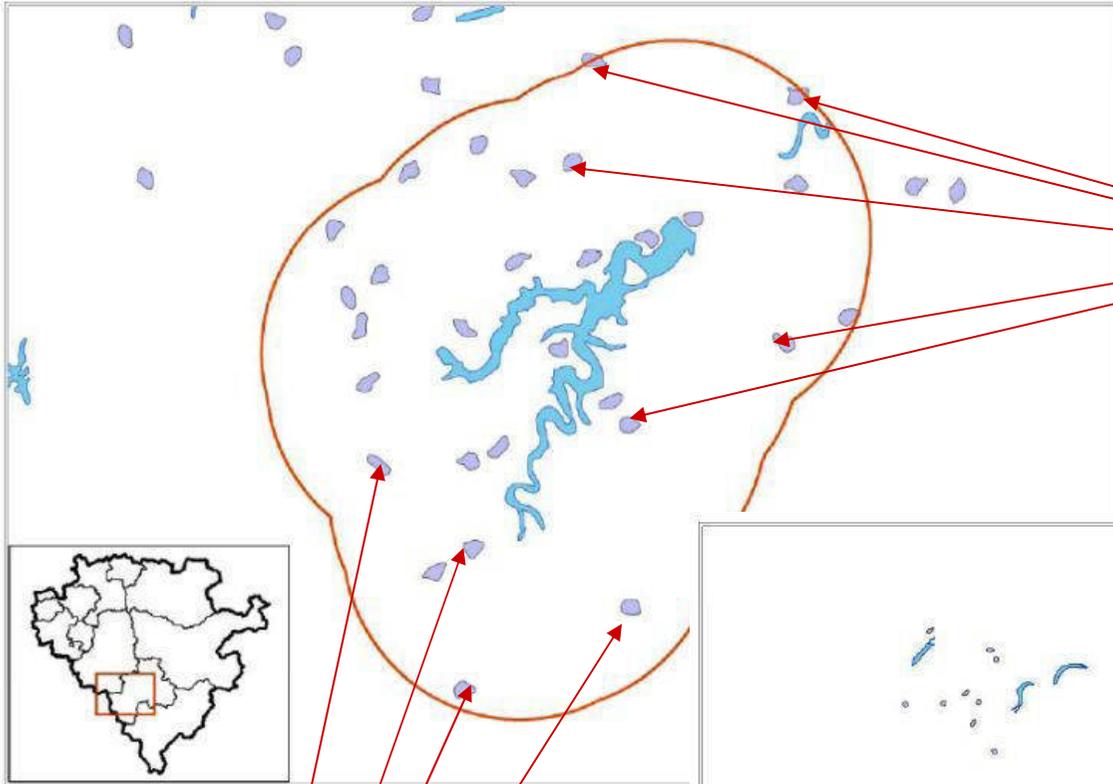
Die Kuppen des Sauerlands: Ideal für

- Windräder
- Pumpspeicher



Biggetalsperre: Stauinhalt: 171,7 Mio. m³ auf 876 ha

Beispiel: PSKW
Rönkhausen



Zwei verschiedene relevante Formen von Groß-Speichern:

- **Pumpspeicherkraftwerke (PSW)**
- **Chemische Speicher (Wasserstoff, Methan)**

Die Frage ist, ob sich PSWs zur saisonalen Speicherung eignen?

FVEE*) & SNU) für 2050: 14 Tage = ~ 20 TWh**

Vergleich:

1	PSW Jochberg in Bayern	= 4,2 GWh
4762	PSW Jochberg	= 20 TWh

?Wo: Alpenraum und/oder Skandinavien?

***) FVEE: Forschungsverband Erneuerbare Energie**

****) SNU: Sachverständigenrat für Umweltfragen der Bundesregierung**

Die Alternative:

Zwei verschiedene relevante Formen von Groß-Speichern:

- Pumpspeicherkraftwerke (PSW)
- Chemische Speicher (Wasserstoff, Methan)

Die Chemischen Speicher, gerade das Methan, eignen sich für die saisonale Speicherung.

In Deutschland gibt es ~ 200 TWh Speicherkapazität für Erdgas

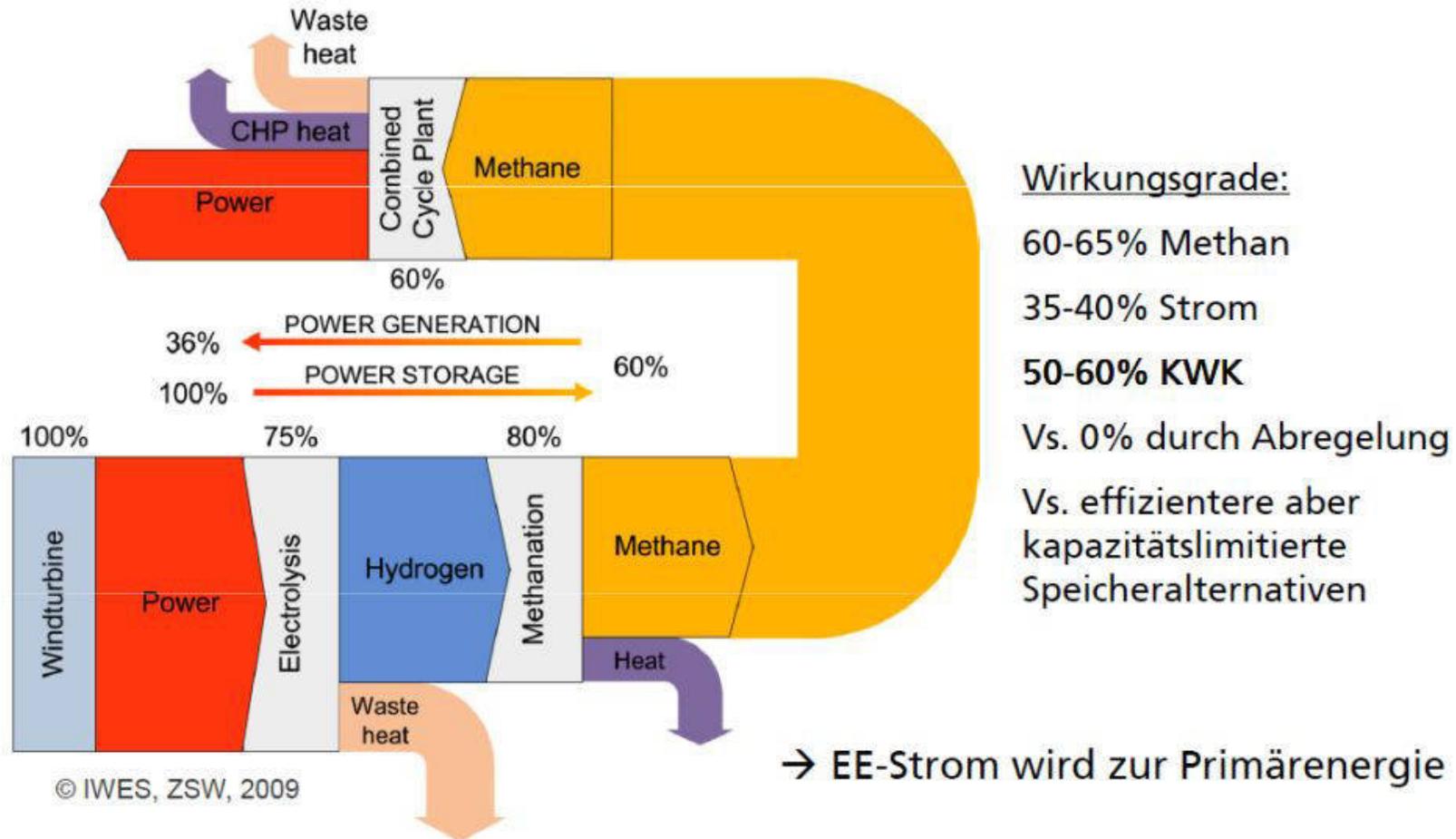
Die vom FVEE*) & SNU**) für 2050 prognostizierten
14 Tage Speicherkapazität ~ 20 TWh
könnten dort untergebracht werden!

*) FVEE: Forschungsverband Erneuerbare Energie

**) SNU: Sachverständigenrat für Umweltfragen der Bundesregierung

Der Wunschkreislauf „Power to Power“ (P2P)

Erneuerbares Gas – Strom-zu-Gas – zu - Strom Wirkungsgradkette

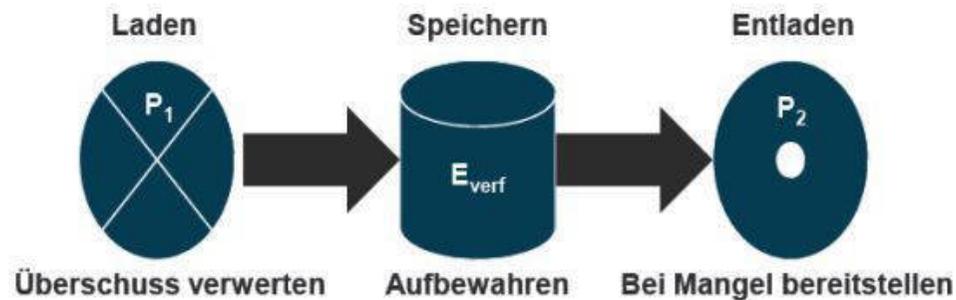


Quelle: Sterner, 2009; Specht et al, 2010

Die Naturschutzverbände, gerade der BN und der BUND, hoffen damit, den Pumpspeichern zu entkommen.

Speicher haben eine technologietypische Systemfrequenz

Das Verhältnis von Speicher Energie und Speicher Leistung bestimmt die typische Systemfrequenz



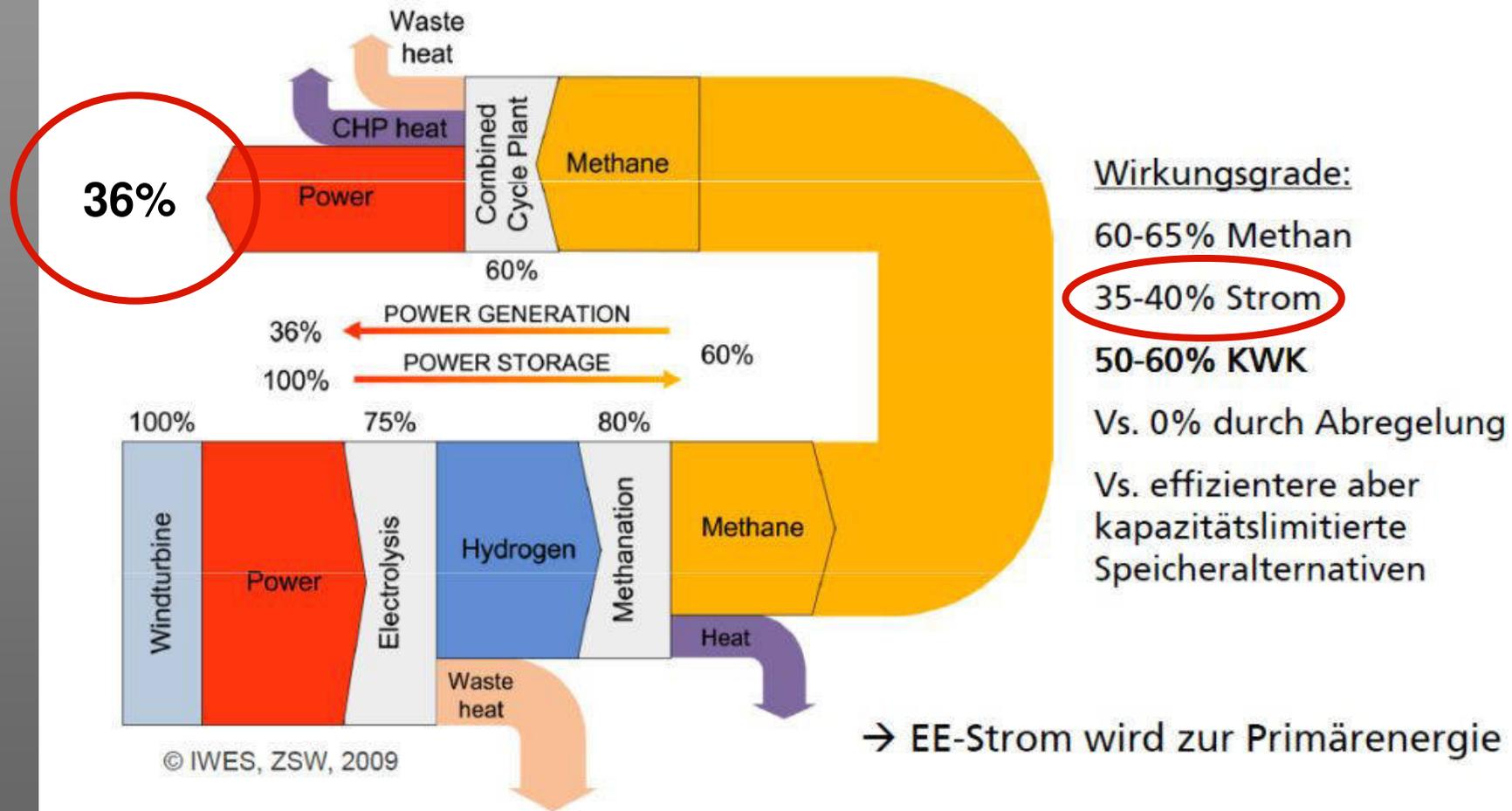
Beispiele Technologien



Quelle: SolarFuel

Das Problem von „Power to Power“ (P2P) ist der geringe Wirkungsgrad

Erneuerbares Gas – Strom-zu-Gas – zu - Strom Wirkungsgradkette



Quelle: Sterner, 2009; Specht et al, 2010

Die Zeitschrift *Photon*, die „Fachzeitschrift für Solarstromerzeugung“, hat

- eine 100 % regenerative Erzeugung des Stromverbrauchs
- Für das Jahr 2030
- auf der Basis des Jahres 2009 modelliert*:

Die Rahmenbedingungen:

- | | |
|---|----------|
| • Endkundennetzbezug 2009: | 460 TWh, |
| • Nutzungsgrad von Sonnenenergie: | 10,8% |
| • Nutzungsgrad von Onshore-Windenergie: | 17,1%** |

*) Philippe Welter (Photon 2012 Nr. 10): *Herr Altmaier, so geht's! PHOTON hat eine Vollversorgung mit Sonne und Wind bis 2030 durchgerechnet – ein Handlungsleitfaden.*

***) Der Autor, Philippe Welter, nimmt nur Onshore-Windenergie an.

Ziel der Studie:

Die Modulation sollte einen idealen Mix aus

1. Sonnen- und Windenergie und

2. einer Speicherung

- **in Pumpspeichern und**
- **Methan**

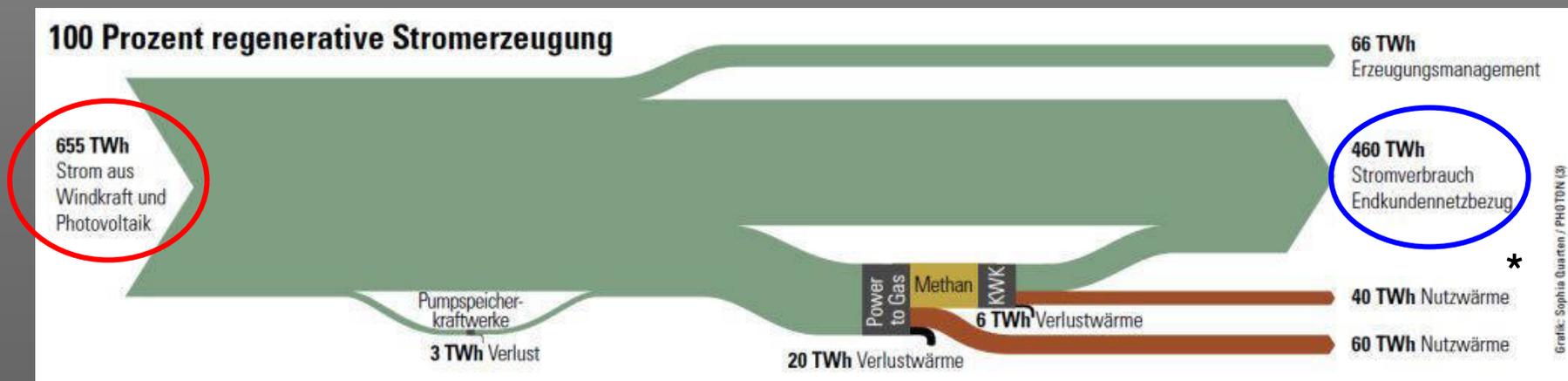
ermitteln.

Das Ergebnis

Wegen der Speicherverluste müssen

- 195 TWh Strom zusätzlich
- D.h., 43% mehr

regenerativ mit Wind- und Sonnenkraft erzeugt werden!



*) Die „Nutzwärme“ die dabei abfällt, ist eine „mögliche“ Nutzwärme, über deren Verbleib der Autor keine Auskunft gibt.

Das Ergebnis der „Photon“-Simulation für 100% EE-Strom im Jahr 2030

Im Jahr 2030 auf Basis 2009	Jahresproduktion (TWh/a)	Installierte Leistung (GW)	Nutzungsgrad %
Wasserkraft	∅	∅	∅
Biomasse	∅	∅	∅
Wind onshore	494	330	17,1%
Wind offshore	∅	∅	∅
Photovoltaik	161	170	10,8%
Geothermie	∅	∅	∅
EE-Import	∅	∅	
Summe	655		
Summe Inland	655		

100% Strom 2030	Installierte Onshore-Windleistung [GW]	Anzahl WEA 3 MW	Fläche/ WEA [km ²]	WEA-Park [km ²]	Fläche [km ²]	% von D
D	330	110.000	0,36	39.600	357.121	11,1%

Die „Photon“-Simulation übersteigt das Szenario des Nachhaltigkeitsbeirats von Baden Württemberg um 3 %, von 8,1 auf 11,1 % der Landesfläche!

Bilanz:

Pumpspeicher:

- **Exzessiver Natur- und Landschaftsverbrauch.**
- **Eine saisonale Speicherung im Lande könnte nur über eine Unzahl von kleinen PSWs realisiert werden.**
- **Gleichwohl wird man für die Stabilisierung des Netzes und den Stunden- und Tagesausgleich kurzfristige Speichermedien wie PSWs benötigen.**

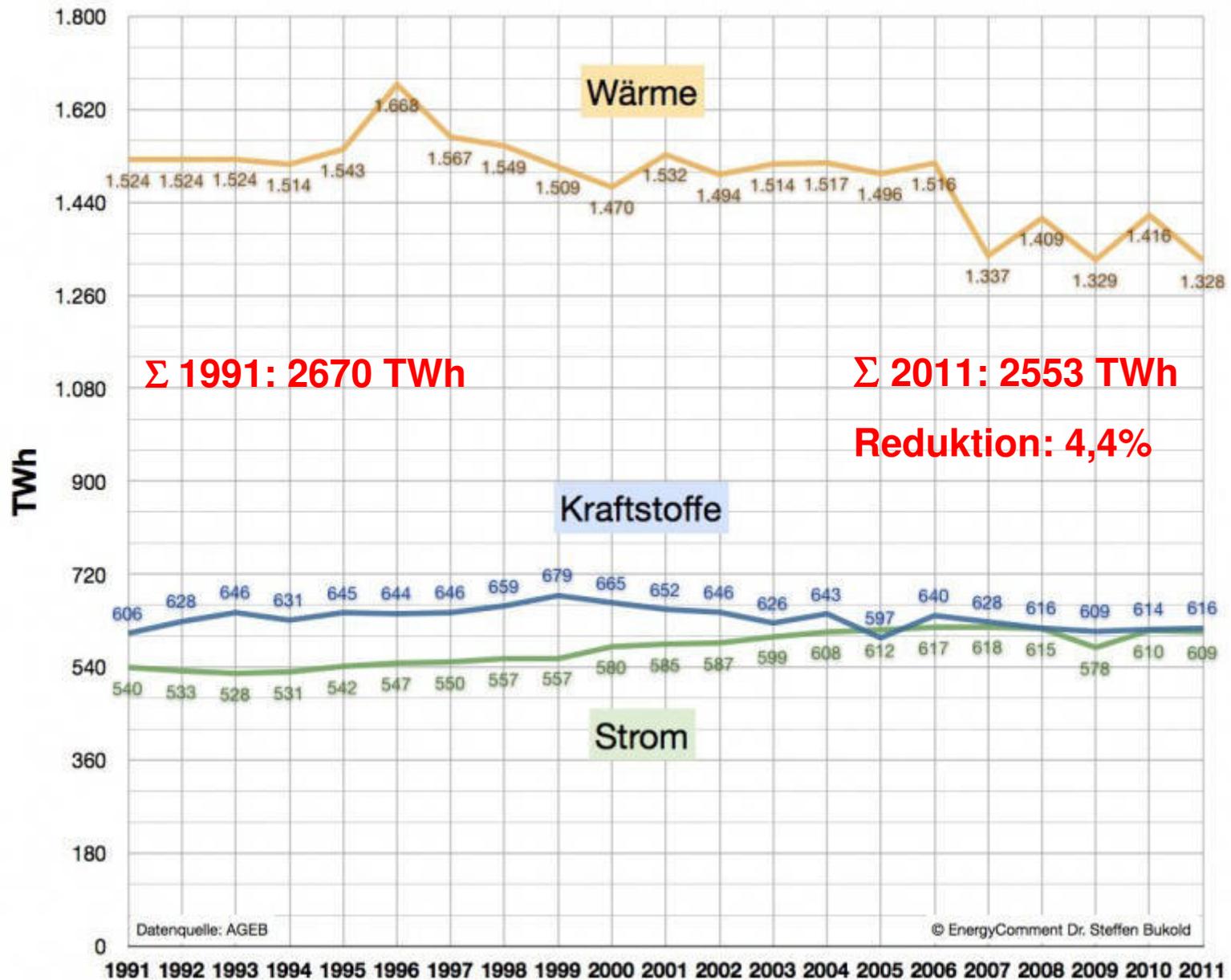
Power-to-Power (P2P):

- **Der geringe Wirkungsgrad bedeutet eine drastische Ausweitung der Primärproduktion,**
- **D.h. die Anzahl der Windräder & Solarzellen nimmt mit dem P2P-Verfahren zur Speicherung in einem krassen Ausmaß zu,**
- **D.h., ebenfalls exzessiver Natur- und Landschaftsverbrauch!**

Hochrechnung der Dimensionen der Erneuerbaren Energien auf alle Sektoren des End-Energieverbrauchs:

- Bisher wurde bei der Darstellung der Materie nicht darauf geachtet, welche Sektoren des End-Energieverbrauchs nun mit regenerativen Primär- und Sekundärsystemen substituiert worden sind.
- Allein die Darstellung von Photon hat explizit nur den Stromverbrauch von 2009 im Jahr 2030 aus einem Mix von Wind- und Sonne und PSWs und P2P ersetzt.
- Im Folgenden soll dies genauer betrachtet und auf alle Sektoren des End-Energieverbrauchs erweitert werden.
- Dies auch deshalb, da die Hochrechnungen des Nachhaltigkeitsbeirats von Baden Württemberg (8%) und des Solarfördervereins SFV (10%) verifiziert bzw. gegebenenfalls falsifiziert werden sollen.

