



# Windkraft: Ihre natürlichen Grenzen



# INHALTSVERZEICHNIS

1.	Zusammenfassung .....	3
2.	Vorwort .....	4
3.	Der erste Schritt .....	4
4.	Die Windverhältnisse in der Schweiz.....	4
5.	Der Jahresnutzungsgrad / die Volllaststunde .....	5
6.	Sich nicht täuschen lassen... ..	6
7.	Die Energiedichte .....	8
8.	Die Speicherung .....	8
8.1	Batterien .....	8
8.2	Pumpspeicherbecken .....	9
9.	Technische Daten.....	10
10.	Kritische Netzsicherheit .....	11
11.	Erwartungen .....	12
12.	Ästhetik / Gesundheit .....	12
13.	Kosten .....	13

## 1. Zusammenfassung

1. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit im Thurgau beträgt zwischen 4 – 5 m/sec. Das ist die Hälfte von jener an der deutschen Nordseeküste. Der Ertrag beträgt deshalb nur 1/8 und nicht die Hälfte, wie man hoffen könnte (Kapitel 5).
2. Die Leistungskurve von Windrädern weist aus, dass die Teillast bei 3 m/sec beginnt und bei 12 m/sec endet. Der Volllastbereich liegt zwischen 12 bis 25 m/sec (40 bis 90 km/h). Windräder in der Schweiz laufen deshalb nur im unteren Teillastbereich und nur selten unter Volllast (Seite 6).
3. Die Auslastung der 60 Windräder in der Schweiz beträgt deshalb nur 1'400 Stunden im Jahr. Das sind lediglich 16%. Um 100% zu erreichen, ist die sechsfache Kapazität notwendig und eine funktionierende Speicherung.
4. Erst wenn die Speicherung gelöst ist, können bestehende Anlagen vom Netz genommen werden. Ohne Wind und Sonne nützt auch eine 100-ige Kapazität wenig. Das haben noch nicht alle kapiert.
5. Batteriespeicher, über die oft hoffnungsvoll berichtet wird, dienen nur dem kurzfristigen Auffangen von Netzschwankungen. In der grössten Batterie in Volketswil (7.5 MW) kann nur soviel Strom gespeichert werden, wie ein kleines AKW in 9 Sekunden liefert (Kapitel 8.1).
6. Pumpspeicherbecken erfordern drei zusätzliche Arbeitsprozesse: 1) hochpumpen von Wasser auf ein höheres Niveau. 2) die Speicherung. 3) Erneute Stromerzeugung in einer Wasserturbine. Diese Kosten sind mindestens so hoch das Windrad selber (Kapitel 8.2).
7. Wind- und Sonnenenergie fallen zufällig und nicht nach Bedarf an. Je grösser deren Anteile sind, desto anfälliger werden die Netze auf Spannungszusammenbrüche. Deutschland hat jährliche Kosten von € 1 Mrd., nur um das Netz stabil zu halten. Im Juni 2019 kam es dreimal fast zu Zusammenbrüchen. Umgekehrt viel am dritten Maiwochenende des selben Jahres soviel Wind- und Sonnenstrom an, dass die Vernichtung des Überschussstromes € 130 Mio. kostete.
8. Um die 3'000 MW der AKW der Schweiz mit Windrädern zu ersetzen sind rund 6'000 Stück notwendig. Sie beanspruchen eine Fläche von über 600 km<sup>2</sup> (Thurgau 970 km<sup>2</sup>). 1'000 Windräder vermögen lediglich 3% des gesamten Energieverbrauches abzudecken. Gemäss heutigem Stand der Technik, können die AKWs nicht mit Windstrom ersetzt werden, geschweige denn etwas zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses beitragen.
9. Um die AKWs mit Solarpanels zu ersetzen wäre ein Fläche von 220 km<sup>2</sup> erforderlich. Das ist ein 700 m breites Band von Genf bis Bregenz.
10. Ein Traktor mit 500 PS und einem Gewicht von 13 t vermag die selbe Arbeit zu leisten wie ein Windrad mit einem Gewicht von 7'000 t und das erst noch bedarfsgerecht.
11. Deutschland hat 30'000 Windräder in Betrieb, 540 km<sup>2</sup> Photovoltaikanlagen und erzeugt auf 40'000 km<sup>2</sup> Biosprit. Das sind 30% der Stromproduktion und 3% des Gesamtenergieverbrauches. Die aufgelaufenen Kosten betragen 500 Mrd. Jährlich fallen weitere € 25 Mrd. an. Die Speicherung ist nach wie vor ungelöst. Man rechnet deshalb mit Endkosten von über 1 Billion. Pro Haushalt mit 4 Personen wurden € 25'000 aufgewendet. Es hat den teuersten Strom von Europa; 34 Rappen pro kWh (Kapitel 13).
12. Sigmar Gabriel an einem Vortrag vom 17. April 2014
  - Die Wahrheit ist, dass wir auf allen Feldern die Komplexität unterschätzt (schöngeredet) haben.
  - Die Wahrheit ist, dass die Energiewende kurz vor dem Scheitern steht.
  - Für die meisten Länder sind wir die Bekloppten