Deutschland: Endenergie 1991-2011



Studie zu 100% Erneuerbaren Energien in Deutschland

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Dr. Hans-Martin Henning / Dipl.-Ing. Andreas Palzer, Fraunhofer ISE

12. November 2012 (Update 17. Dezember 2012: zwei zusätzliche Grafiken eingefügt)

Das Fraunhofer ISE veröffentlicht eine Studie zu 100% Erneuerbaren Energien für Strom und Wärme in Deutschland. Darin untersuchen die Forscher die Frage: "Wie könnte unsere Energieversorgung 2050 aussehen und was kostet sie?" Mit der Studie legt das Institut erstmalig ein ganzheitliches Energiemodell für Deutschland vor, das vollständig auf erneuerbaren Energien basiert und den Strom- und Wärmesektor, einschließlich der Reduktion des Energieverbrauchs durch energetische Gebäudesanierung, betrachtet.

 [Studie: 100 % Erneuerbare Energien für Strom und Wärme in Deutschland \[PDF 1.1 MB\]](#)

ISE-Szenario „REMax“ = 2050 Reduktion des Wärmesektors auf 64,9%

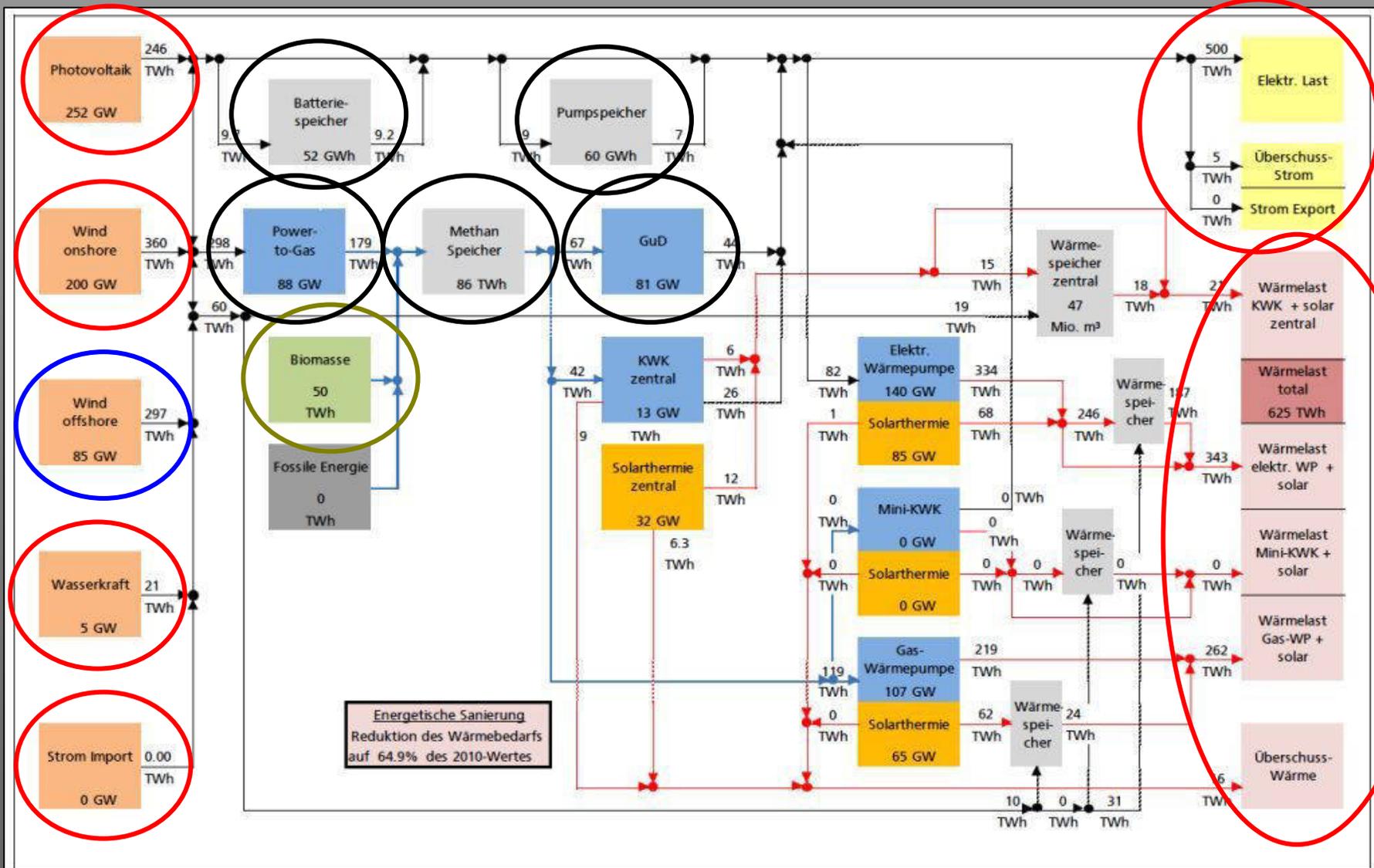


Abb. 6 REMax: System, das zu niedrigsten jährlichen Gesamtkosten führt

ISE-Szenario 2050: Stromerzeugung → Stromnutzung basiert
wesentlich auf Speichermedium **P2G** → **GuD mit 60-70% Verlust**

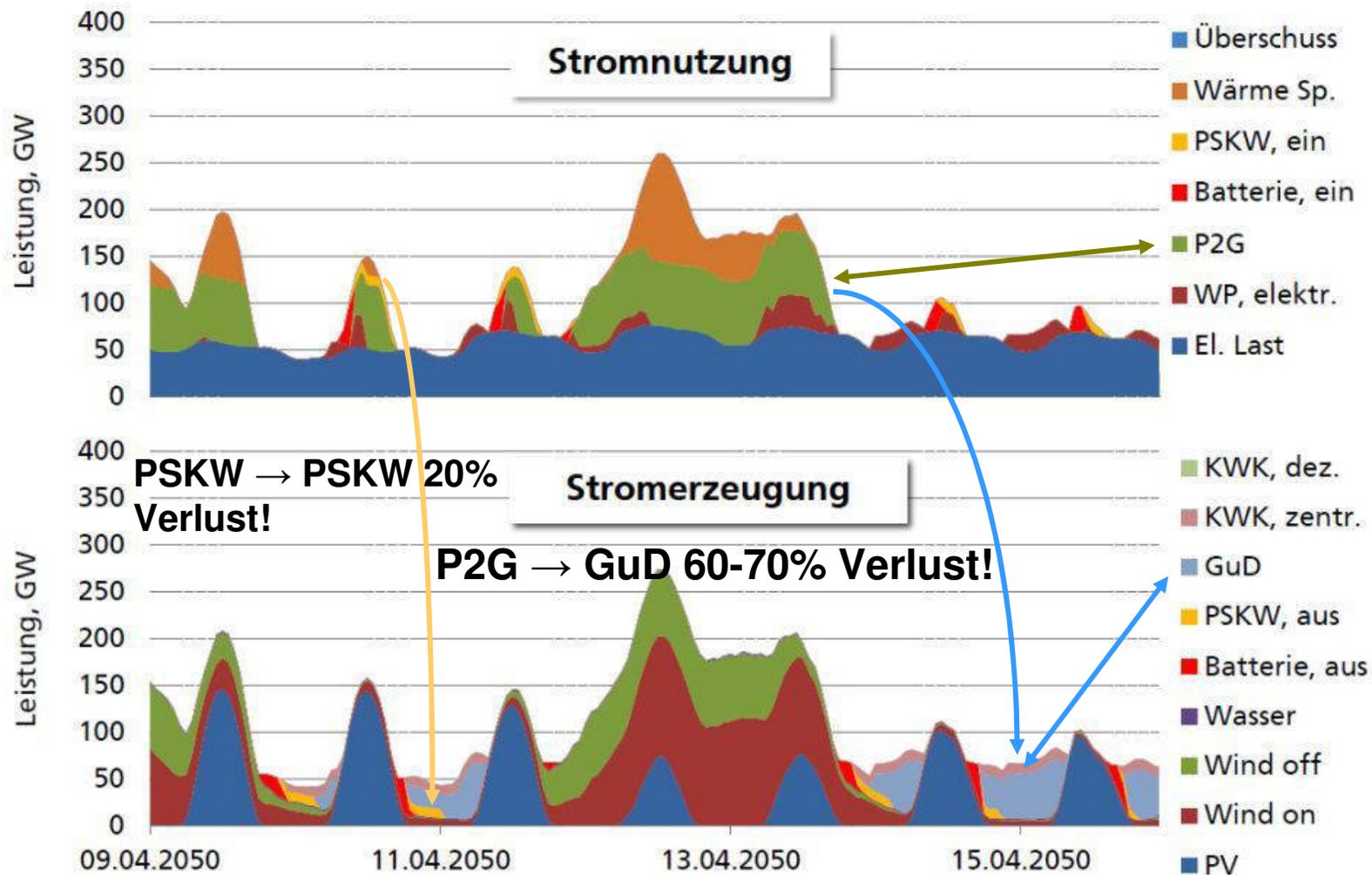


Abb. 12 Stromnutzung und Stromerzeugung des Szenarios „Medium“ in einer Frühjahrswoche (PSKW=Pumpspeicherkraftwerk; P2G=Power-to-Gas; WP=Wärmepumpe; KWK=Kraft-Wärme-Kopplung).

Das Ergebnis der „ISE-REMax-Simulation“ für 100% EE-Strom im Jahr 2050

2050	Jahresproduktion (TWh/a)	Installierte Leistung (GW)	Nutzungsgrad %
Wasserkraft	21	5	47,95%
Biomasse	50	?	Hoch!
Wind onshore	360	200	20,55%
Wind offshore	297	85	39,89%
Photovoltaik	246	252	11,14%
Geothermie	∅	∅	∅
EE-Import	∅	∅	
Summe	974		
Summe Inland	974		

100% Strom 2050	Installierte Onshore-Windleistung [GW]	Anzahl WEA 3 MW	Fläche/ WEA [km ²]	WEA-Park [km²]	Fläche [km ²]	% von D
D	200	66.666	0,36	24.000	357.121	6,7%

**Das Ergebnis der „ISE-REMax-Simulation“ für 100% EE-Strom im Jahr 2050
 „Wind nur Onshore“ = Forderung der Naturschutzverbände & SFV**

2050	Jahresproduktion (TWh/a)	Installierte Leistung (GW)	Nutzungsgrad %
Wasserkraft	21	5	47,95%
Biomasse	50	?	Hoch!
Wind onshore	657	365	20,55%
Wind offshore	∅	∅	39,89%
Photovoltaik	246	252	11,14%
Geothermie	∅	∅	∅
EE-Import	∅	∅	
Summe	974		
Summe Inland	974		

100% Strom	Installierte Onshore-Windleistung [GW]	Anzahl WEA 3 MW	Fläche/ WEA [km ²]	WEA-Park [km²]	Fläche D [km ²]	% von D
ISE 2050	365	121.654	0,36	43.795	357.121	12,3%

ISE-Szenarien „100% in 2050“ sind **ohne** brennstoffbasierten Verkehr & Industrie!

ISE-Schätzung:

Verkehr: 50% Wasserstoff- + 50% E-Auto = **290 TWh aus EE**

Industrie: Im wesentlichen Biomasse

Summe: 813 TWh_{Bestcase = 40% Wärme} + 290 TWh_{Bestcase Verkehr} = 1103 TWh EE-Strom

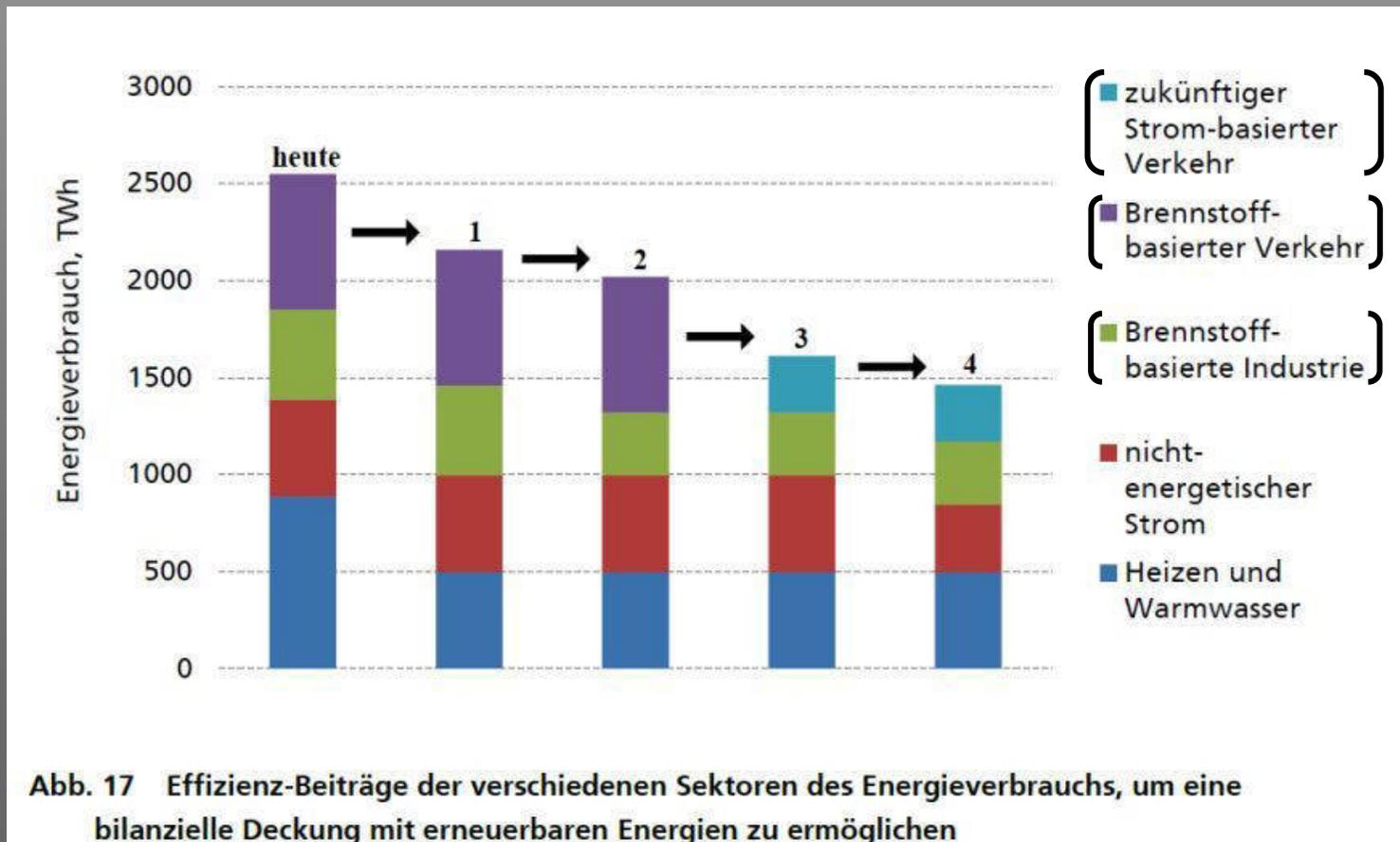


Abb. 17 Effizienz-Beiträge der verschiedenen Sektoren des Energieverbrauchs, um eine bilanzielle Deckung mit erneuerbaren Energien zu ermöglichen

**Das Ergebnis der „ISE-REMax-Simulation“ für 100% EE-Strom im Jahr 2050
hochgerechnet auf Szenario mit Wärmesektor = 40% + Verkehrssektor**

2050	Jahresproduktion (TWh/a)	Installierte Leistung (GW)	Nutzungsgrad %
Wasserkraft	23,8	5,7	47,95%
Biomasse	56,6	?	Hoch!
Wind onshore	744	413	20,55%
Wind offshore	∅	∅	39,89%
Photovoltaik	278,6	285,5	11,14%
Geothermie	∅	∅	∅
EE-Import	∅	∅	
Summe	1103		
Summe Inland	1103		

	Installierte Onshore- Windleistung [GW]	Anzahl WEA 3 MW	Fläche/ WEA [km ²]	WEA- Park [km²]	Fläche D [km ²]	% von D
ISE 2050	413	137.767	0,36	49.596	357.121	13,9%
Nitsch 2060	402,5	134.167	0,36	48.300	357.121	13,5%

Der Umfang der visuell betroffenen Flächen:

Zwei Szenarien nach der Maßgaben „dezentral, onshore, Inland“:

- ISE 100% 2050 (Stromsektor & Wärmesektor 40% + Verkehrssektor)
- BMU-Leitstudie (Nitsch et al.) THG95-Szenario im Jahr 2060, alle Sektoren (hier nicht ausgeführt)*

Der End-Energieverbrauch der Szenarien in Relation gesetzt zum jetzigen von ca. 2500 TWh zeigt, wie „ambitioniert“ dies Szenarien sind!

	TWh	% von End-Energie in D ₂₀₁₂ ~ 2500 TWh	Anzahl WEA 3 MW	WEA-Park [km ²]	% von D
ISE	1103	44,1%	137.767	49.596	13,9%
Nitsch	968,5	38,7%	134.167	48.300	13,5%



Niedersachsen: 47.635 km²

*) Nitsch et al. (2012): *BMU-Leitstudie 2011 - Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global.*

Exkurs:

Das 2%-Versprechen von IWES* & BWE**

***) Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik**

****) Bundesverband für Windenergie**

Die zentrale Aussage der IWES-Studie

„zum Potenzial der Windenergienutzung an Land“

beauftragt vom Bundesverband für Windenergie (BWE)*.

- Mit 2% der Landesfläche von Deutschland können ca. 2/3 des aktuellen Strombedarfs in Deutschland „an Land“ erzeugt werden.
- Damit sollte offensichtlich ein repräsentatives Szenario des BWE zum Ausbaus der Windenergie bestätigt werden,
- Zitat:
- ✓ „Damit ist das vom Auftraggeber aufgezeigte Szenario mit 2 % Flächennutzung als absolut realistisch anzusehen“ (S. 20)

*) IWES/Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (2011): Studie zum Potenzial der Windenergienutzung an Land – Kurzfassung – im Auftrag des Bundesverbandes für Windenergie BWE.

http://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/studie-zum-potenzial-der-windenergienutzung-land/bwe_potenzialstudie_kurzfassung_2012-03.pdf
(15.4.2013)

Auf dieses 2%-Versprechen beziehen sich z.B.:

✓ Der BUND in seiner „Position“ zum Ausbau der Windenergie*:

Ziel ist es, den gegenüber heute um mehr als die Hälfte reduzierten Energiebedarf bis spätestens im Jahr 2050 zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energien zu decken.

Der BUND misst daher der Windenergie große Bedeutung zu. Von einem aktuellen jährlichen Stromverbrauch von 615 Mrd. kWh können ca. 65 Prozent, d.h. bis zu 390 Mrd. kWh Strom durch Windenergie (onshore) bereitgestellt werden.

*) Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) (2011): Für einen natur- und umweltverträglichen Ausbau der Windenergie. http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/energie/20110600_energie_position_windenergie.pdf (15.4.2013)

Das Mantra:

Das IWES Fraunhofer Institut Kassel hat mit einer Modellrechnung ermittelt ...

... Auf nur 2 Prozent der Landesfläche könnten mit einer Leistung von 190 GW ca. 390 TWh Strom aus Windenergie gewonnen werden.³

³ Studie zum Potenzial der Windenergienutzung an Land – Fraunhofer IWES, Kassel, März 2011, im Auftrag des Bundesverbandes WindEnergie e.V.

- ✓ **Die Tageszeitungen berichten im Konjunktiv – aber der Ruf des Fraunhofer-Instituts ist gut genug, um das Ergebnis der Studie für bare Münze zu nehmen!**

SZ 5.4.2011:

„Für die Studie hat das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) im Auftrag des Windenergieverbandes alle in Deutschland zur Windstromerzeugung nutzbaren Flächen bestimmt.

Allein auf **zwei Prozent** der Fläche Deutschlands könne man mit der heutigen Technik Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von **198 Gigawatt** installieren, sagte [BWE-]Verbandspräsident [Hermann Albers] weiter. ... diese Anlagen [erbrächten] einen Ertrag von **390 Terawattstunden**, **... 65 Prozent** des jährlichen Stromverbrauchs...“

FAZ 6.4.2011:

„Laut der IWES-Berechnung könnte die heute in Deutschland installierte Kapazität von gut 26 Gigawatt auf **knapp 200 Gigawatt** erhöht werden.

„Damit könnte die Windenergie **bis zu 65 Prozent** des deutschen Strombedarfs bereit stellen“, sagte Albers...“

- ✓ **Der BUND hat sich auf die Forscher vom IWES im Auftrag des BWE nicht nur verlassen, sondern ist auch mit ihm und diesen Zahlen an die Öffentlichkeit gegangen:**

**BERLIN taz 24.6.2011| Windenergie soll zurück aufs Land
Die Zukunft der deutschen Energieversorgung liegt nach Ansicht von
Umweltschützern [BUND] und Windkraftunternehmen [BWE] an Land.**

„Die Kritik der Verbände [BUND & BWE] richtet sich gegen die Planungen der Bundesregierung, weiter auf Kohlekraftwerke und Riesenwindparks vor der Küste zu setzen.

Für Windräder an Land steht nach Ansicht der Öko-Lobby mehr als genug Platz zur Verfügung.

Sie berufen sich dabei auf eine Untersuchung des IWES-Fraunhofer-Instituts Kassel...

Schon auf nur 2 Prozent der Landesfläche könne man 390 Milliarden Kilowattstunden Windstrom erzeugen - das wären zwei Drittel des heutigen Bedarfs.

...

Auch der Süden der Republik eigne sich für Windanlagen, erklärten BUND und BWE.“

- ✓ Auch die Bayerische Staatsregierung vertraut noch 2012 auf die Zahlen von IWES & BWE

Stefan Nüßlein* und Raimund Becher*

Windkraft im Aufwind – auch im Wald

Bayern steht bei der Nutzung der Windkraft noch am Anfang, allerdings mit deutlich steigender Tendenz**

Windkraft in Bayern – in Zahlen

Potential: Das Potential der Windkraft in Bayern ist dagegen immens: Das Fraunhofer Institut IWES kam 2011 in einer Studie zu dem Ergebnis, dass auf zwei Prozent der Landesfläche rund 80 Milliarden kWh erzeugt werden könnten. Zum Vergleich: Der bayerische Nettostrombedarf betrug 2010 etwa 83 Milliarden kWh. Tatsächlich wäre die nutzbare Fläche wohl sogar noch deutlich größer.

*)Referat „Forstpolitik und Umwelt“ des Bayer. Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

***) Nüßlein, Stefan; Becher, Raimund (LWF aktuell 90/2012): Windkraft im Aufwind – auch im Wald

http://www.lwf.bayern.de/wald-und-gesellschaft/forstpolitik-wildtiermanagement-jaqd/aktuell/2012/45017/linkurl_1.pdf (15.4.2013)

Wolf von Fabeck vom Solarförderverein SFV,
Pionier der Erneuerbaren Energien und
mehrfacher Preisträger von Eurosolar
kritisiert die Potentialstudie des Bundesverbandes Windenergie (BWE)
seit langem:

Solarenergie-Förderverein Deutschland e.V. (SFV)

17.12.2012, Wolf von Fabeck:

2 % der Landesfläche reichen keinesfalls für
Windenergie - BWE-Potentialstudie führt zu
unzureichenden Planungsvorgaben

SFV fordert **10 Prozent** der Landesfläche für Windparks

Kritik der Studie

Die Parameter der Studie:

Der aktuelle Bedarf (2010):

603 TWh

Ziel: 2/3 davon:

402 TWh

Nutzungsgrad:

26%

Abstand WEA zu WEA:

4 x Rotordurchmesser

Nutzungsgrad-Verlust:

10%*

Tatsächlicher Nutzungsgrad:

23,4%

Starkwindanlagen:

Nabenhöhe: 100 m

Rotordurchmesser: 100 m

Abstand: 400 m

Fläche/WEA: 0,160 km²

Schwachwindanlagen:

Nabenhöhe: 150 m

Rotordurchmesser: 115 m

Abstand: 460 m

Fläche/WEA: 0,212 km²

*) wegen der dichten Packung der WEAs im Windpark wird mit 10% Verlust gerechnet

Ergebnis der Studie:

2% reichen für 2/3 vom Strom:	390 TWh (= 65 % von 603 TWh)
Installierte WEA-Leistung:	~ 189 GW
Anzahl der 3-MW-WEAs:	62.839 (laut Studie)
Fläche (2% von 357.000 km ²):	7020 km ²

Aber: Das Ergebnis irritiert!

- Mit den angegebenen Rotordurchmessern und Abständen ergeben sich jedenfalls höhere Flächenbedarfe als die 2% (2,82% bzw. 3,72%)
- - oder umgekehrt: Es ergeben sich andere Parameter für die Windräder (Abstand und damit Rotordurchmesser):

IWES (2011) Onshore Deutschland	Anzahl	Rotorrad. [m]	Abstand 8 x r [m]	Fläche/WEA [km ²]	WEA-Park [km ²]	Landesfl. [km ²]	%
Alles Starkwind-WEAs	62.839	50	400	0,16	10.054	357.121	2,82%
Alles Schwachwind-WEAs	62.839	57,5	460	0,2116	13.297	357.121	3,72%
Das IWES-2%-Szenario	62.839	41,7	334	0,112	7020	357.121	2,00%

Der Rotordurchmesser errechnet sich beim 2%-Szenario des IWES mit 83,4 m!

Erklärung der Abweichung des IWES-Ergebnisses gegenüber den eigenen Parametern:

Das IWES unterscheidet in den Flächenbedarfen zwischen

- Windparks und
- isolierten Einzelanlagen!

Das IWES nennt dies „Diversifizierung“ (S.14):

- „Durch die Diversifizierung der nutzbaren Flächen kommt es zu unterschiedlichen Ausnutzungsgraden (installierte Leistung/nutzbare Fläche ...).“

Einzelanlage:

- „wenn eine nutzbare Fläche von 100 m x 100 m bestimmt wurde, wird hier eine Anlage platziert und man kommt zu einer Flächennutzung für diese Anlage von 3 MW/ (100mx100m) = 3 MW/ha, also **0,3 ha/MW**.“

Windpark:

- „Wenn jedoch die Anlage auf einer größeren **zusammenhängenden Fläche platziert** wird, müssen [sic!] aufgrund des geforderten **Abstands von 4 Rotordurchmessern zur nächsten Anlage 5,6 ha/MW** angesetzt werden.“ (S.14)

So platziert das IWES einen Windpark nach der Pixelmethode (100x100m):

1. Das erste WEA an den besten Standort (Abbildung 2),
2. weitere WEAs im Mindestabstand ($8 \times r$, Abbildung 3) an die nächstbesten Orte, sofern vorhanden.

Pixel mit den besten
Windbedingungen

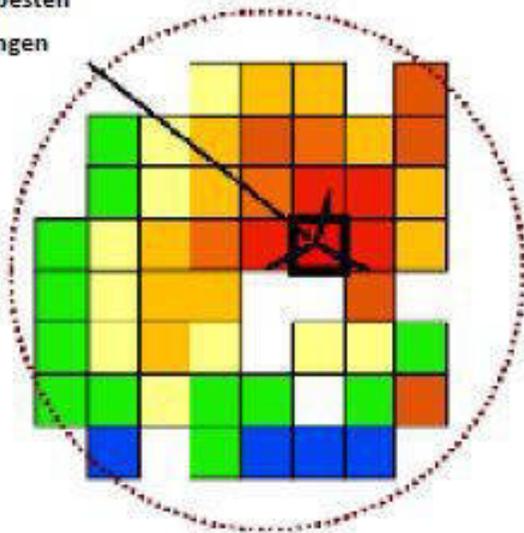
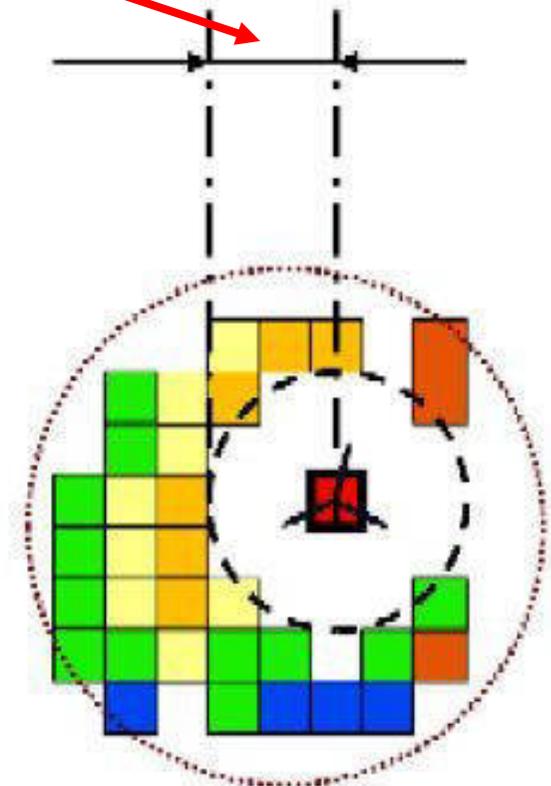


ABBILDUNG 2:

Platzierung der WEA auf dem
Rasterfeld mit den besten Wind-
bedingungen (links)

ABBILDUNG 3:

Löschung aller Freiflächen inner-
halb des vorgegebenen Abstands
(rechts)



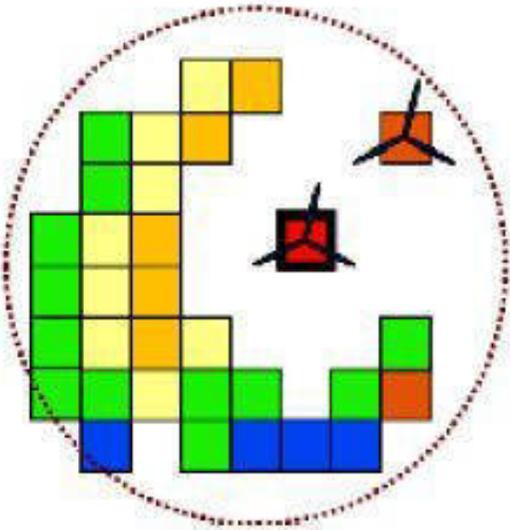


ABBILDUNG 4:
Platzierung der nächsten WEA
am Standort mit den besten
Windbedingungen (links)

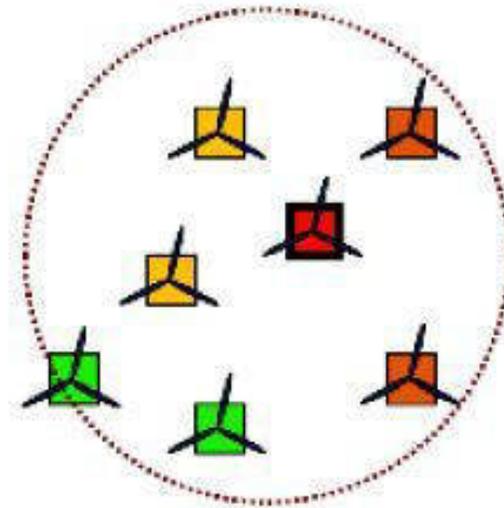
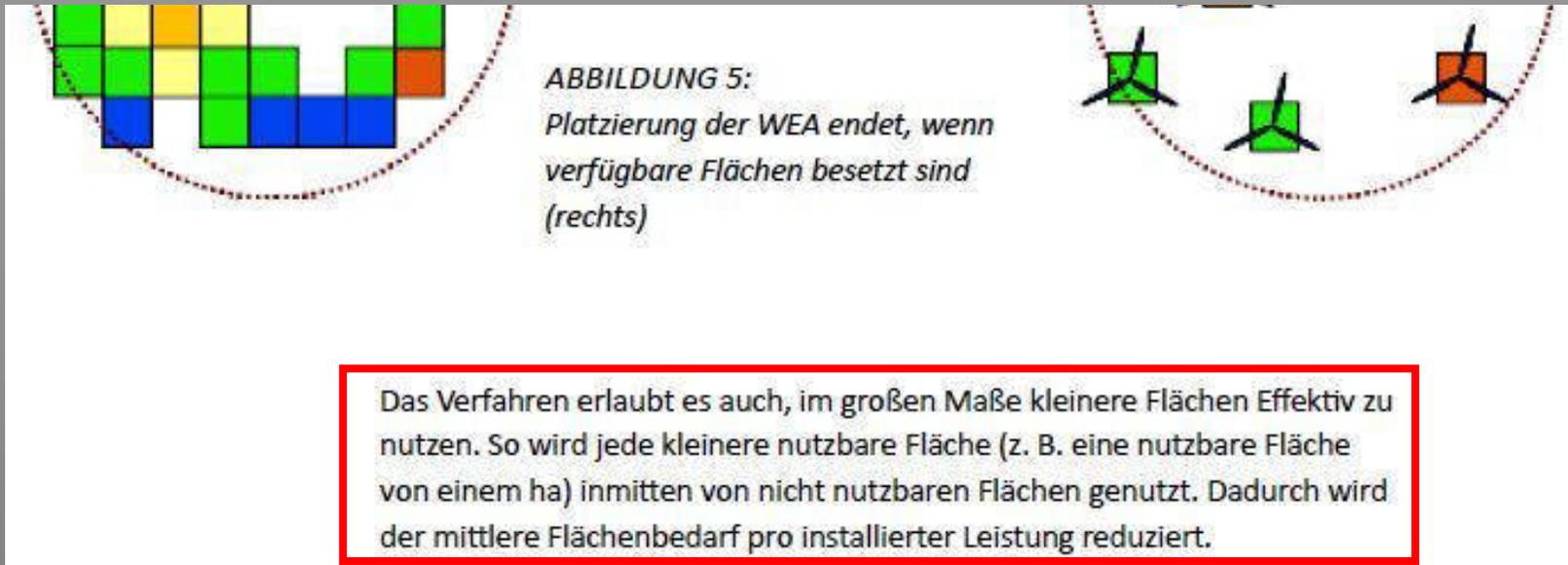


ABBILDUNG 5:
Platzierung der WEA endet, wenn
verfügbare Flächen besetzt sind
(rechts)

In den Abbildungen 4 & 5 wird der **Windpark** zu Ende gebaut:
Flächenbedarf 5,6 ha/MW (gemittelt über alle so eruierten Windparke).



Wie eine Fußnote wird die Einzelaufstellung eines isolierten WEA so en passant dargestellt:

Das Verfahren „erlaubt“ es auch (wer erlaubt da wem etwas?) „im großen Maße kleinere Flächen“ von 1 ha (= 100x100 Meter) „zu nutzen“.

Flächen, in die – bei den gegebenen Rahmenbedingungen – nur eine WEA passt – für eine benachbarte WEA aber die Bedingungen zu schlecht sind!

Diese Fläche zählt dann auch nur 1 ha (eine Pixelgröße halt).

**„Dadurch wird der Flächenbedarf pro installierter Leistung reduziert“
Also eine 3-MW-WEA auf 1 ha, das bedeutet 0,33 ha/MW!**

Das Ergebnis der Diversifizierung:

1. Flächenbedarf pro MW inst. Leistung im **Windpark**: **5,6 ha/MW**
2. Flächenbedarf pro MW inst. Leistung **Einzelanlage**: **0,3 ha/MW**
3. Verhältnis der Flächenbedarfe (1) zu (2): **18,66**

Das heißt, IWES setzt für Einzelanlagen einen Flächenbedarf von 0,3 ha pro MW an, dagegen 5,6 ha pro inst. MW in Windparks!

WEAs als Einzelanlagen „brauchen“ deshalb 18,7 mal weniger Fläche als WEAs in Windparks!

Das ist absurd!

Die Absurdität hat ihre Möglichkeit darin, dass IWES den „Flächenbedarf einer WEA“ nicht sauber definiert.

Wird der Flächenbedarf aber nicht sauber definiert, dann kann mit dem Faktor 18 „geschaltet und gewaltet“ werden, ohne dass es auffällt!

Die disparate IWES-Definitionen des „Flächenbedarfs“

1. Windparks sind eine Ansammlung von WEAs im Minimalabstand.
2. Einzelanlage ist eine WEA, deren Abstand zur nächsten größer ist als der Minimalabstand.
3. In der Studie schwankt der Flächenbedarfs zwischen Flächenbedarf im Windpark und Einzelanlage um den Faktor 18.
4. Es gibt keinen von IWES angegebenen Grund, den Flächenbedarf einer WEA in der Einzelaufstellung anders zu berechnen als jenen in Windparks!

Die Einzelanlagen-Regel für alle 62.839 3-MW-WEAs ergäbe: 628 km²

Das ist ein Anteil an der Landesfläche von: 0,18%

Kritik an der Darstellung des Flächenbedarf der IWES

- Der Flächenbedarf für die 62.839 Einzelanlagen mit 628 km² wäre absolut lächerlich gewesen.
- Eine plausible Berechnung mit einem WEA-Abstand an der Untergrenze des argumentativ Tolerierbaren ($8 \times r$) hätte eine Größenordnung von ca. 3,3% der Landesfläche gebracht – das hätte aber der BWE-Vorgabe widersprochen.
- So wurde ein Mix aus zwei Flächenbedarfen angenommen, die sich um den Faktor 18 unterscheiden.
- Damit ist die Modulation des Flächenbedarfs auf die gewünschten 2% der Landesfläche für 2/3 des aktuellen Strombedarfs kein Hexenwerk mehr!
- Diese 2% als Ergebnis sind intuitiv plausibel:
 - in der Größenordnung groß genug, um glaubwürdig zu sein und
 - klein genug, um die Leute nicht zu erschrecken.

Es kommen aber weitere Kritikpunkte hinzu:

- Viel zu hoher Nutzungsgrad (26%)!
- Die Reduzierung des Abstands auf 8 x r gegenüber dem Standard von 12 x r mit der Annahme eines Verlustes von 10% - so arbeitet kein Windpark optimal und kein Investor, der Geld verdienen will!
- Die Vernachlässigung der anderen Sektoren wie Verkehr, Wärme, etc. – damit sind diese Angaben sowieso Makulatur!

Unterm Strich:

- Es wurde detailliert nachgewiesen, dass das 2%-Szenario von IWES/BWE mit der Realität nichts zu tun hat.
- Die Art und Weise, mit der das IWES zu diesem Ergebnis gekommen ist, läßt nur einen Schluss zu:
- **Die Studie des IWES im Auftrag des BWE ist zur Manipulation der Öffentlichkeit angelegt!**
- **Diese Manipulation hat bis jetzt gewirkt: Google bringt 17.000 Treffer**
- **Kritik gibt es bisher nur von SFV.**

Google

IWES BWE "zwei Prozent" *fläche

Web Bilder Maps Shopping Mehr ▾ Suchoptionen

Ungefähr 17.100 Ergebnisse (0,11 Sekunden)

[Windstrom bringt mehr als doppelt so viel wie Atomkraft ...](#)

www.wind-energie.de/en/node/937

05.04.2011 – Auf dieser Grundlage hat das **IWES** das Windenergiepotenzial bei der ...
Die Studie kommt zu dem Schluss: **Zwei Prozent der Fläche** bringen mit heute ...
fasst **BWE**-Präsident Hermann Albers das Ergebnis der Studie vor dem ...

[Fraunhofer **IWES** Studie zum Potenzial der Onshore-Windenergie ...](#)

www.eeg-aktuell.de/.../fraunhofer-iwes-studie-zum-potenzial-der-onshor... ▾

20.04.2011 – Fraunhofer **IWES** Studie zum Potenzial der Onshore-Windenergie ... bei
der Bereitstellung von **zwei Prozent der Fläche** der Bundesrepublik Deutschland
errechnet. ... 16.04.2013 // **BWE** Stellungnahme zur Konsultation zum ...

[\[PDF\] Fraunhofer **IWES**-Studie zum Potenzial der ... - EEG](#)

www.eeg-aktuell.de/wp-content/.../IWES_Potenzial_onshore_2011.pdf ▾

von S Bofinger - Zitiert durch: 1 - Ähnliche Artikel

Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (**IWES**) Abteilung ...
WindEnergie e.V. (**BWE**) basierend auf der Nutzung von geeigneten **Flächen** mit. Hilfe
von 4.3.1 Nutzung von **zwei Prozent** der deutschen **Fläche**. Es lässt ...

[Wahrheit - - taz.de](#)

www.taz.de/1/archiv/digitaz/artikel/?ressort=na&dig...cHash...

06.04.2011 – ... **zwei Prozent der Fläche** Deutschlands für Windkraftanlagen genutzt,
... **BWE**-Präsident Albers von einem "offenen Feld": Die **IWES**-Studie ...

[Studie: Windenergie kann 65 Prozent des Strombedarfs decken - IWR](#)

www.iwr.de/news.php?id=18203 ▾

06.04.2011 – Demnach bringen **zwei Prozent der Fläche** mit heute verfügbarer
Anlagentechnik ... in der **IWES**-Studie sind laut **BWE** Windenergieanlagen der ...

Die Kritik des SFV an dem 2%-Szenario von IWES/BWE trifft auch die Naturschutzverbände BN, BUND & NABU, die ihr Engagement für den rapiden Ausbau der Windkraft „an Land“ damit legitimieren: Alles nicht so wild! Sind ja nur 2%!

SOLARBRIEF



Zeitschrift des
Solarenergie-Fördervereins
Deutschland e.V. (SFV)

4. Ausgabe 2012

Windenergie – zwei Prozent der Landesfläche reichen nicht

SFV sieht erheblich höheren Flächenbedarf als NABU und BUND

Hat der NABU vor, in sieben Jahren die Kommunen mit neuen, dann aber erheblich erhöhten Flächenforderungen für Windanlagen zu konfrontieren, die nach allen Erfahrungen erst im Verlauf von weiteren zehn Jahren umgesetzt werden können?

Warum stellt der NABU nicht gleich die richtige Forderung? Und wie begründet der BUND (Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland) seine gleichlautende Forderung nach ebenfalls 2 Prozent der Landesfläche?

Ende des Exkurses

Inhalt

1. Die Dimensionen der Energiewende

- Primärsysteme (hier Windkraft)
- Sekundärsysteme (hier Speicher)

2. Der „Spatial Turn“ der Energiewende und die Neudefinition der Räume

3. Die Autoren der Neudefinition der Räume

4. Das PSW am Jochberg und die neue Eroberung der Natur

Resümee:

Der Raumbedarf der „Regenerativen“ ist gewaltig:

1. **Primärsystem** mit der Installation eines **Vielfachen** der erzielbaren Durchschnittsleistung.
2. **Speichersystem** in der **Größenordnung** des Primärsystems.
3. **Ultima-ratio-Backup** auf konventioneller Basis (Tambora 1815, Krakatau 1883, Tunguska 1908)

(1) & (2) =
der „*Spatial Turn*“
der Energiewende

Σ :
Faktor-3-System!