## 2. Vorwort

Im Jahre 2017 haben 58% der Stimmenden der Energiewende 2050 zugestimmt. Den Ausschlag dürfte der Reaktorunfall von Fukushima im Jahre 2011 gegeben haben. Auch ohne diesen Unfall wäre der Bau eines neuen AKWs oder eines Staudammes politisch kaum denkbar. Zu gross sind die Widerstände. Die Energiewende hat zum Ziel:

1. Ausstieg aus der Atomenergie
2. Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses

Die Frage lautet: Können mit den zur Zeit zur Verfügung stehenden technischen Mitteln (Wind- und Sonnenstrom) die Atomwerke stillgelegt und der CO<sub>2</sub>-Ausstoss reduziert werden?

Im Abstimmungsbüchlein versprach der Bundesrat, dass die Energiewende Fr. 40.-pro Haushalt und Jahr kosten werde. Der deutsche Bundeminister für Reaktorsicherheit Jürgen Trittin versprach 13 Jahre früher, dass die Energiewende in Deutschland für eine Kugel Eis pro Monat und Person zu haben sei. In der Zwischenzeit hat Deutschland knapp 30'000 Windräder und 540 km<sup>2</sup> (Grösse Bodensee) Photovoltaikanlagen in Betrieb genommen sowie 41'000 km<sup>2</sup> Kulturland für die Erzeugung von Biosprit gepflanzert. Das Land ist der Schweiz bezüglich Energiewende rund 20 Jahr voraus. Das vorläufige Ergebnis von Nutzen und Ertrag liegt vor. Darüber muss nicht mehr spekuliert werden. Es ist deshalb ratsam, sich die Erfahrungen Deutschlands zu eigen zu machen, auch wenn sie ziemlich unbequem sind. Tschechien hat dies getan und im Sommer 2019 dem europäischen Parlament mitgeteilt, dass es nicht gewillt sei, «den deutschen, ökologisch und ökonomisch unsinnigen Weg» zu beschreiten. Schweden hat schon früher bekanntgegeben, dass es seine 10 AKWs erhalten und wenn nötig ersetzen werde, usw. Aktuell beschreiten Deutschland und die Schweiz einsam einen eigenen Weg. Der Rest schaut etwas ratlos und ungläubig zu. Um auf keine Spekulationen angewiesen zu sein, wird deshalb nachfolgend immer wieder ein Blick auf den Stand der Energiewende in Deutschland geworfen.

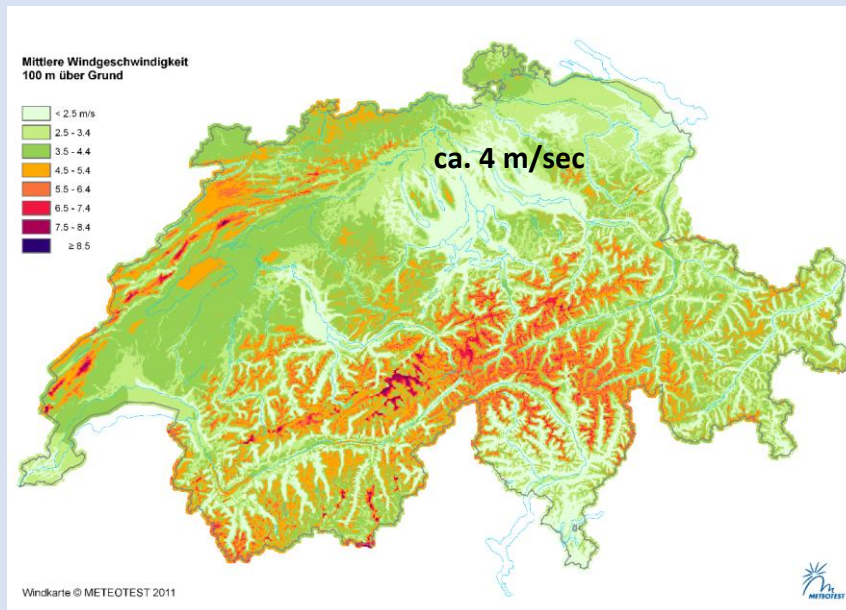
Aufgrund des Standes der Technik kommen nur die Windkraft und die Sonnenenergie als alternative Stromerzeuger in Frage. Nachfolgend wird, aus aktuellem Anlass, nur auf die Möglichkeiten und Grenzen der Windkraft eingegangen. Für die Photovoltaik gilt Ähnliches. Sie eignet sich eher für die autonome Stromversorgung von kleinen Einheiten, z.B. eines Einfamilienhauses. Hier ist eine Speicherung mittels Batterie noch möglich. Wegen des unkontrolliert anfallenden Stromes können dank der Batterie Störungen im Netz verhindert werden.