Der „**Spatial Turn**“ der Energiewende:

Spatial = räumlich, dreidimensional

Turn = Wende, Drehung

Der „**Spatial Turn**“ der Energiewende:

Die „Erneuerbaren Energien“ haben wegen ihres
dünnen Flusses durch den Raum
extrem hohe „Raumanforderungen“.

Seite



WIKIPEDIA
Die freie Enzyklopädie

[Hauptseite](#)

[Themenportale](#)

[Von A bis Z](#)

[Zufälliger Artikel](#)

[Benutzerkonto anlegen](#)  [Anmelden](#)

Artikel [Diskussion](#) [Lesen](#)

[Bearbeiten](#) ▼

Suchen



Spatial turn

Als **Spatial turn** auch **topologische Wende**, seltener *raumkritische Wende*, wird seit Ende der 1980er-Jahre ein **Paradigmenwechsel** in den **Kultur- und Sozialwissenschaften** bezeichnet, der den **Raum** bzw. den **geographischen Raum** als **kulturelle Größe wieder wahrnimmt**. **Ein Paradigmenwechsel liegt insofern vor**, als damit einhergeht, dass nicht mehr allein die **Zeit** im Zentrum kulturwissenschaftlicher Untersuchungen steht, wie dies in der **Moderne** der Fall war, sondern ihr nun auch der Raum an die Seite gestellt wird.^[1]

D.h., der „Spatial Turn“ in der Energiewende ist nicht nur energetisch und technisch „raumgreifend“.

Sondern sie ist auch eine kulturelle Wende, die

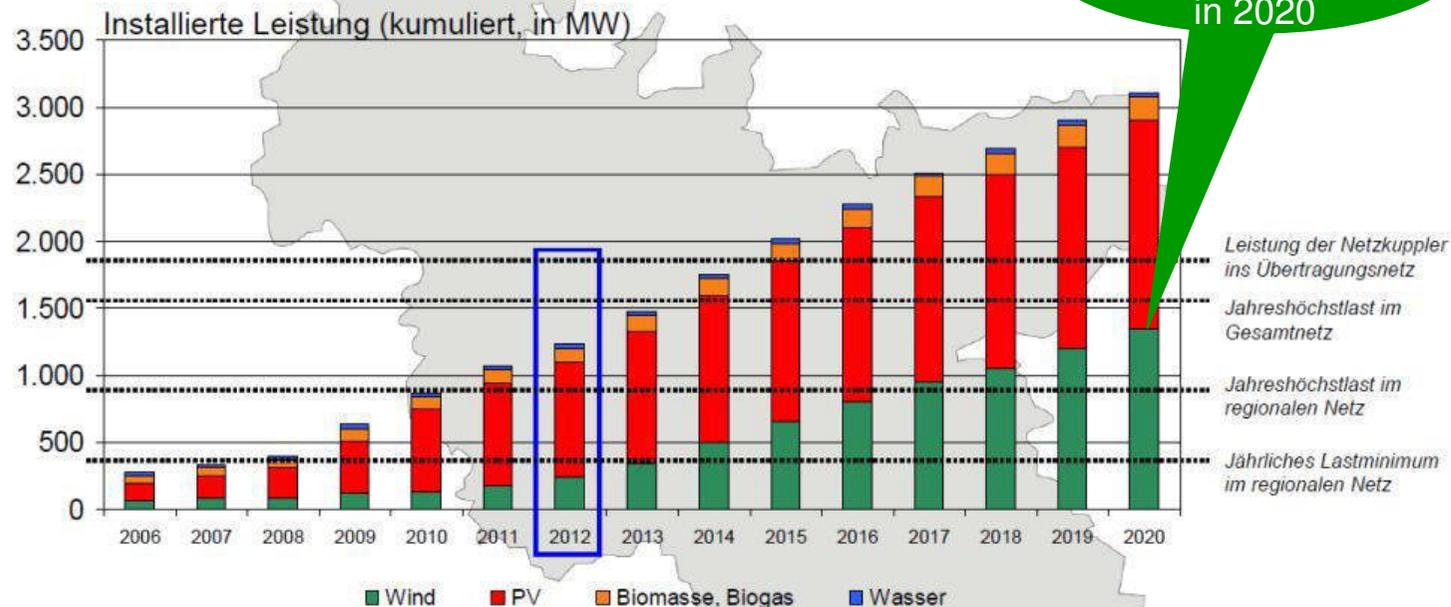
- **allein mit technischen Kategorien**
- **in ihren Dimensionen und**
- **in ihren Auswirkungen**
- **gar nicht begriffen werden kann.**

Dr. Arnt Meyer, Geschäftsführer N-Ergie* Netz GmbH
(21.3.2012): Energiewende aus Sicht eines Netzbetreibers

Situation und Prognose bei N-ERGIE



EEG-Einspeisung im Netz der N-ERGIE



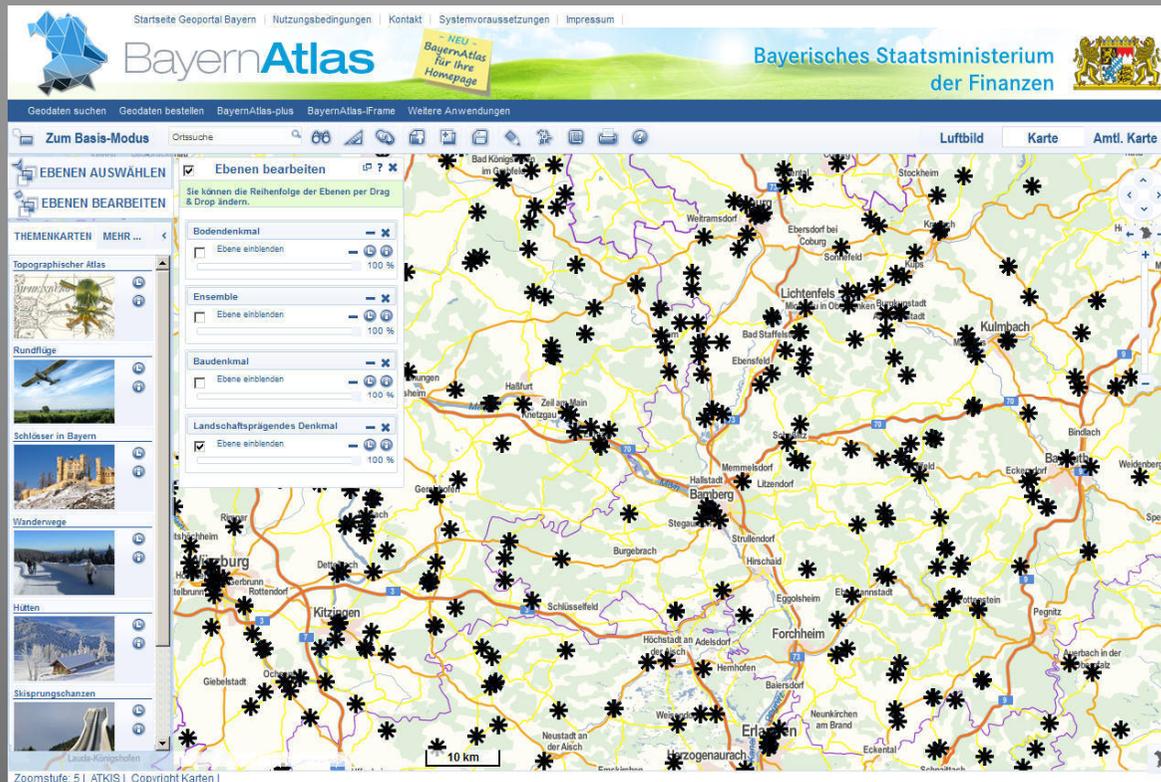
Die außerstädtische Fläche Mittelfrankens wird zum omnipräsenten Kraftwerk mit substantzieller regionaler Überproduktion!

(4) N-ERGIE Netz GmbH, Dr. Arnt Meyer

*) „Die N-ERGIE zählt zu den Top Ten des deutschen Strommarkts. Ihre Netzregion erstreckt sich über große Teile Mittelfrankens sowie über Teile von Unterfranken, Oberbayern, Schwaben und der Oberpfalz.“

**Der „Spatial Turn“ der Energiewende bedeutet eine
kulturelle Neudefinition der Räume:
Die außerstädtischen Flächen,
insbesondere jene, die bisher
halbwegs unverfügt waren von industrieller Infrastruktur
werden nun zum
„omnipräsenten Kraftwerk“!**

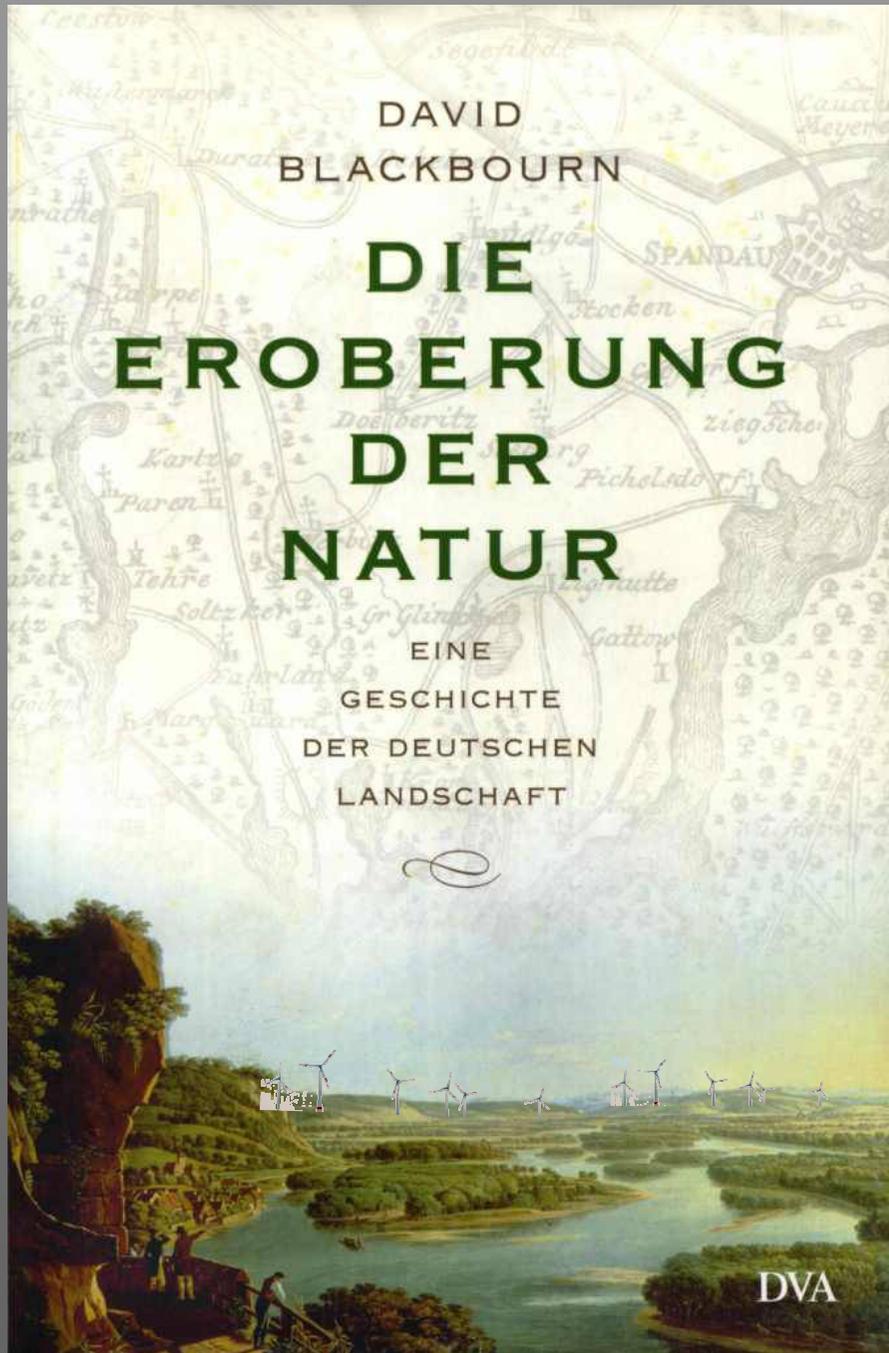
Ein Beispiel: Die Karte der „Landschaftsprägenden Denkmäler“, zu denen Windräder eine „visuell-ästhetisch-kulturelle“ Konkurrenz bilden.



„Wir haben für Bayern etwa 1500 landschaftsprägende Denkmale definiert. Nimmt man nun eine eigentlich wünschenswerte Pufferzone von 10 km an, können Sie in Bayern kein einziges Windrad mehr aufstellen. Auch bei einem Regelabstand von 5 km bliebe nicht mehr viel Raum, zumal der Denkmalbelang ja keineswegs der alleinig zu berücksichtigende ist.“

Gunzelmann, Thomas (2013): Historische Kulturlandschaft und neue Energielandschaft – Erfahrungen aus Bayern. Vortrag beim XXXII. Deutscher Kunsthistorikertag Universität Greifswald Freitag 22.3.2013.

<http://thomas-gunzelmann.net/themen/vortrag-greifswald> (27.4.2013)



Mit der ersten „Neudefinition der Räume“ begann der Naturschutz!

Wir stehen vor einer zweiten Neudefinition der Räume!

Was bedeutet das für den Naturschutz, nachdem er bei dieser 2. Neudefinition Pate gestanden hat?

Ist er nun in der Pflicht?

**Hubert Weiger, Vorsitzender von BN und BUND,
in der Süddeutschen Zeitung vom 4.6.2012**

„Über große Teile Nordbayerns - vom Spessart über die Rhön, Frankenwald und das Fichtelgebirge bis zum Bayerischen Wald – erstreckt sich praktisch ein **zusammenhängender Naturpark.**

Wenn ich dort Windräder ausschließe, reduziert sich die Anzahl möglicher Windkraftstandorte drastisch.

...

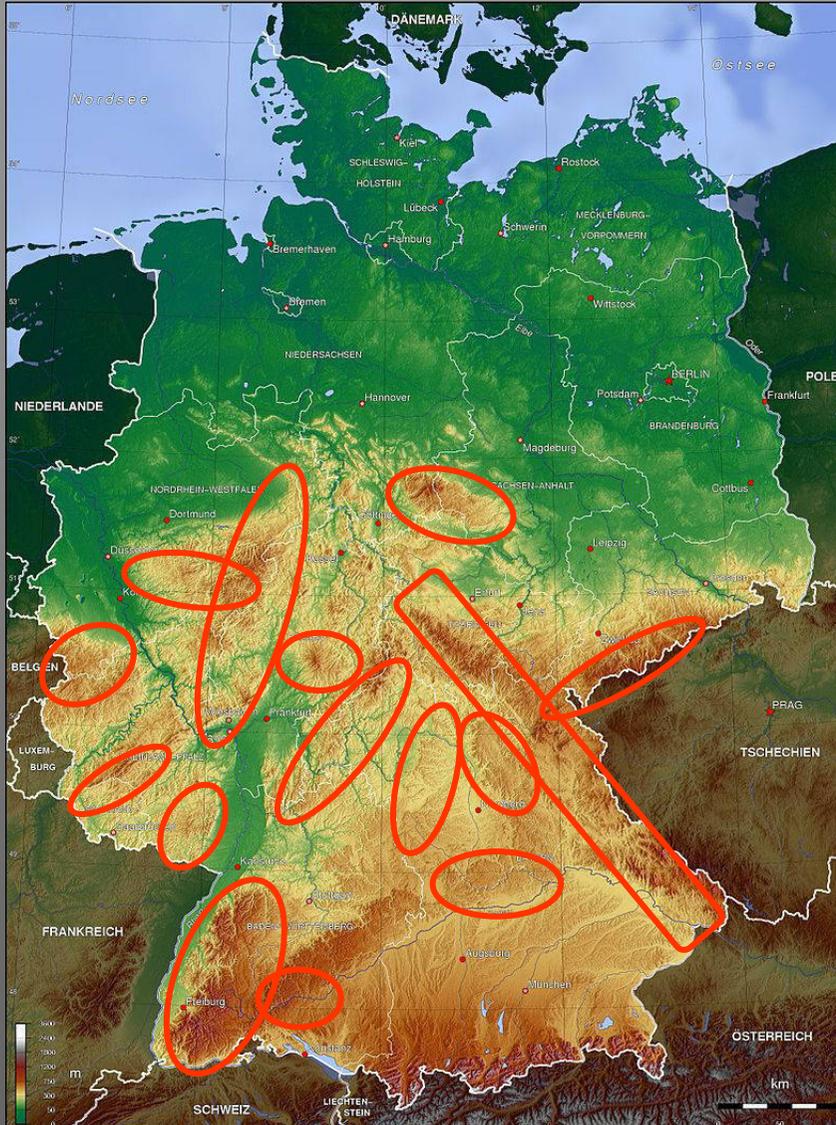
Deshalb haben wir gesagt:

**Naturparke dürfen kein grundsätzliches
Ausschlusskriterium für Windräder sein... “**

Warum werden gerade die Naturparke zur Nagelprobe für den Naturschutz in der Energiewende?



Naturparke sind häufig wegen ihrer „Reliefenergie“ die letzten halbwegs industriell „unverfügbaren Räume“ in Deutschland



Naturparke haben oft wegen ihrer „Reliefenergie“ die am wenigsten fragmentierten Wälder in Deutschland = „unverfügbare Räume“



Waldflächen nach Größenklassen aus:

Walz, U.; Krüger, T.; Schumacher, U. (NuL 2013/1, S. 121): Fragmentierung von Wäldern in Deutschland – neue Indikatoren der Flächennutzung.

Naturparke: Wegen ihrer *Reliefenergie*

- also Höhe und Höhenunterschied -

und

wegen geringer Konkurrenznutzungen

sind sie ideal für

- Windräder und
- Pumpspeicher

Pumpspeicherpotential
in Bayern



Die Bedeutung der Naturparke für Natur, Landschaft – und die Menschen

§ 27 des BNatSchG:

Naturparke sind einheitlich zu entwickelnde und zu pflegende Gebiete,

1. die **großräumig** sind,
2. überwiegend Landschaftsschutzgebiete oder Naturschutzgebiete sind,
3. sich wegen ihrer landschaftlichen Voraussetzungen für die Erholung besonders eignen und in denen ein nachhaltiger Tourismus angestrebt wird,
4. nach den Erfordernissen der Raumordnung für Erholung vorgesehen sind,
5. der Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung einer durch vielfältige Nutzung geprägten Landschaft und ihrer Arten- und Biotopvielfalt dienen und in denen zu diesem Zweck eine dauerhaft umweltgerechte Landnutzung angestrebt wird und
6. besonders dazu geeignet sind, eine nachhaltige Regionalentwicklung zu fördern.

Die Bedeutung der Naturparke für Natur, Landschaft – und die Menschen

Statements aus:

Porzelt, Martina (2012): Naturtourismus in Schutzgebieten am Beispiel der deutschen Naturparke. In: Rein, H.; Schuler, A. (Hrsg.) (2012): Tourismus im ländlichen Raum. Wiesbaden.

1. Durch Bewirtschaftung der ursprünglichen Natur entstanden in Mitteleuropa im Lauf der Zeit Kulturlandschaften. Die Vielfalt an Nutzung ließ auch eine Vielfalt an Lebensräumen und Arten entstehen...
2. Naturparke sind großräumige, landschaftlich reizvolle und naturnahe Kulturlandschaften...
3. Leitidee war [bei der Gründung 1956] **das Erfahren und Erleben der Schönheit von Natur und Landschaft...**
4. Naturparke sind Vorbildlandschaften.
5. Natur und Landschaft sind das eigentliche Kapital der Naturparke. ...
6. [Sie] sind geschaffen worden, um großräumige Kulturlandschaften, die überwiegend, wegen **ihrer besonderen Eigenart und Schönheit von herausragender Bedeutung sind**, zu erhalten, zu pflegen, zu entwickeln oder wiederherzustellen.
7. Sie tragen zur Sicherung der Lebensqualität bei...

Die Bedeutung der Naturparke für Natur, Landschaft – und die Menschen

- Nationalparke und Biosphärenreservate können das wohnortnah unmöglich leisten,
- Sie sind flächenmäßig viel zu klein (0,57 bzw. 3,7%) und zu ungleich verstreut, siehe dazu die Karten.
- Naturparke sind dagegen über das ganze Land ziemlich gleichmäßig verteilt.
- Naturparke sind die Überbleibsel einigermaßen industriezivilisatorisch „unverfügter Räume“
- Da das „bergische“ Land diese Qualität eher „bergen“ konnte, handelt es sich wesentlich um Räume mit „hoher Reliefenergie“, siehe Kartendarstellung.

Die Bedeutung der Naturparke als Residuum halbwegs unverfügter Landschaften in Deutschland für Natur, Landschaft – und die Menschen



Nationalparke: 0,54%



Biosphärenreservate 3,7 %



Naturparke 27 %*

*) Im Bayerischen Alpenraum gilt der Alpenplan, wobei mit der Schutzzone C (rote Zone) 43% des Raumes einen Schutz vor industriezivilisatorischen Übergriffen genießen!

Die Bedeutung der Naturparke für die Erneuerbaren Energien

- Die Naturparke als weitgehend unverfügbare, auch von Besitzansprüchen wenig „vorbelastete“ Räume, werden mit der Energiewende systematisch industrialisiert werden, denn
- die Reliefenergie streckt die Windräder in die Höhe und
- sie bietet für Pumpspeicher den gebotenen Höhenunterschied.
- Nach den küstennahen und deshalb windigen Regionen sind die deutschen Naturparke funktionell und monetär prädestiniert, die noch kommende Onshore-Last an Windrädern aufzunehmen.
- Mit 27% bieten sie den Raum für die ca. 15% der Landesfläche, die, im Falle eines dominierenden Onshore-Pfades des Ausbaus der Erneuerbaren Energie, notwendig sind für die oben berechneten fast 140.000 Windräder ... und mehr ...
- **Wegen des Biodiversitätsparadigmas könnten diese Landschaften für den Naturschutz zu banal sein, um vor diesem Prozess in Acht genommen zu werden!?**

Inhalt

1. Die Dimensionen der Energiewende

- Primärsysteme (hier Windkraft)
- Sekundärsysteme (hier Speicher)

2. Der „Spatial Turn“ der Energiewende und die Neudefinition der Räume

3. Die Autoren der Neudefinition der Räume

4. Das PSW am Jochberg und die neue Eroberung der Natur

Die Politiker:

Bundeskanzlerin Merkel, DIE ZEIT (12.5.2011):

„Man kann die zusätzlichen Windräder entlang der Autobahnen bauen. Daran wird unser Land nicht zerbrechen, und es wird immer noch schön sein ...

Ein Ausbuxen gibt's jetzt nicht mehr.“

**Der österreichische Wirtschafts- und Energieminister
REINHOLD MITTERLEHNER am 24.3.2011:**

„Wir brauchen starke und intelligente Stromnetze, um das europäische Energiesystem zukunftsfit zu machen.

Als Energiedrehscheibe im Herzen Europas ist Österreich für diese Entwicklungen schon jetzt gut aufgestellt.

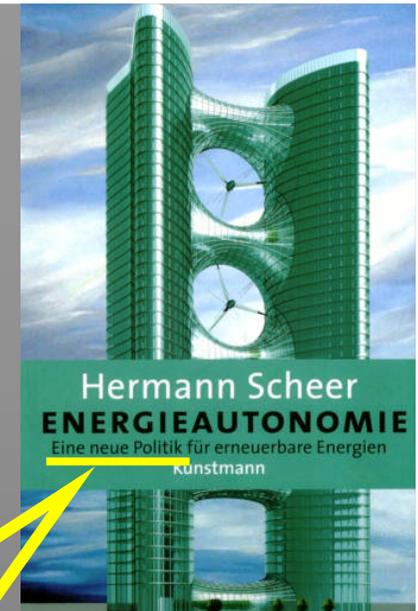
Dank unserer Pumpspeicherkraftwerke können wir zur »Grünen Batterie Europas« werden, weil durch den Ausbau Erneuerbarer Energien mehr flexible Stromspeicher benötigt werden.«

**Die GRÜNEN am 25.6.2011 auf ihrer
Bundesdelegiertenkonferenz zur
„Energiewende in Deutschland – Grün geht voran“:**

**„Wir wollen durch neue Kabel zu den Wasserspeichern
Skandinaviens und in den Alpen kurzfristige
Speicherkapazitäten erschließen...“**

Die Visionäre:

Hermann Scheer, Alternativer Nobelpreis 1999,
Initiator des EEG, † 14.10.2010
in Energieautonomie (2005)



Den Energiewechsel ernst zu nehmen, bedeutet:

- „Das heutige Energiesystem prägt und zeichnet die Landschaft. Erneuerbare Energien werden die Landschaft auf ihre Art prägen. Mit der neuen Prägung verschwindet die alte.“

...

- „Bei einer solchen Wirtschaftsweise spricht nichts gegen landwirtschaftliche Betriebe auch in Naturschutzgebieten, und auch nichts gegen in diesen aufgestellte Windkraftanlagen und Pumpspeicherwerke.“

Die Experten:

Sören Schöbel, Autor von
Windenergie & Landschaftsästhetik

Christian Sebald, stellt am 19.5.2012 in der SZ die Frage:

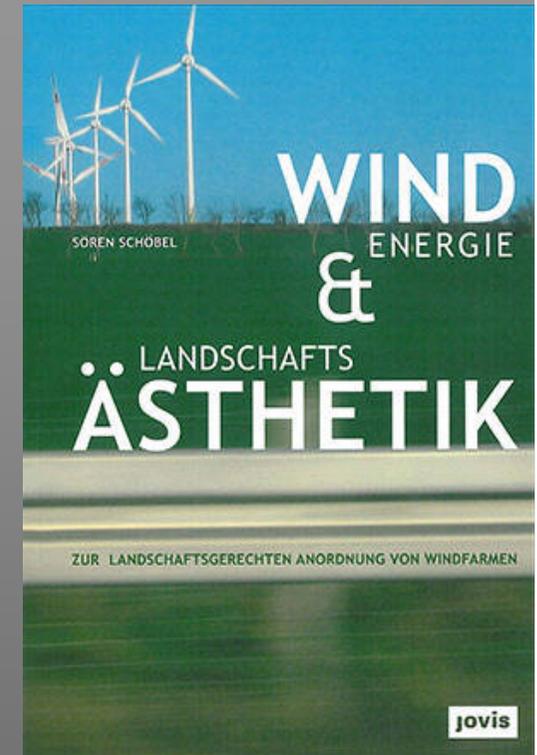
„... es gibt doch die Empfehlung, Windräder in
'vorbelasteten Regionen' zu konzentrieren...“

Sören Schöbel:

„So was geht gar nicht, das ist aus meiner Sicht sogar
gegen unsere Verfassung, schon wegen des Grund-
satzes einer ausgewogenen Raumentwicklung. ...

Stattdessen müssen wir darüber debattieren, wie
können wir Windräder so bauen, dass sie in die
Landschaft passen.“

Klartext: so dass sie überall in die Landschaft passen –
und das bedeutet: ubiquitär, da dezentral, und dort
oben auf den Bergen – und wenn es nur Hügel sind!



Beispiele landschaftsgerechter ANORDNUNGEN

„Aufi muas i! ...
I kim scho Berg, i kim...“

morphembezogene verstreute Anordnung: HOCHPUNKTE BETONEN



Aus: Sören Schöbels Vortrag beim Energiekongress der Bayerischen GRÜNEN
am 16.3.2013: „**Energiewende - in der Heimat, für die Heimat**“

Beispiele landschaftsgerechter ANORDNUNGEN

morphologiebezogene lineare Anordnung: VORBERGEN AUFSTEIGEND FOLGEN

„...Secht´s sa´s
denn net liabe Leit,
i muass am Berg
und des no heit.“



Und über aber allem schwebt das 2%-Versprechen von IWES/BWE:
Das Windkraftpotential Deutschland (hier Bayerns) sei „immens“ ...

Potential: Das Potential der Windkraft in Bayern ist dagegen immens: Das Fraunhofer Institut IWES kam 2011 in einer Studie zu dem Ergebnis, dass auf zwei Prozent der Landesfläche rund 80 Milliarden kWh erzeugt werden könnten. Zum Vergleich: Der bayerische Nettostrombedarf betrug 2010 etwa 83 Milliarden kWh. Tatsächlich wäre die nutzbare Fläche wohl sogar noch deutlich größer.*

Die krude Wirklichkeit bei realistischen Annahmen:

IWES 2%!	Tatsächlicher Nutzungsgrad in Bayern (2010)	Tatsächlich zu installierende Windleistung [GW]	Anzahl WEA 3 MW	Fläche/ WEA [km ²]	WEA- Park [km ²]	Fläche B [km ²]	% von B
80 TWh	14,1%	64,8	21.590	0,36	7.772	70.553	11,0%

*) Nüßlein, Stefan; Becher, Raimund (LWF aktuell 90/2012): Windkraft im Aufwind – auch im Wald
http://www.lwf.bayern.de/wald-und-gesellschaft/forstpolitik-wildtiermanagement-jagd/aktuell/2012/45017/linkurl_1.pdf (15.4.2013)

Auch Versprechen lassen sich steigern...

Die „Agentur für Erneuerbare Energie“ und das Versprechen von „Unendlich viel Energie“

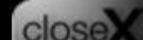




1 / 15

Pressekonferenz "Erster Bundesländervergleich Erneuerbare Energien"

v.l.n.r. Jörg Mayer (Agentur für Erneuerbare Energien), Prof. Frithjof Staiß (ZSW Baden-Württemberg), Prof. Klaus Töpfer (Schirmherr der Kampagnen deutschland hat unendlich viel energie), Brandenburgs Ministerpräsident Matthias Platzeck, Dietmar Schütz (Vorstand Agentur für Erneuerbare Energien und Präsident Bundesverband Erneuerbare Energien)





Verleihung des Journalistenpreises "unendlich viel energie" 2008. Preisträger und Laudatoren.
1 / 11

Journalistenpreis der



„Deutschland hat unendlich viel Energie“ seit 2006

Thumbnails



Preisträger 2008

Die Journalisten

Preisträger 2012

kostenlos

22. Jahrgang Nummer 2 / 2011 Mai / Juni



www.derspatz.de

Sie können gewinnen:
 5 x Zirbenbett-Gutschein
 5 x 2 Caleb's Hill Handtücher
 3 x Bio-Genießerpaket
 5 x oekom „Past-Oil City“

- Die Genusswelt der Teigwaren
- Bio – logisch auch fürs Tier
- Atomkraftwerke abschalten ist leicht
- Warum in die Ferne schweifen
- Gesund geschützt in die Sonne
- Das Geheimnis der Schönheit



Unendliche Energie



Erneuerbare Energie schöpfen. Der Rest ist M-Sache.



Jetzt
**M-Ökostrom
 im Internet**
 abschließen unter
www.swm.de

Nichts schenkt dem Menschen so viel Kraft wie die Natur. Mit der Ausbauoffensive Erneuerbare Energien investieren die SWM deshalb engagiert in den Ausbau der klimafreundlichen Energieerzeugung. Bis 2025 wollen wir so viel Ökostrom in eigenen Anlagen erzeugen, dass wir damit ganz München versorgen könnten – als erste Millionenstadt der Welt. Schöpfen Sie jeden Tag neue Energie.
Der Rest ist M-Sache.

Franz Alt

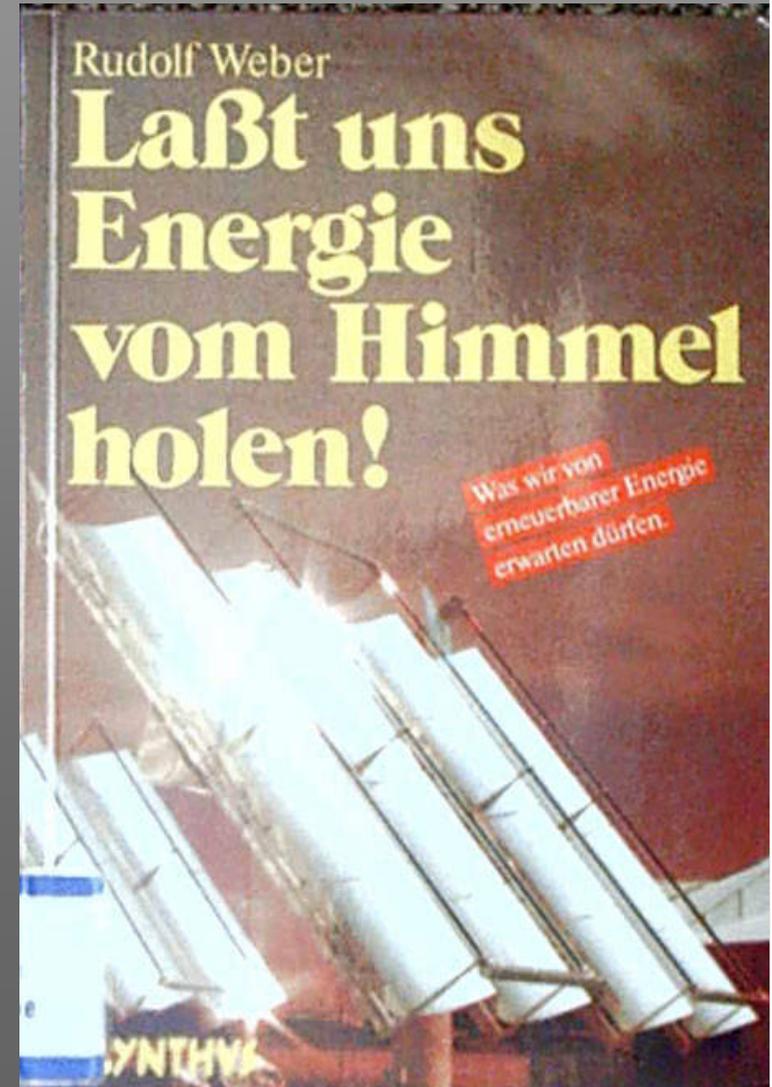
**DIE SONNE
SCHICKT UNS
KEINE RECHNUNG**

PIPER

**NEUE ENERGIE
NEUE ARBEIT
NEUE MOBILITÄT**

Aktualisierte Neuausgabe

zuerst 1994



bereits 1986

Die Ökonomen

Claudia Kemfert, Professorin für Energieökonomie und Nachhaltigkeit und Leiterin der Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt im Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin), im Jahr 2013*:

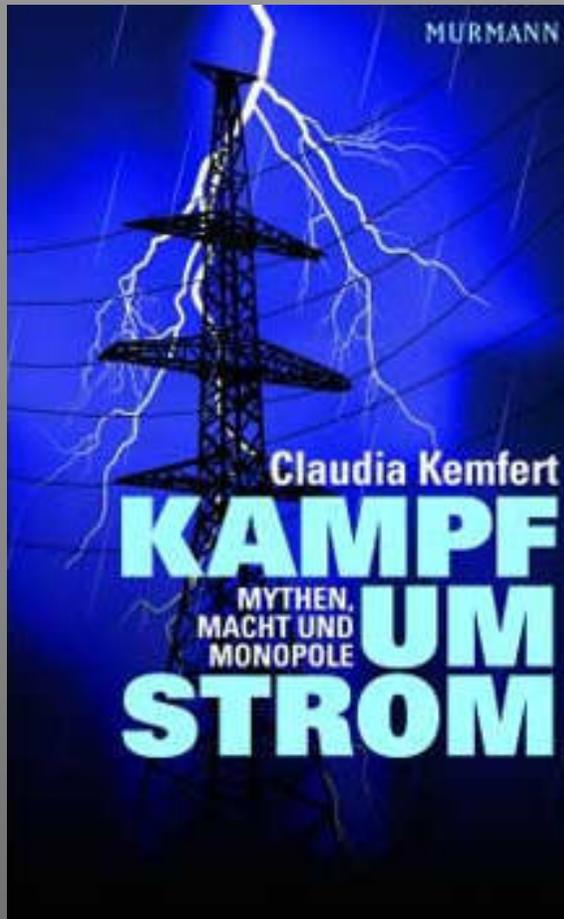
„Erneuerbare Energien ... sind **unendlich** (Sonne und Wind gibt es immer), ...“ (S. 9)

„Sonne und Wind sind nicht nur **unendlich** vorhanden, **sondern auch kostenlos verfügbar**, während die Ressourcenknappheit die Öl-, Gas- und Kohlepreise in die Höhe treiben wird.“ (S. 11)

„**So schön, wie die sonnen- und winddurchflutete Energiezukunft *uns am Ende* [!, RE] scheinen mag** - es ist ein weiter Weg dorthin, der große Anstrengungen erfordert.“ (S. 13)

**) Claudia Kemfert (2013): Kampf um Strom. Mythen, Macht und Monopole, Hamburg.*





SZ-Rezension vom 9.4.2013

„Die Sonne schickt
eben keine Rechnung“

Claudia Kemferts Plädoyer für erneuerbare Energien

Zur Neudefinition der Räume für „Unendlich viel Energie“
müssen deren Grenzen aufgebrochen werden!

Die **Parole** heißt nicht mehr,
wie beim Club of Rome, die
„**Grenzen des Wachstums**“
Sondern
„**Wachstum der Grenzen**“!

GLOBALISIERUNG

Wachstum der Grenzen

Auf dem Weg in die ökologische Moderne: Wohlstand ist möglich, ohne dass wir unsere Lebensgrundlagen weiter zerstören.

VON Ralf Fücks | 14. April 2011 - 08:00 Uhr

Schauen wir den Tatsachen ins Auge: Ein Ende des Wachstums ist reine Fiktion. Vielmehr befinden wir uns mitten in einem beispiellosen Wachstumszyklus, der sich noch über die nächsten Jahrzehnte erstrecken wird.

RALF FÜCKS

ist Vorstand der Heinrich-Böll-Stiftung. Er beschäftigt sich mit nachhaltiger Entwicklung, grüner Ökonomie, Migration und internationaler Politik.



Inhalt

1. Die Dimensionen der Energiewende

- Primärsysteme (hier Windkraft)
- Sekundärsysteme (hier Speicher)

2. Der „Spatial Turn“ der Energiewende und die Neudefinition der Räume

3. Die Autoren der Neudefinition der Räume

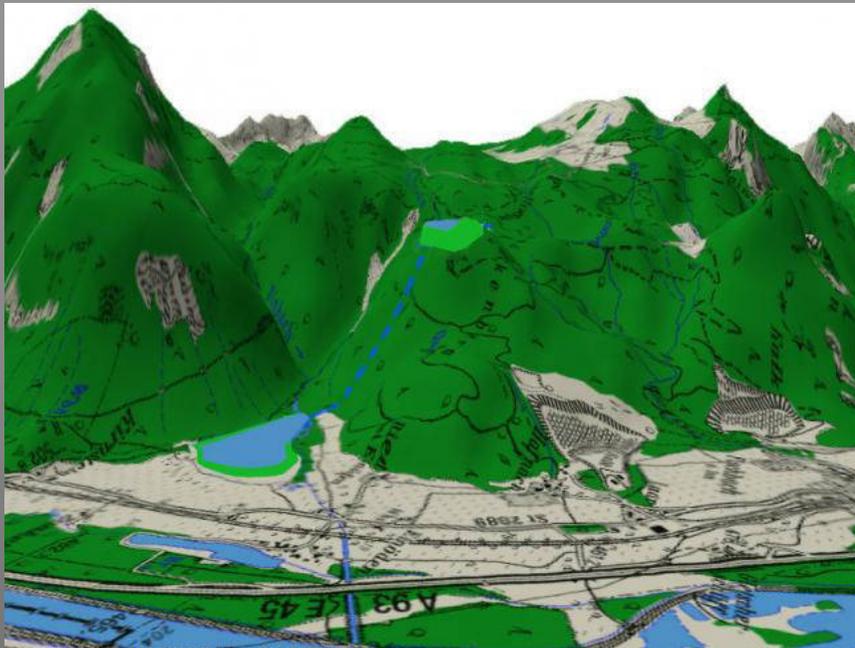
4. Das PSW am Jochberg und die neue Eroberung der Natur

Um von der „Neudefinition der Räume“
zu deren tatsächlichen Eroberung zu kommen,

bedarf es der Kapitalgeber, der Unternehmer und
der Ingenieure

Und damit sind wir beim Jochberg als
praktisches Paradigma der
„Neudefinition der Räume“
als industrielles Projekt

Schon seit 2007:
„Unser Ziel ist die Entwicklung, Errichtung und der
Betrieb des Pumpspeicherwerks Einöden.“

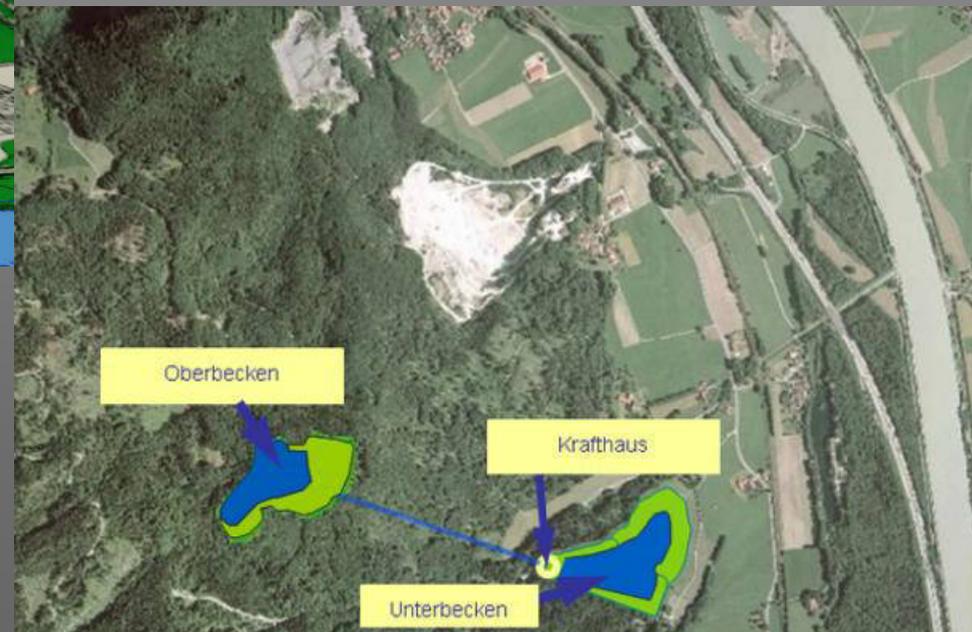


Leistungsdaten:

Leistung: ca. 150 MW
Volumen OB: ca. 1.000.000 m³
Volumen UB: ca. 1.000.000 m³
Fallhöhe: 360 m
Pumpturbinen: 2 Stück

Pumpzeit: 8 h
Turbinieren: 6 h
Wirkungsgrad: 75-80 %
Kapazität: 900 MWh

Angebot: Spitzenstrom
Sekundärregelleistung
Schwarzstartfähigkeit



Aus: <http://www.psw-einoeden.de/ziel/>

Seit Herbst 2011 in Planung: Pumpspeicher im Lattengebirge bei Bad Reichenhall

LOKALES

Samstag, 17. September 2011

Riesen-Akku auf Plateau des Lattengebirges

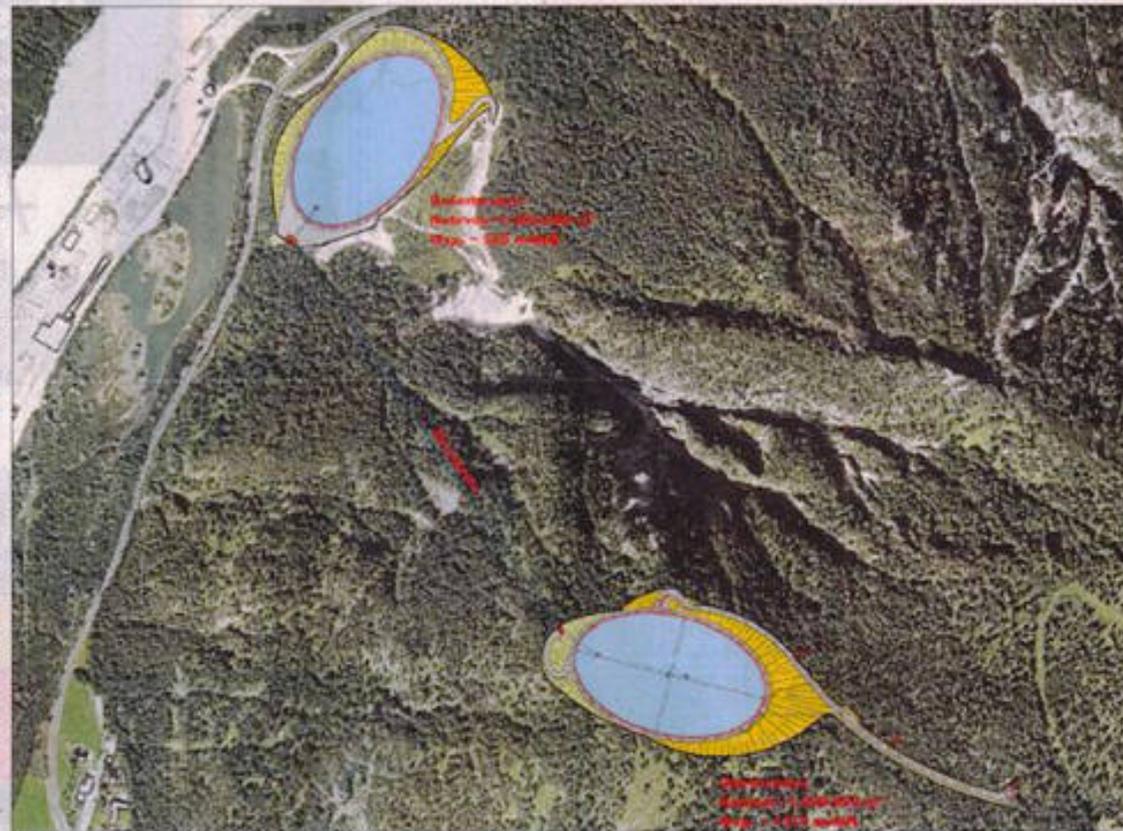
Max Aicher plant Pumpspeicherkraftwerk hoch über Bad Reichenhall und stellt seine Pläne ausgerechnet beim BN vor

Freilassing/Bad Reichenhall (b0f) Eine Million Kubikmeter Wasser in einem riesigen Rundbecken. Ein Bergsee aus 12.000 Kubikmetern Beton und tausenden Tonnen Stahl. Und das am schönen Hochplateau des Lattengebirges. Was vor drei Jahren Empörung ausgelöst und massive Proteste hervorgerufen hätte, findet – so scheint es – inzwischen wohlwollende Zustimmung. Max Aicher, umtriebiger Multiunternehmer aus Freilassing, hat ausgerechnet beim Bund Naturschutz sein Projekt eines 200-Megawatt-Pumpspeicherkraftwerkes vorgestellt. Das Interesse war gewaltig, der Saal im Bürgerhaus mit 170 Besuchern brechend voll.