## 3. Der erste Schritt

Der Bund hat die Kantone aufgefordert, raumplanerische Vorkehrungen zu treffen, die den Bau von Windrädern ausserhalb des Baugebietes ermöglichen. Er wünscht sich, dass alle Kantone ihren «solidarischen» Beitrag dazu leisten. Diese Einengung hat Deutschland nicht gemacht. Damit besteht die Gefahr, dass Windräder auch an weniger guten Standorten gebaut werden müssen. 90% der deutschen Windräder befinden sich nördlich von Berlin, schwergewichtig an der Nordseeküste. Die negativen Konsequenzen unserer Entscheidung, die Lasten gleichmässig zu verteilen, sind grösser als auf den ersten Blick ersichtlich.

## 4. Die Windverhältnisse in der Schweiz und deren Konsequenzen; das V<sup>3</sup>-Gesetz

Seit Jahrzehnten werden in der Schweiz in weit über hundert Stationen Wetterdaten gemessen und gesammelt. Für eine erste Einschätzungen genügen diese Werte. Die Stellen nach dem Komma sind vorerst nicht von Belange.



GRÜN bedeutet mittlere Windgeschwindigkeit von weniger als 4.5 m/sec, entspricht 16 km/h

Die mittlere Windgeschwindigkeit an Deutschlands Nordseeküste beträgt 8 m/sec. Das ist rund das doppelte gegenüber den Verhältnissen hierzulande. Was das bedeutet, besagt das sogenannte  $V^3$ -Gesetz:

### Die Energie nimmt in der dritten Potenz zur Geschwindigkeit ab oder zu.

Zweifache Geschwindigkeit bedeutet somit 8-fache Leistung, bzw.  $1/8$  davon. Das selbe Windrad im Thurgau leistet nur  $1/8$  gegenüber jenem an der Nordseeküste. Das ist doch recht ernüchternd. Selbst unter den weitaus günstigeren Windverhältnissen funktioniert in Deutschland die Energiewende nur dank grosszügigen Subventionen.

Standort	Windgeschwindigkeit Jahresmittel (m/sec)
Aadorf, Tänikon	2.3
Güttingen	2.7
Hörnli	4.7
St. Gallen	2.5
Steckborn	3.4
Zürich	2.5