Oberhalb des Saalachsees bei Baumgarten soll schon 2015 eine riesige „Batterie“ Strom für den Spitzenbedarf speichern. „Weil Stromspeicher einfach nötig sind“, sagt Max Aicher, und gerade die erneuerbaren Energien in ihrer Ausbeute zeitlich sehr unterschiedlich und mengenmäßig äußerst schwankend seien. Aicher weiß, wovon er spricht. Allein seine Stahlwerkgruppe braucht 950 Millionen Kilowattstunden Strom pro Jahr, was dem Bedarf einer 500.000-Einwohnerstadt entspricht.

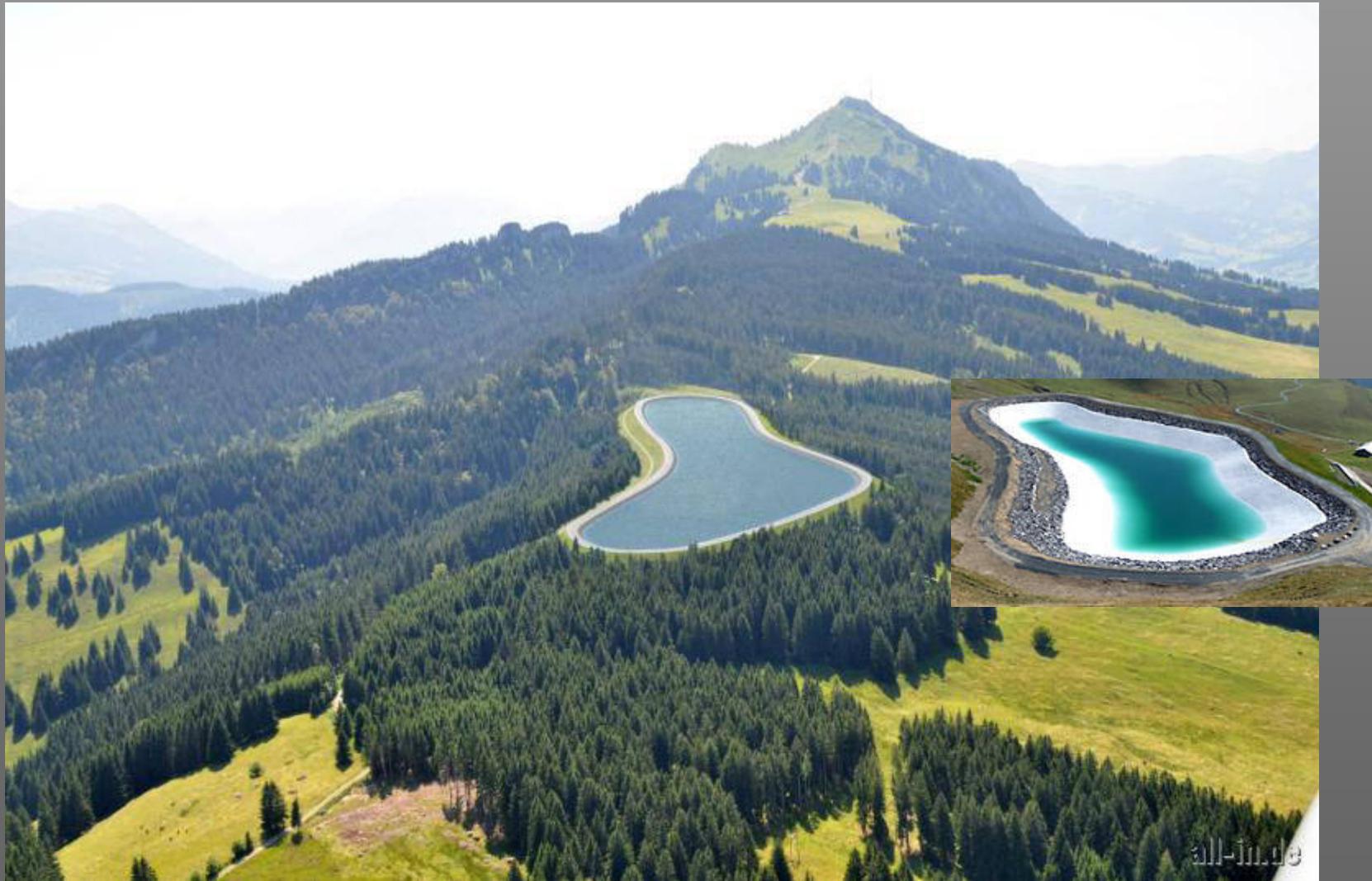
„Seit 100 Jahren bewährt“

Die Schattenseite: Ein Pumpspeicherkraftwerk braucht für



Die Computersimulation zeigt rechts unten das eine Million Kubikmeter Wasser fassende Oberbecken auf einer Meereshöhe von 1.175 Metern und links oben das gleich große Unterbecken, dessen Wasserspiegel 650 Meter tiefer liegt. Quelle: Max Aicher/SAK Ing.-GmbH

Der Allgäuer Überlandwerk will in Rettenberg im Oberallgäu ein Pumpspeicherkraftwerk errichten (Visualisierung).



Leeres Speicherbecken zur künstlichen Beschneigung bei Arosa

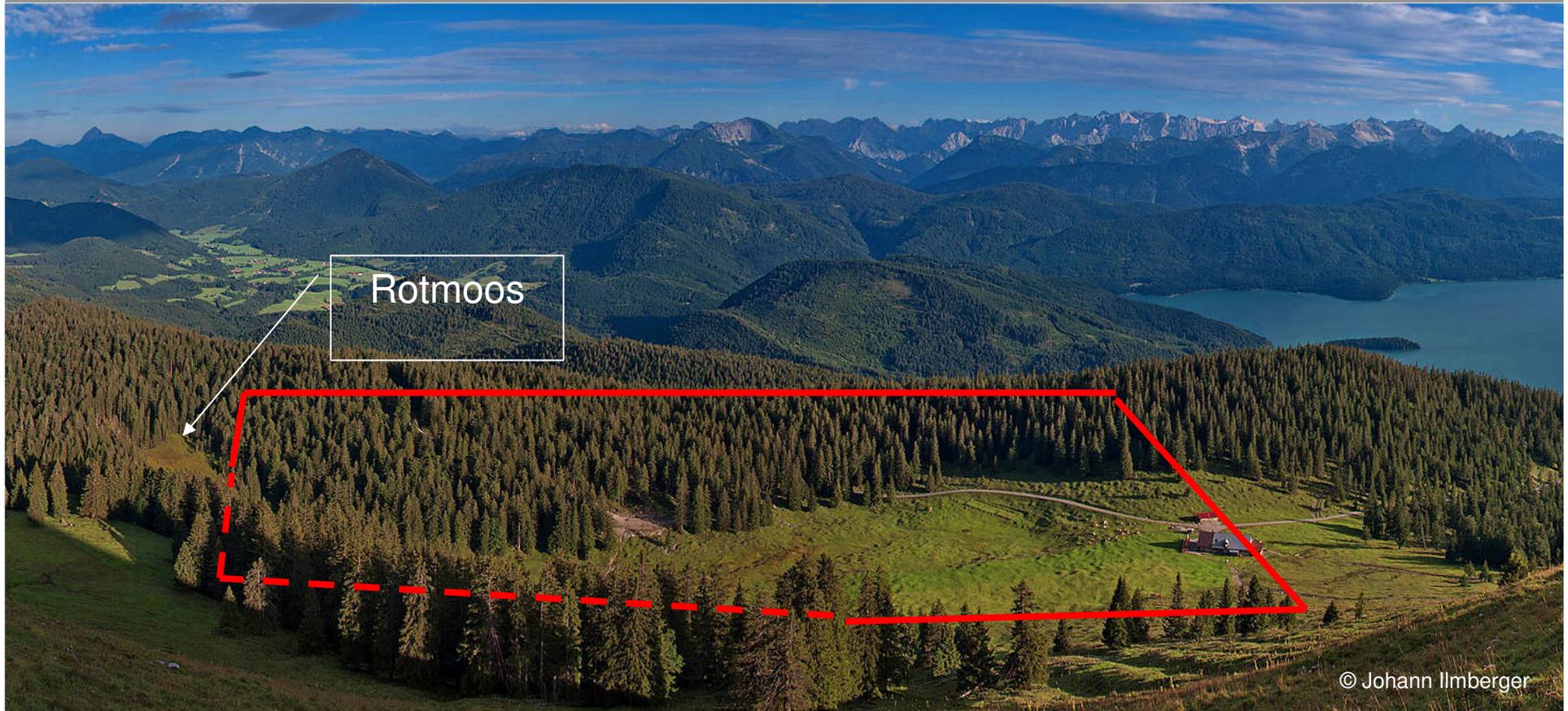
Seit Anfang Februar 2013 ist es bekannt:
Planung eines Pumpspeichers am Jochberg
oberhalb des Walchensees



Blick vom Jochberg über PSW ins Karwendel und Wetterstein



Blick vom Jochberg über Jocher Alm ins Karwendel

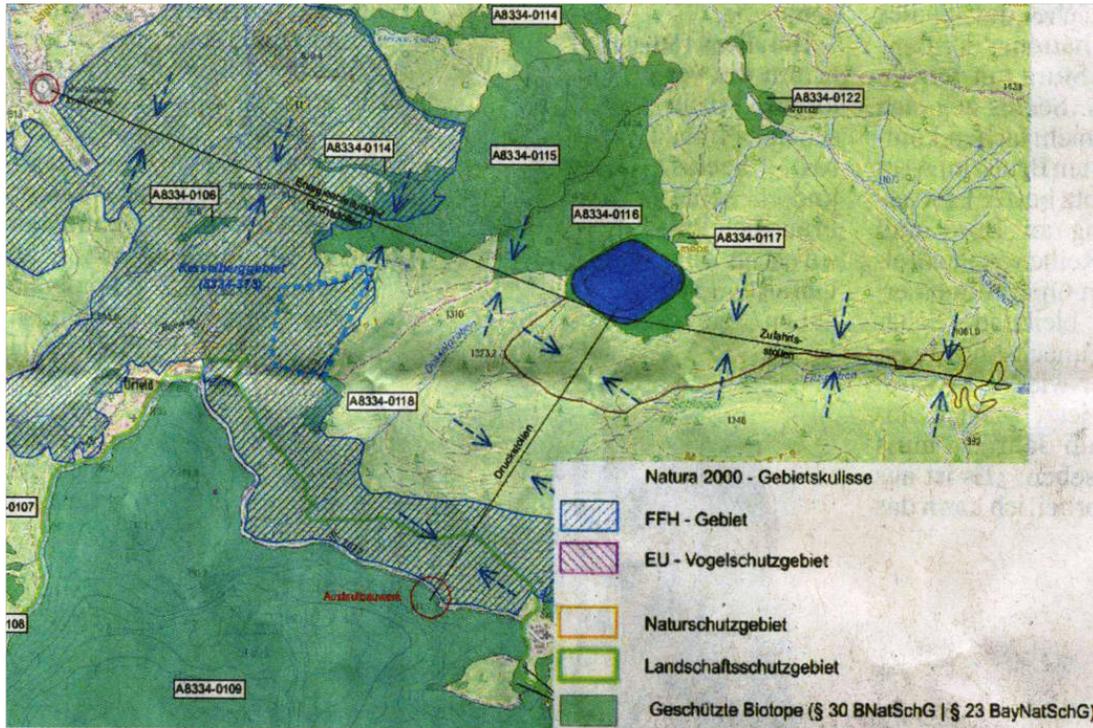


© Johann Ilmberger



Ungefähre Lage des Speicherbeckens

<https://naturfotografen-forum.de/o641315-Feierabendtour%20Beschriftetes%20Panorama:%20>



FREITAG, 1. MÄRZ 2013

anz stellt Pläne für Pumpspeicherkraftwerk vor

Die Grafik zeigt den See und die Naturschutzgebiete, die ihn umgeben



PSW Jochberg UB-Walchensee

Technische Daten - Bau

Oberbecken	Nutzraum	3,0 Mio. m ³
	Stau- / Absenkziel	1.390,5 / 1.360,5 m NN
	<u>Wasserspiegelschwankungen</u>	<u>30,0 m</u>
	<u>Staufläche</u>	<u>340 m x 400 m = 13,5 ha</u>
Oberwasserdruckschacht	Länge	750 m
	Durchmesser	5,0 m
Kraftwerk (Kaverne)	Abmessungen (ca. Länge / Breite / Höhe)	88 / 22 / 45 m
Unterwasserstollen	Länge	1.530 m
	Durchmesser	7,6 m
Unterbecken	Stauziel (Sommer)	801,52 m NN
	Absenkziel (Winter)	794,92 m NN
	Spiegelschwankung durch Betrieb PSW	ca. 0,18 m
Energieableitungsstollen	Länge	2.900 m
Zufahrtsstollen	Länge	2.000 m

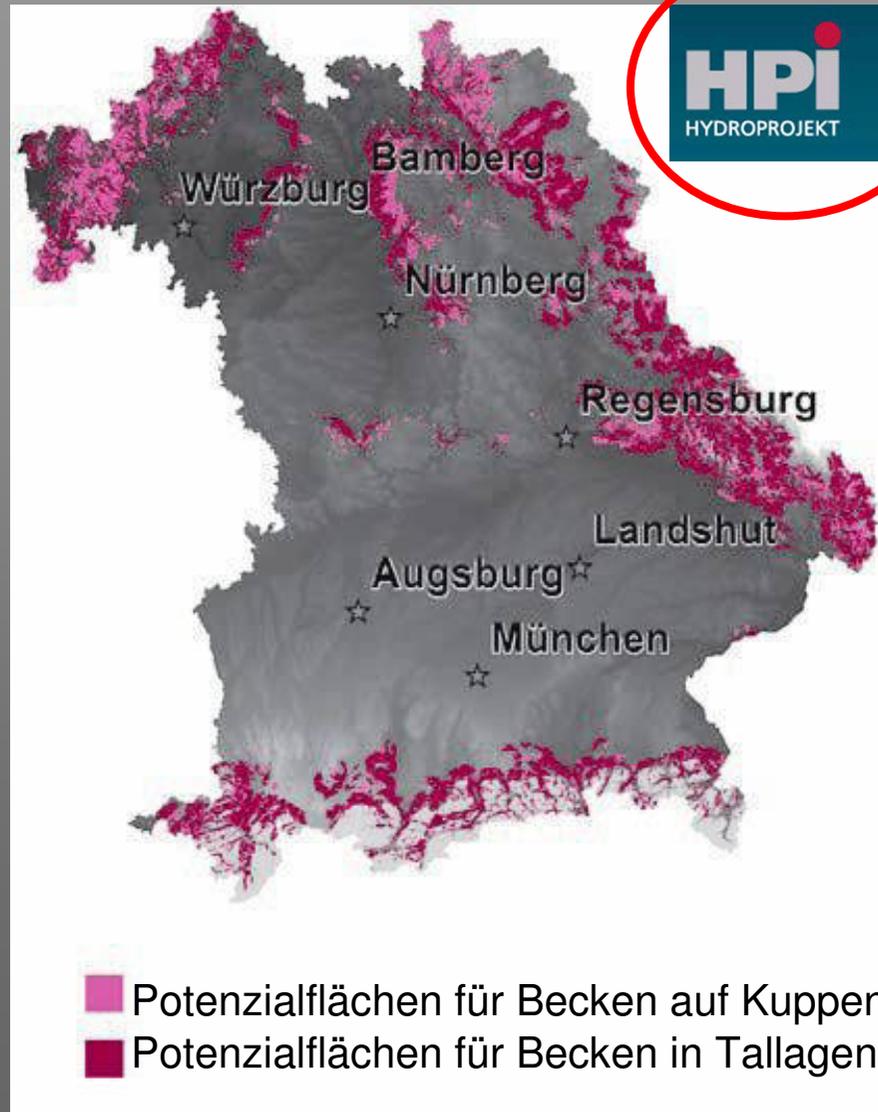
Technische Daten – Ausrüstung

Auslegungsdaten	Anzahl der Maschinen	3
	Brutto Nennfallhöhe	577 m
	Anlagenleistung	700 MW
	Volllaststunden im Turbinenbetrieb	6,0 h
Hydraulische Maschine	Pumpturbinen (Francis)	Vertikale Welle
	Nenndurchfluss Turbinen- / Pumpbetrieb	46,3 / 36,0 m ³ /s
Elektrische Maschine	Motor-Generator	Dreiphasen-Synchronmaschine

Generelle Daten

Energetische Daten	Wälzwirkungsgrad	80 %
	<u>Arbeitsvermögen (6 h Turbinenvolllast)</u>	<u>4.200 MWh</u>
Projektkosten	<u>Gesamtprojektkosten</u>	<u>ca. 600 Mio. €</u>
	spezifische Kosten pro installiertem kW	ca. 860 €/kW
Planung und Genehmigung		5 Jahre
Bauzeit und Inbetriebnahme		5 Jahre

„Pumpspeicherpotentialstudie“ seit Mai 2012 im Auftrag der Bayerischen Staatsregierung



Darstellung aus: Dr. Raju Rohde (HPI-report Nr. 53 2013): Analyse der Pumpspeicherpotenziale in Bayern

Pumpspeicherkataster Thüringen.

Ergebnisse einer Potenzialanalyse.



Pumpspeicherkataster Thüringen.
Ergebnisse einer Potenzialanalyse.



Potentialstudie zu Pumpspeicherstandorten in Baden-Württemberg Zusammenfassung



Hydroprojekt Ingenieurgesellschaft mbH
www.hydroprojekt.de

Daten und Fakten

Firmenbezeichnung
Hydroprojekt Ingenieurgesellschaft mbH

Firmensitz
D-99427 Weimar, Rießnerstraße 18

Geschäftsführer
Michael Heiland
Michael Werner

Arbeitsschwerpunkte
Planungs- und Beratungsleistungen in den Bereichen Wasser, Umwelt und Infrastruktur sowie Spezialgebieten

Gesellschafter
Lahmeyer International GmbH, Bad Vilbel

- PHILOSOPHIE
- DATEN UND FAKTEN
- HISTORIE
- STELLENANGEBOTE
- GALERIE
- HPI REPORT

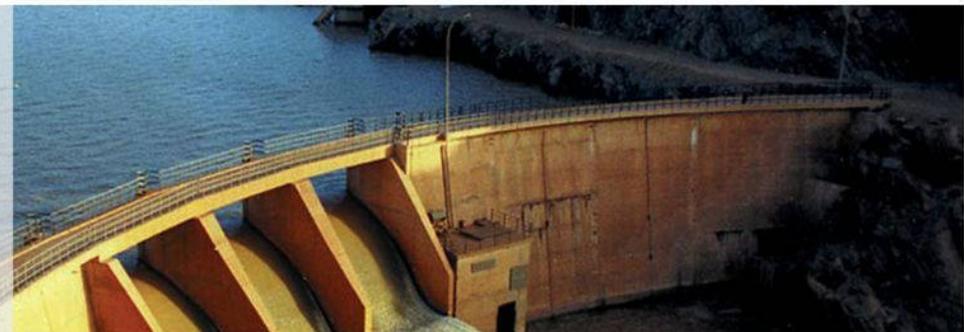
Lahmeyer International ist einer der **weltweit zehn führenden** Ingenieur- und Beratungsunternehmen für Energietechnik.

Bei thermischen Kraftwerken mit fossilen Brennstoffen (Kohle, Öl, Gas) nimmt das Unternehmen Rang 5 und **bei Wasserkraft sogar weltweit den ersten Rang** ein.

Ob am **Merowe-Staudamm im Sudan**, ob am **Schiffshebwerk des Dreischluchten-Staudammes in China** oder bei dem **Wasserkraftprojekt Kahranjukur auf Island**, überall sind Ingenieure von Lahmeyer in leitenden Funktionen dabei.

(FAZ 22.11.2007)

- PLANUNG WASSERKRAFT
- NACHHALTIGE WASSERNUTZUNG UND LANDENTWICKLUNG
- GEOLOGIE – GEOTECHNIK – TALSPERREN
- ENTWURF WASSERKRAFT UND WASSERBAU
- BAUÜBERWACHUNG – KOSTEN – VERTRÄGE
- ANLAGENAUSRÜSTUNG
- WASSERVERSORGUNG – ABWASERTECHNIK
- GEOMATIK



Naturgewalt und Ressource: Wir bändigen und nutzen Wasser

Wasser steckt voller Energie. Weltweit sind unsere Ingenieurleistungen der Schlüssel zur nachhaltigen Nutzung der Wasserkraft und zum sicheren und umweltgerechten Hochwasserschutz. Ohne Wasser kein Wachstum, keine Ernten, keine Entwicklung.



[weitere Projekte anschauen >>](#)

Leistungsspektrum:

- Wasserkraftanlagen
- Talsperren
- Wasserbauliche Anlagen
- Wasserversorgung und Abwassertechnik
- Wasserressourcen- und Landentwicklung
- Projekt- und Vertragsmanagement
- Anlagenausrüstung
- Geologie und Geotechnik, Untertagebau
- Geomatik
- Anlagen-Rehabilitierung

Es ist zu vermuten, dass die HPI und damit Lahmeyer mit Ihrem Insiderwissen und ihrem Knowhow bei der Idee zum Jochberg Pate gestanden haben:

Financial Times Deutschland titelt am 6.6.2011:

„Pumpen für die Energiewende. **Investoren** wollen neue Wasserspeicher zur Stromproduktion bauen. **Die Standortsuche ist geheime Kommandosache**“

„Nach FTD-Informationen erkunden ... Baukonzerne aus dem In- und Ausland potenzielle Standorte für Pumpspeicherwerke und verhandeln mit den örtlichen Genehmigungsbehörden.“

Die **Energieallianz Bayern** wäre dann eigentlich nur als heimatliche Plattform für die **symbolische Ordnung** zuständig:

„Wir sind kein Energiekonzern, wir stehen zu unserer Heimat.“
(SZ 1.3.2013)

Das „Schwarze Quadrat“ (EnBW, EON, RWE, Vattenfall) könnte nie diese Legitimation bereitstellen wie ein Verbund aus Stadtwerken wie Rosenheim und Bad Tölz!

Die Funktionalität der Anlage dürfte kaum anzweifelbar sein!

Die Anlage wird sich, wenn sie in 10 Jahren in Betrieb gehen sollte, wohl rechnen – dafür sorgen die „Dimensionen der Energiewende“.

Ob die Geologie des Berges ein gutes Fundament abgibt, kann ich nicht beurteilen.

Beurteilen kann ich die Vorstellung von EAB & HPI in der Jachenau vor einigen hundert Einheimischen.

Es wurde viel von Transparenz gesprochen, das viel bemühte „Schutzgut Mensch“ war aber nur ein Lippenbekenntnis:

1. So wurde der „Tidenhub“ von 30 Meter erst auf Nachfrage zugestanden.
2. Es gab auch auf Nachfrage keine Visualisierung des Speichersees,
 - obwohl die Pressemappe eine enthalten hatte,
 - obwohl genügende Vorlaufzeit gewesen wäre!
3. Es wurde falsch über die Alternativen (Druckluftspeicher) informiert.

Die von HPI verschwiegenen Alternativen (HPI kann halt nur Pumpsiechern...)



Tabelle 3: Vergleich von Optionen zur Integration von Strom aus fluktuierenden erneuerbaren Energien

Technologie	Wärmespeichersysteme (in Verbindung mit KWK)	Druckluft- speicher	Pumpspeicher- kraftwerk	Wasserstoff / Methan	Batterien, Elektroautos	Lastmanagement (Industrie)	Lastmanagement (PHH, GHD)	Netzausbau (380 kV)
technischer Entwicklungsstand	verfügbar	überwiegend in Entwicklung ⁸	verfügbar	überwiegend in Entwicklung	überwiegend in Entwicklung	verfügbar	Pilotphase	verfügbar
erwartete Marktreife	heute	2010 bis 2020	heute	2020 bis 2030	2015-2020	heute	2020	heute
Realisierungsdauer	2 bis 3 Jahre	3 bis 5 Jahre	10 Jahre	3 bis 5 Jahre	1 Jahr	1 bis 10 Jahre	1 Jahr	8 bis 10 Jahre
Anwendungspotenzial	2,2 bis 3,6 GW _{el} (positiv) 4 bis 18 GW _{el} (negativ) ⁹	> 700 2,7 GW _{el} (geplant) Kavernen ¹⁰		unbegrenzt	3 GW _{el} ¹¹	2 GW _{el}	3 GW _{el}	-
typische Leistung (MWel)	20 bis 200	10 bis 1.000	100 bis 1.000	100 bis 1.000	3 kW	1 bis 1.000	0,5 kW bis 1 MW	-
Reichweite (in Stunden)	4 bis 24	8 bis 16	4 bis 8	Saisonal	1 bis 8	2 bis 8	1 bis 24	-
Wirkungsgrad (Strom zu Strom)	95% (Wärme zu Wärme)	Diabat: 50% Adiabat: 70%	70% bis 80%	30% bis 40%	75% bis 95%	-	-	-
Systemdienstleistungen								
Regelleistung	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	-
Blindleistungsbereitstellung	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	-
Kaltstartfähigkeit	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	-
Investitionskosten (EUR/kWel)	640 (positiv) 120 bis 350 (negativ)	600 bis 1.000	1.000 bis 1.200	1.500 bis 3.000	1.000 bis 2.000	prozessabhängig	prozessabhängig	1.700 EUR/m
Lebensdauer	40 bis 60 Jahre	40 Jahre	> 100 Jahre	30 Jahre	3.000 Zyklen	-	-	50 Jahre
Akzeptanz	gut	mittel	gering bis mittel	mittel bis gut	gut	mittel	mittel	gering

Quellen: FFE 2011, VDE 2009c, dena 2010a, dena 2005, ecofys prognos 2011, KW 2011, FhG IWES 2010, DLR 2010, Alstom et al 2007, LNUSH 2007

⁸ Diabat: Markteinführung, Adiabat: in Entwicklung

⁹ Positiv: Erhöhung der Stromproduktion der KWK-Anlagen, negativ: Senkung der Stromproduktion der KWK-Anlagen bzw. Nutzung der elektrischen Zusatzheizung

¹⁰ Allein in Schleswig Holstein wurden über 700 für Druckluftspeicher geeignete Kavernen ermittelt. Weitere Kavernen sind in anderen Bundesländern vorhanden.

¹¹ Bei einer Mio. gleichzeitig am Netz befindlicher E-PKW mit einer Anschlussleistung von je 3 kW, je nach Anschlussgrad sind dafür voraussichtlich zwei bis drei Mio. E-PKW notwendig.

Der Naturschutz kann sich am Jochberg nicht darauf verlassen, dass

- **das Projekt dysfunktional ist, oder**
- **dass sich das Projekt finanziell nicht tragen wird.**

Es wird sich gut begründen lassen, dass das Projekt der Energiewende dient.

Es wird sich nicht begründen lassen, dass die Energiewende ohne Jochberg scheitert.

Es wird bis in 10 Jahren Alternativen geben, gute Alternativen, die Natur und Landschaft schonen, sofern sie der Naturschutz einfordert!

Beispiel für Größe von Batteriespeichern



E.ON Energy Research Center

- Modernste Klasse von Containerschiffen haben Platz für rund 15.000 Container (Grundfläche rund 400 m x 56 m)
- Gefüllt mit Batteriecontainern entspricht dies einer Kapazität von 15 GWh / 15 GW (alle deutschen PSK haben zusammen 40 GWh / 6 GW)



Energie



*) Sauer, Dirk Uwe (15.11.2012): Energiewende in Deutschland – energietechnische Herausforderungen am Beispiel der elektrischen Energiespeicher. http://www.zukuenftigetechnologien.de/nanoenergie/presentationen/Sauer_rwth.pdf 15.4.2012

Energiewende mit Druckluftspeichern

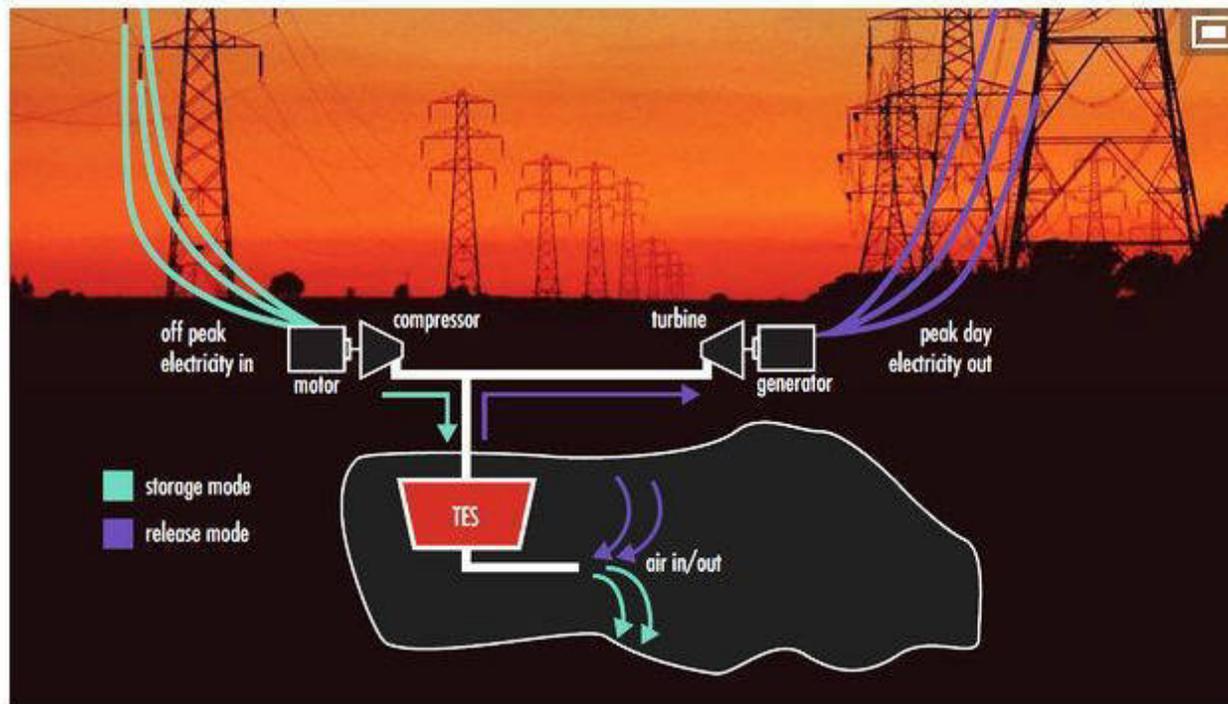
Freitag, 21. Dezember 2012, 16:28 Uhr

Alexander Grass

f 2 t 5 g+ 8

3 Kommentare

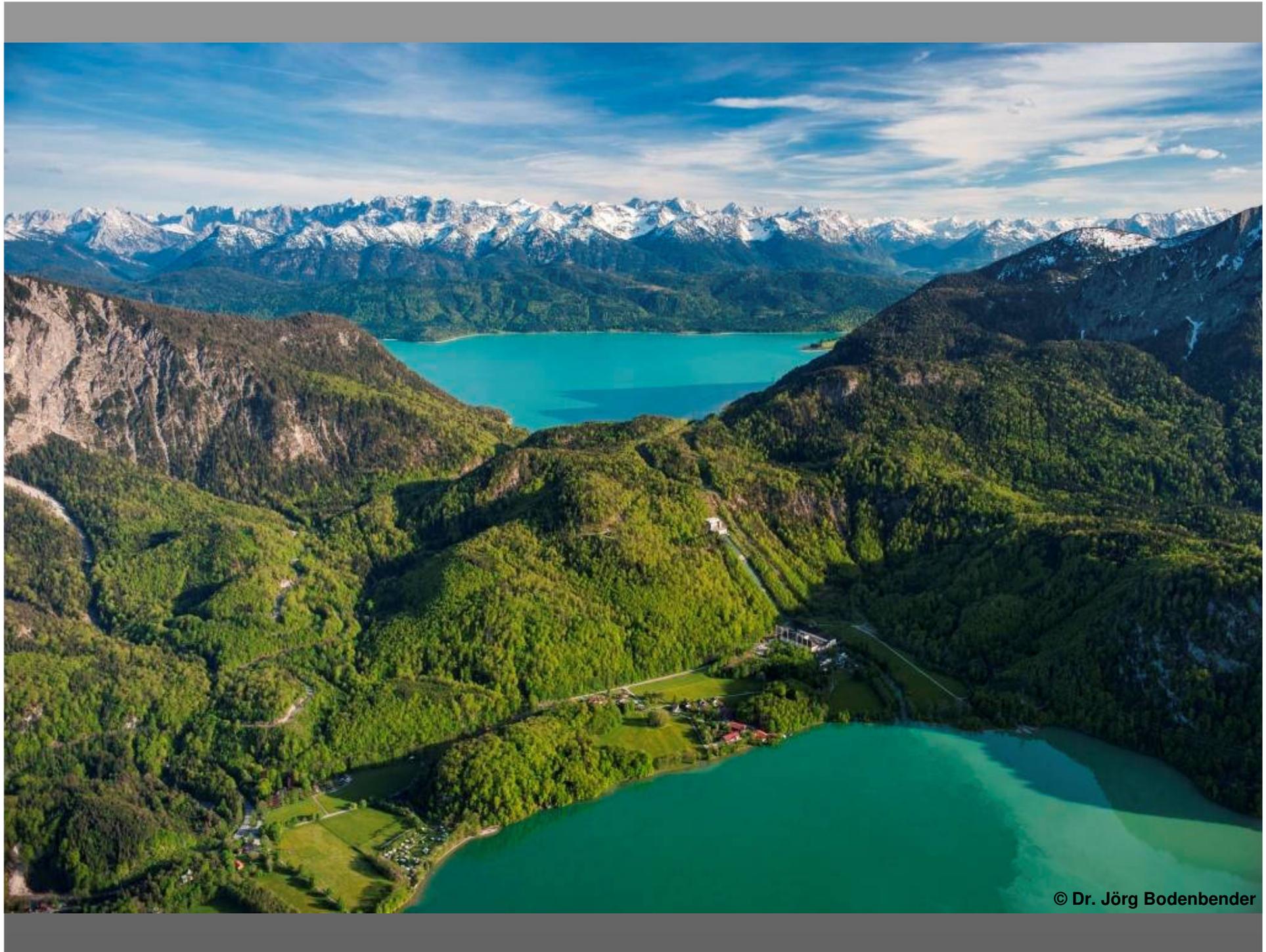
Die Energieproduktion in der Schweiz wird verlagert. Wenn Windturbinen oder Sonnenkollektoren wetterbedingt ausfallen, braucht es aber Energiespeicher. Nun meldet sich eine fast vergessene Technologie zurück: der Druckluftspeicher. In Biasca im Tessin startet ein Grossversuch.

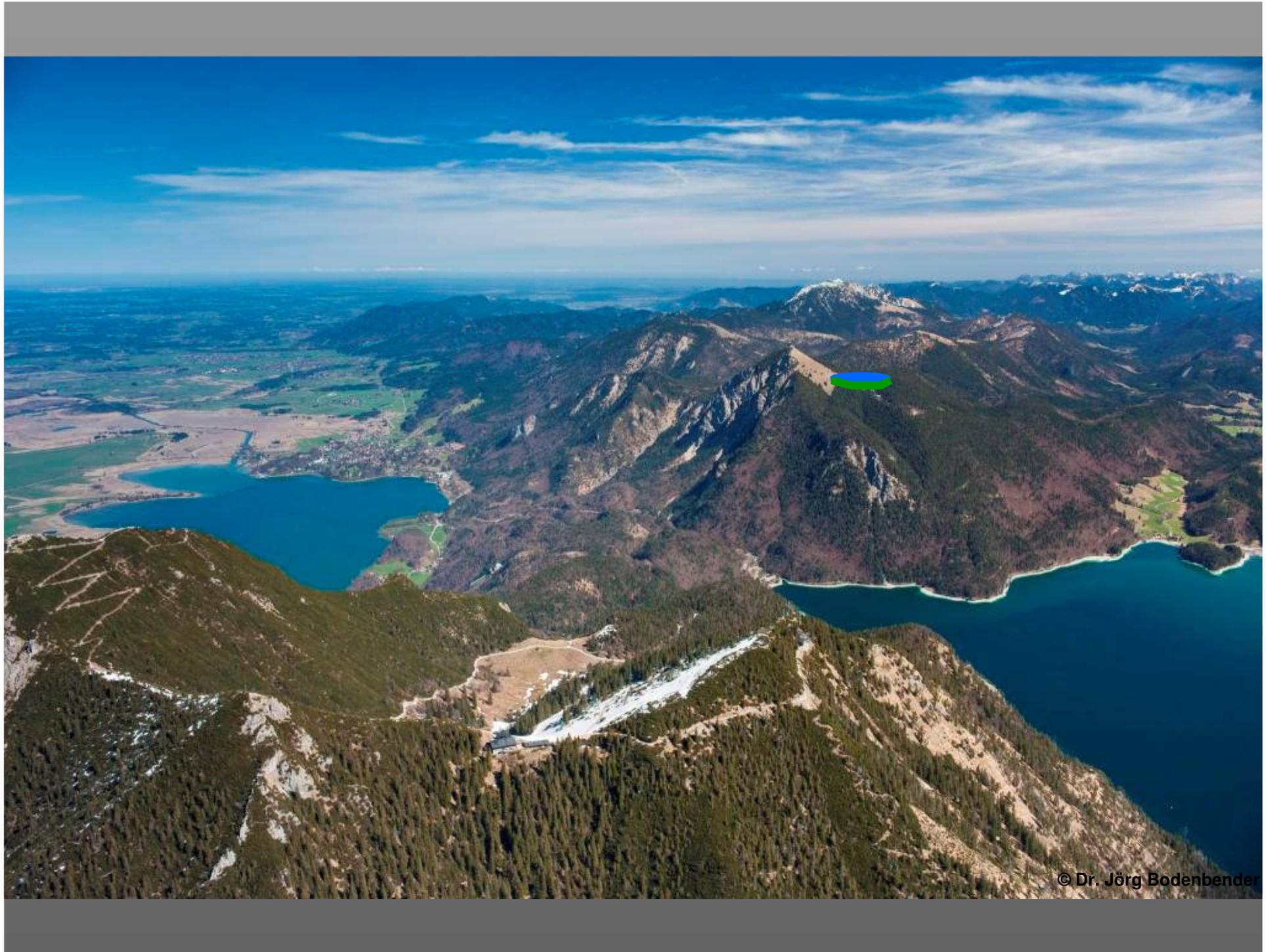


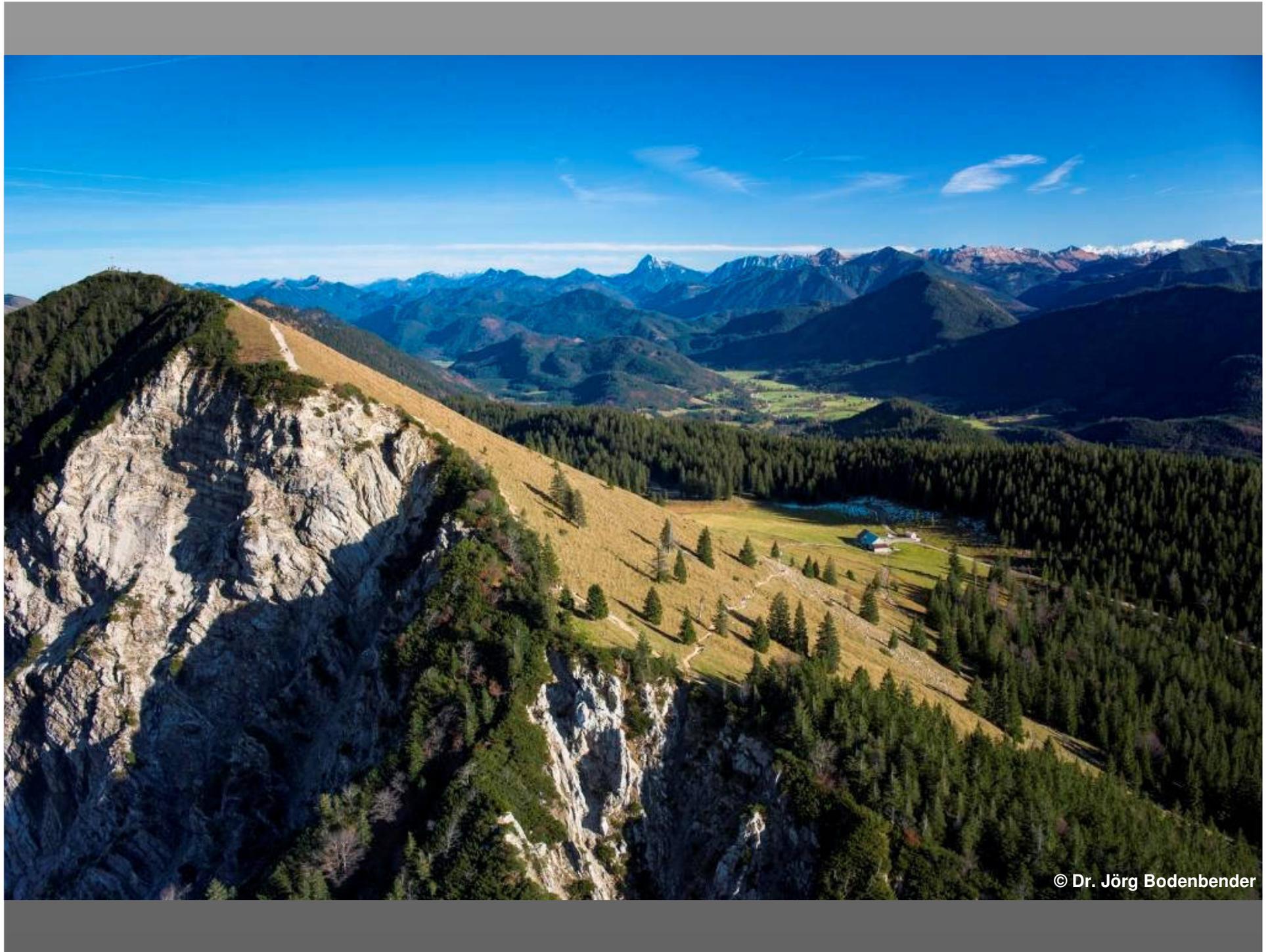
Neuartiges Speichersystem AA-CAES: Luft wird in Kavernen komprimiert und anschliessend genutzt, um über einen Turbinengenerator Elektrizität zu erzeugen. AIRLIGHT ENERGY

Chefingenieur Andrea Pedretti erklärt: Das Besondere an diesem Druckluft-Speicherkraftwerk in Biasca sei der Wirkungsgrad von 75% der an jenen von Wasserpumpspeicherkraftwerken herankommen soll. Die Luft wird dafür in zwei Stufen komprimiert und dabei 600 Grad heiss. Die teure Energie, die in dieser Wärme steckt, wird hier nicht mehr ungenutzt verschwendet, sondern in einem zusätzlichen Energiespeicher

Was auf dem Spiel steht...









Was der Naturschutz leisten muss

- nicht nur am Jochberg, aber dort beispielhaft -,
sind aber nicht nur Bilder,

sondern eine Sprache dafür zu entwickeln,

➤ die die Bedeutung von Natur

➤ für die Menschen,

➤ insbesondere der Landschaft, die dort oben verloren gehen würde,
bestehen lässt,

**vor der anmaßenden Illusion, nur „so“ könne nun das Klima
gerettet werden:**

➤ beispielhaft für das Gelingen der Energiewende unter den Augen
der Welt

➤ nach den Imperativen eine global konkurrenzfähigen Ökonomie!

**Das Klima retten
und Natur und Landschaft damit
wird nur ein
„Neues Testament“
der Erneuerbaren Energien:
„Der Mensch lebt nicht vom Strom allein, ...“
(Matthäus 4,4)**



„Wir müssen uns Sisyphos als einen glücklichen Menschen vorstellen“
Albert Camus

Rudi Erlacher

Literaturliste

Stand 8.9.2013

für

Erlacher, Rudi (30.4.2013): Pumpspeicher am Jochberg! Die Erneuerbaren Energien und die Neudefinition der Räume. Vortrag am 16.4.2013 im Alpinen Museum auf der Praterinsel in München mit Stand 8.9.2013

http://www.vzsb.de/pdf/Erlacher_2013_PSW_Jochberg_und_die_Neudefinition_der_Raeume.pdf

Alt, Franz (2009): *Die Sonne schickt uns keine Rechnung: Neue Energie, neue Arbeit, neue Mobilität.* München.

Blackbourn, David (2007): *Die Eroberung der Natur. Eine Geschichte der deutschen Landschaft.* München.

Bayerischen Staatsministerien des Innern, für Wissenschaft, Forschung und Kunst, der Finanzen, für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, für Umwelt und Gesundheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (20.12.2011): *Gemeinsame Bekanntmachung: Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA).*

http://www.stmug.bayern.de/umwelt/oekoenergie/windenergie/doc/windenergie_erlass.pdf
(8.11.2012).

Behr, A. (Energiewirtschaftliche Tagesfragen 2012 Heft 8: 18-21): „Energiesparen durch Effizienzfortschritte ist in einem weiter wachsenden System schlichtweg eine Illusion“. Gespräch mit Prof. Reinhard Madlener von der RWTH Aachen zum Effizienz-Rebound. http://www.et-energie-online.de/Portals/0/PDF/zukunftsfragen_2012_08_madlener.pdf (11.11.2012)

Brychcy, Ulf (FTD 6.6.2011): *Pumpen für die Energiewende. Investoren wollen neue Wasserspeicher zur Stromproduktion bauen. Die Standortsuche ist geheime Kommandosache.*

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) (2011): *Für einen natur- und umweltverträglichen Ausbau der Windenergie.*
http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/energie/20110600_energie_position_winden_ergie.pdf (15.4.2013)

Bundesverband Windenergie (BWE) (2012): Repowering von Windenergieanlagen. Effizienz, Klimaschutz, regionale Wertschöpfung. http://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/repowering-von-windenergieanlagen/repoweringbroschuere_2012_web.pdf (3.7.2013).

Döring, J.; Thielmann, T. (Hg.) (2008): *Spatial Turn. Das Raumparadigma in den Kultur- und Sozialwissenschaften.* Bielefeld.

Doering, Axel; Hamberger, Sylvia; Erlacher, Rudi und der AK Alpen des Bundes Naturschutz (2012): *Problemskizze zu den Aufgaben des Naturschutzes in der Energiewende.* München, unveröffentlicht.

Drösser, Christoph (DIE ZEIT 10.5.2012): *Stimmt's? Nehmen Windräder einander den Wind weg?*
<http://www.zeit.de/2012/20/Stimmts-Windraeder>? (2.9.2012)

Hake, J.-F.; Hansen, P.; Kronenberg, T.; Pesch, T. (Energiewirtschaftliche Tagesfragen 2012 Heft 6: 51-55): *Energieszenarien für Deutschland: Eine kritische Analyse der Leitstudie 2011.*
http://www.et-energie-online.de/Portals/0/PDF/zukunftsfragen_2012_06_hake.pdf (18.9.2012)

Herden et al. (Natur und Landschaft 2012-12): *Regionale Auswirkungen des Ausbaus der Erneuerbaren Energien auf Natur und Landschaft.*

HPI (2011): *Pumpspeicherkataster Thüringen. Ergebnisse einer Potenzialanalyse.*
<http://www.thueringen.de/de/publikationen/pic/pubdownload1272.pdf> (3.7.2013).

HPI & EnBW (2012): *Potentialstudie zu Pumpspeicherstandorten in Baden-Württemberg Zusammenfassung.*
http://www.enbw.com/media/konzern/docs/energieerzeugung/01_pumpspeicher_studie.pdf
(3.7.2013).

- HPI (Report Nr. 53/2013, S. 21): Bayerns Pumpspeicherpotentiale.
http://www.hydroprojekt.de/fileadmin/user_upload/HPI-Report/53/Seite21.pdf (3.7.2013).
- HPI (Report Nr. 54/2013, S. 1): *Lahmeyer Hydroprojekt – Eine Erfolgsstory. Im Mai 2013 ist es soweit. Aus der Hydroprojekt Ingenieurgesellschaft mbH wird die Lahmeyer Hydroprojekt GmbH. Damit entfällt auch das hierzulande gut bekannte HPI-Logo. Wie künftig alle Gesellschaften der Lahmeyer Gruppe übernimmt Lahmeyer Hydroprojekt das weltweit bekannte Logo der Lahmeyer International. Mit dem Namen Lahmeyer Hydroprojekt wird unsere Tradition fortgeführt.*
http://www.hydroprojekt.de/fileadmin/user_upload/HPI-Report/54/Seite1.pdf (3.7.2013)
- HPI (Report Nr. 54/2013, S. 2): *Studie für ein Pumpspeicherwerk in der Walchenseeregion.*
http://www.hydroprojekt.de/fileadmin/user_upload/HPI-Report/54/Seite2.pdf (3.7.2013).
- EAB – Energieallianz Bayern (28.2.2013): *PSW Jochberg – Pressemitteilung.*
- Effern, Heiner (SZ 1.3.2013): *Gemeinschaftswerk: Viele kleine Energieversorger, ein Großprojekt: die Pumpspeicheranlage am Jochberg.*
- Erlacher, Rudi (2005): *Offshore & Ötztal: Synergien zwischen Wind- und Wasserkraft. Zur Abwägung der Nachhaltigkeit künftiger Wasserkraftnutzung in Tirol*, in: Verein zum Schutz der Bergwelt (VzSB 2005): *Jahrbuch 2005*. München. <http://www.vzsb.de/pdf/007.pdf>
- Erlacher, Rudi (2008): *Paradigmenwechsel im Naturschutz?* In: Verein zum Schutz der Bergwelt (VzSB 2008): *Jahrbuch 2008*.
http://www.vzsb.de/pdf/Erlacher_Paradigmenwechsel_VzSB_JB_2008.pdf
- Erlacher, Rudi (2012): *Zur Rolle des Naturschutzes nach der Energiewende*. In: Verein zum Schutz der Bergwelt (VzSB 2012): *Jahrbuch 2011/2012*. http://www.vzsb.de/pdf/Erlacher_VzSB-JB_2011-12_Naturschutz_&Energiewende.pdf
- Erlacher, Rudi (alpinwelt 1-2012): *Im Auge der Energiewende - DIE ALPEN*
http://www.davplus.de/uploads/images/HkCRkCXbBBc0loPmFc0HnA/aw1_12_umwelt_30_31.pdf
- Fabeck, Wolf von (27.08.2009): *Windstrompotential - Windstrom von 8 % der Land- und Forstwirtschafts-Flächen entspricht dem derzeitigen Jahresstromverbrauch.*
http://www.sfv.de/artikel/potential_der_windenergie_an_land.htm (2.9.2012)
- Fabeck Wolf von (2012): *Windenergie – zwei Prozent der Landesfläche reichen nicht. SFV sieht erheblich höheren Flächenbedarf als NABU und BUND*, in SFV (2012): *Solarbrief 4/2012*, S. 18-19. http://www.sfv.de/solarbr/pdf/Solarbrief412_Internet1.pdf (3.7.2013).
- Fabeck, Wolf von (17.12.2012): *2 % der Landesfläche reichen keinesfalls für Windenergie - BWE-Potentialstudie führt zu unzureichenden Planungsvorgaben SFV fordert 10 Prozent der Landesfläche für Windparks.*
http://www.sfv.de/artikel/2_der_landesflaeche_reichen_keinesfalls_fuer_windenergie_-_bwe-potentialstudie_.htm (3.7.2013).
- Fachausschuss „Nachhaltiges Energiesystem 2050“ des Forschungsverbands Erneuerbare Energien (FVEE 2010): *Eine Vision für ein nachhaltiges Energiekonzept auf Basis von Energieeffizienz und 100% erneuerbaren Energien.*
http://www.fvee.de/fileadmin/politik/10.06.vision_fuer_nachhaltiges_energiekonzept.pdf
- FAZ (22.11.2007): *Lahmeyer wächst mit den neuen Energien. Umsatz soll durch Akquisitionen um 50 Prozent steigen.*
- Fücks, Ralf (DIE ZEIT Nr. 16 2011): *Wachstum der Grenzen. Auf dem Weg in die ökologische Moderne: Wohlstand ist möglich, ohne dass wir unsere Lebensgrundlagen weiter zerstören.*
- Fücks, Ralf (2013): *Intelligent wachsen. Die grüne Revolution*. München.
- Gunzelmann, Thomas (2013): *Historische Kulturlandschaft und neue Energielandschaft – Erfahrungen aus Bayern. Vortrag beim XXXII. Deutscher Kunsthistorikertag Universität Greifswald Freitag 22.3.2013.* <http://thomas-gunzelmann.net/themen/vortrag-greifswald> (27.4.2013)
- Himmighoffen, Christoph; Erlacher, Rudi (2012): *Kein doppelter Klimastress für die Alpen! Stellungnahme zur Beratung des Kabinetts am 17.4.2012 über den Ausbau der Wasserkraft auf Basis der „Bayerischen Strategie zur Wasserkraft“ vom Februar 2012*. In: Verein zum Schutz der Bergwelt (VzSB 2012): *Jahrbuch 2011/12*.
http://www.vzsb.de/pdf/VzSB_20120421_SN_Bayr_Wasserkraftstrategie.pdf

- ISE – Fraunhoferinstitut für solare Energiesysteme: Henning, Hans-Martin; Palzer, Andreas (2012): *100 % Erneuerbare Energien für Strom und Wärme in Deutschland*. <http://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-pdf-dateien/studien-und-konzeptpapiere/studie-100-erneuerbare-energien-in-deutschland.pdf> (3.7.2013)
- IWES/Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (2011): *Studie zum Potenzial der Windenergienutzung an Land – Kurzfassung – im Auftrag des Bundesverbandes für Windenergie BWE*. http://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/studie-zum-potenzial-der-windenergienutzung-land/bwe_potenzialstudie_kurzfassung_2012-03.pdf (15.4.2013)
- Jacobson, M; Archer, C (PNAS September 10, 2012): *Saturation wind power potential and its implications for wind energy*. <http://www.pnas.org/content/early/2012/08/31/1208993109> (13.9.2012)
- Kemfert, Claudia (2013): *Kampf um Strom. Mythen, Macht und Monopole*, Hamburg.
- MacKay D. (2009): *Powers per unit area of most Wind Farms in Britain*. <http://www.inference.phy.cam.ac.uk/mackay/presentations/WIND2/mgp00001.html> (2.9.2012)
- Meyer, Arnt (21.3.2012): *Energiewende aus Sicht eines Netzbetreibers*. Vortrag auf dem Regionalkongress der Regierung von Mittelfranken "Energiewende in Mittelfranken" am 21.3.2012 in Röthenbach a.d. Pegnitz. http://www.regierung.mittelfranken.bayern.de/aufg_abt/abt3/energie_innovativ/Dr_Meyer_Energie_wende_aus_Sicht_Netzbetreiber.pdf (3.7.2013).
- Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina (2012): *Bioenergie – Möglichkeiten und Grenzen*. Halle (Saale). http://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/201207_Stellungnahme_Bioenergie_kurz_de_en_final.pdf (11.8.2012).
- NBBW/Nachhaltigkeitsbeirat Baden-Württemberg (2012): *Energiewende: Implikationen für Baden-Württemberg*. Stuttgart. <http://www.nachhaltigkeitsbeirat-bw.de/mainDaten/dokumente/energiegutachten2012.pdf> (7.9.2012)
- Nitsch, J. et al. (2012): *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global*. www.dlr.de/dlr/Portaldata/1/Resources/bilder/portal/portal_2012_1/leitstudie2011_bf.pdf (10.8.2012).
- Nüßlein, Stefan; Becher, Raimund (LWF aktuell 90/2012): *Windkraft im Aufwind – auch im Wald* http://www.lwf.bayern.de/wald-und-gesellschaft/forstpolitik-wildtiermanagement-jaqd/aktuell/2012/45017/linkurl_1.pdf (15.4.2013)
- Paul, Holger (faz.net 06.04.2011): *Windstrombranche will Atomkraft ersetzen. Ein schneller Atomkraft-Ausstieg würde den Windanlagenbauern in Deutschland neue Chancen eröffnen. Der Verband drängt daher auf rasche politische Weichenstellungen, die Industrie dagegen ist zurückhaltender*. <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftspolitik/energiepolitik/hannover-messe-windstrombranche-will-atomkraft-ersetzen-1624234.html> 4.7.2013
- Pompe, B. (2009): *Vorlesung Umweltphysik – Windkraft*. Institut für Physik der Ernst Moritz Arndt Universität Greifswald. <http://www2.physik.uni-greifswald.de/~pompe/UP-VORLESUNG/up-windkraft.pdf> (2.9.2012)
- Porzelt, Martina (2012): *Naturtourismus in Schutzgebieten am Beispiel der deutschen Naturparke*. In: Rein, H.; Schuler, A. (Hrsg.) (2012): *Tourismus im ländlichen Raum*. Wiesbaden.
- Prognos (2011): *Studie - Beitrag von Wärmespeichern zur Integration erneuerbarer Energien*. Link
- Przybilla, O. (SZ 4.6.2012): *'Guttenberg hat unsere Integrität attackiert'*. BUND-Vorsitzender Weiger über die Notwendigkeit von Windrädern und den Bruch mit seinem langjährigen Weggefährten.
- Radermacher, Weiger, Riegler (2011): *Ökosoziale Marktwirtschaft: Historie, Programm und Perspektive Eines zukunftsfähigen globalen Wirtschaftssystems*. oekom verlag
- Rütti, Toni (ee-news 11.1.2013): *Druckluft-Technik: Grossversuch im Speicherkraftwerk Biasca*. <http://www.ee-news.ch/de/article/25803/druckluft-technik-grossversuch-imspeicherkraftwerk-biasca> (4.7.2013)
- Sachverständigenrat für Umweltfragen der Bundesregierung (SRU 2011): *Sondergutachten. Wege zur 100 % erneuerbaren Energieversorgung*. <http://www.umweltrat.de>

- Santarius, T. (2012: 4): *Der Rebound-Effekt. Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz*, hg. vom Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH. Wuppertal. http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/Impulse5.pdf (7.9.2012).
- Sauer, Dirk Uwe (15.11.2012): *Energiewende in Deutschland – energietechnische Herausforderungen am Beispiel der elektrischen Energiespeicher*. http://www.zukunftigetechnologien.de/nanoenergie/presentationen/Sauer_rwth.pdf 15.4.2012
- Scheer, Hermann (2005): *Energieautonomie. Eine neue Politik für erneuerbare Energien*. München, Verlag Antje Kunstmann.
- Schnabel, Johannes (16.3.2013): Ästhetik und Akzeptanz von Windenergieanlagen in der Landschaft. Vortrag am Bayerischen Energiekongress der GRÜNEN „Energiewende: in der Heimat, für die Heimat“. http://www.gruene-fraktion-bayern.de/sites/default/files/johannes_schnabel_aesthetik_und_akzeptanz_von_windenergieanlagen_130316.pdf (13.8.2013). In: <http://www.gruene-fraktion-bayern.de/themen/energie/gruene-energiewende/energiewende-der-heimat-fuer-die-heimat> (13.8.2013).
- Schnurbein, V. von (Energiewirtschaftliche Tagesfragen 2012 Heft 9: 38-42): *Die Speicherung überschüssigen EE-Stroms durch synthetisches Methan*. http://www.et-energie-online.de/Portals/0/PDF/zukunftsfragen_2012_09_schnurbein.pdf (3.9.2012)
- Schöbel, Sören (2012): *Windenergie und Landschaftsästhetik: Zur landschaftsgerechten Anordnung von Windfarmen*. Berlin.
- Schöbel, Sören (16.3.2013): Windenergie und dialogische Landschaftsentwicklung. Vortrag am Bayerischen Energiekongress der GRÜNEN „Energiewende: in der Heimat, für die Heimat“. http://www.gruene-fraktion-bayern.de/sites/default/files/soeren_schoebel_windenergie_und_dialogische_landschaftsgestaltung_130316.pdf (13.8.2013). In: <http://www.gruene-fraktion-bayern.de/themen/energie/gruene-energiewende/energiewende-der-heimat-fuer-die-heimat> (13.8.2013).
- Schulte, Alfons; Fabek, Wolf von (26.7.2012): *Offener Brief an den BUND - Gemeinsam gegen Fernleitungs-Stromtrassen. Ergänzungsvorschläge zur Kritik des BUND am Netzentwicklungsplan 2012*. http://www.sfv.de/artikel/offner_brief_an_den_bund_-_gemeinsam_gegen_fernleitungsstromtrassen.htm (2.9.2012).
- SZ (5.4.2011): *Windbranche sieht sich als Retter in der Not* <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/wirtschaft-kompakt-adac-zeigt-oel-konzerne-an-1.1081408> (4.7.2013)
- taz (24.6.2011): *Windenergie soll zurück aufs Land. Die Zukunft der deutschen Energieversorgung liegt nach Ansicht von Umweltschützern und Windkraftunternehmen an Land*.
- Trepl, Ludwig (2012): *Die Idee der Landschaft. Eine Kulturgeschichte von der Aufklärung bis zur Ökologiebewegung*. Bielefeld.
- Trepl, Ludwig (18.3.2013): *Energiewende – Ende der Ökologiebewegung?* <http://www.scilogs.de/chrono/blog/landschaft-oekologie/kologiebewegung/2013-03-18/energiewende-ende-der-kologiebewegung> 3.7.2013.
- Tiwag (2004): *Optionenbericht. Über mögliche Standorte künftiger Wasserkraftnutzung in Tirol*. www.tiwag.at.
- UBA-Studie zum Windpotenzial an Land 2013: Lütkehaus, Insa; Salecker, Hanno; Adlunger, Kirsten (2013): *Potenzial der Windenergienutzung an Land. Studie zur Ermittlung des bundesweiten Flächen- und Leistungspotenzials der Windenergienutzung an Land*. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4467.pdf> (3.7.2013).
- Welter, Philippe (Photon 2012 Nr. 10): Herr Altmaier, so geht's! PHOTON hat eine Vollversorgung mit Sonne und Wind bis 2030 durchgerechnet – ein Handlungsleitfaden. http://www.electrochaea.com/uploads/1/1/4/0/11408432/photon_2012_-_aticle_about_power-to-gas_in_germany.pdf (4.7.2013).
- Willenbacher, Matthias (2013): *Mein unmoralisches Angebot an die Kanzlerin – Denn die Energiewende darf nicht scheitern*. Freiburg im Breisgau.

Dipl. Phys. Rudi Erlacher
Geschäftsführender Vorsitzender des Vereins zum Schutz der Bergwelt e.V. (www.vzsb.de)
rudolf.erlacher@t-online.de
089/48004731