## 5. Der Jahresnutzungsgrad oder die Volllaststunde

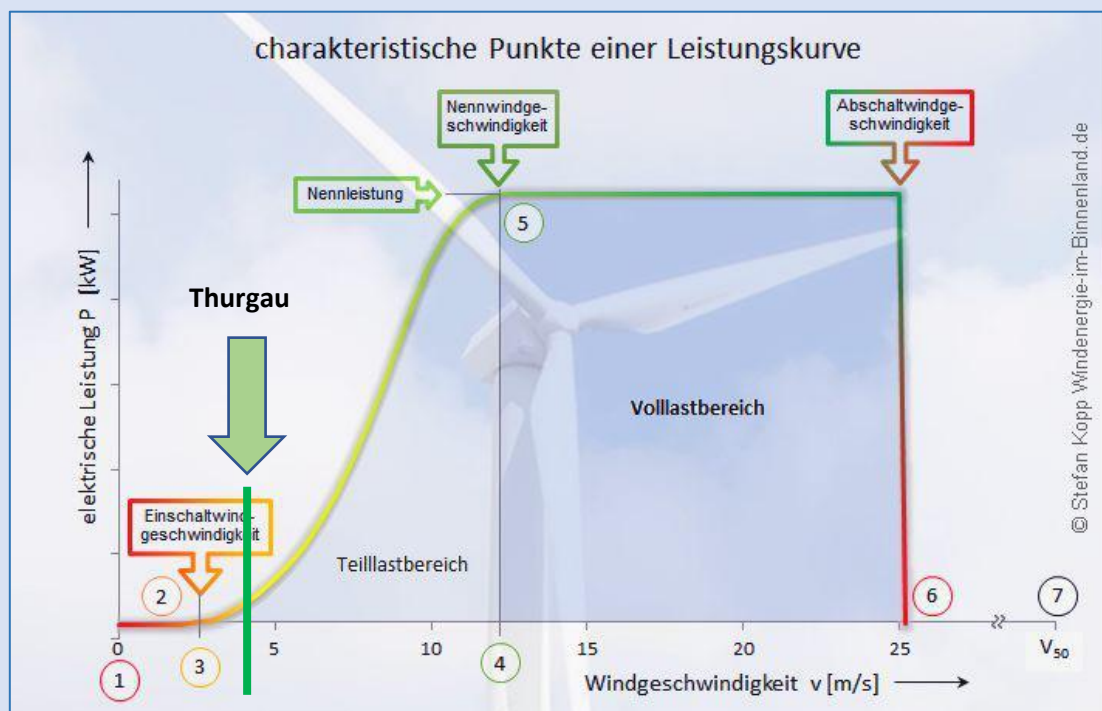
Stromerzeuger werden in einem allgemein anerkannten Rating bezüglich ihrer Auslastung verglichen. Das Resultat ist die sogenannte «Volllaststunde». Ein Kühlschrank hat eine 100%ige Auslastung. Er läuft 24 Stunden im Tag und 365 Tage im Jahr. Ganz anders der Eierkocher, bezogen auf die 8'760 Stunden eines Jahres ist er nur zu einem Bruchteil in Betrieb. Weil die Ergiebigkeit eines Windrades von der Windstärke abhängt, zählt man nicht die Stunden, an denen sich das Rad dreht, sondern man bildet den Quotienten zwischen dem erzeugten Strom (elektrische Arbeit in kWh) und der Nennleistung einer

Anlage (kW) und erhält als Resultat «Stunden». Diese setzt man ins Verhältnis (%) zu den 8'760 Stunden eines Jahres.

Energiequelle	Jahresnutzungsgrad (%)
Geothermie	95
Kernenergie	88
Windkraft Offshore (Meer)	30 – 50
Windkraft Onshore (Schweiz)	16
Photovoltaik	12

Die 60 Windräder in der Schweiz laufen durchschnittlich 1'400 Stunden im Jahr in Volllast, Solaranlagen nur gut 1'000 Stunden.

Diese magere Ausbeute von Wind und Sonne hat erhebliche Auswirkungen auf das künftige Versorgungskonzept. Leider scheut man sich, diesbezüglich genau hinzuschauen.

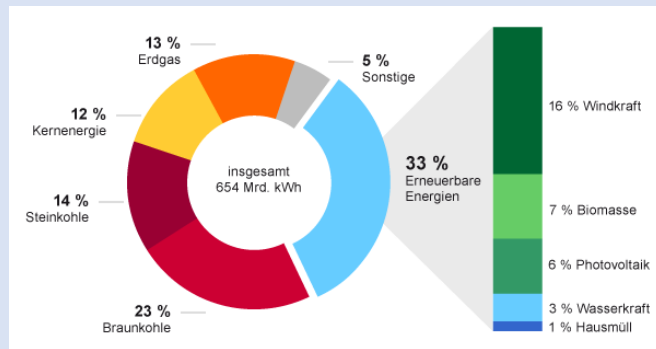


Im Thurgau liegt die durchschnittliche Windgeschwindigkeit nur wenig über der Einschaltgeschwindigkeit. Der Betrieb im Volllastbereich ist deshalb die Ausnahme, entsprechend mager wird die Ausbeute sein. 3) = 11 km/h 4) = 14.5 km/h 6) = 90 km/h

## 6. Sich nicht täuschen lassen...

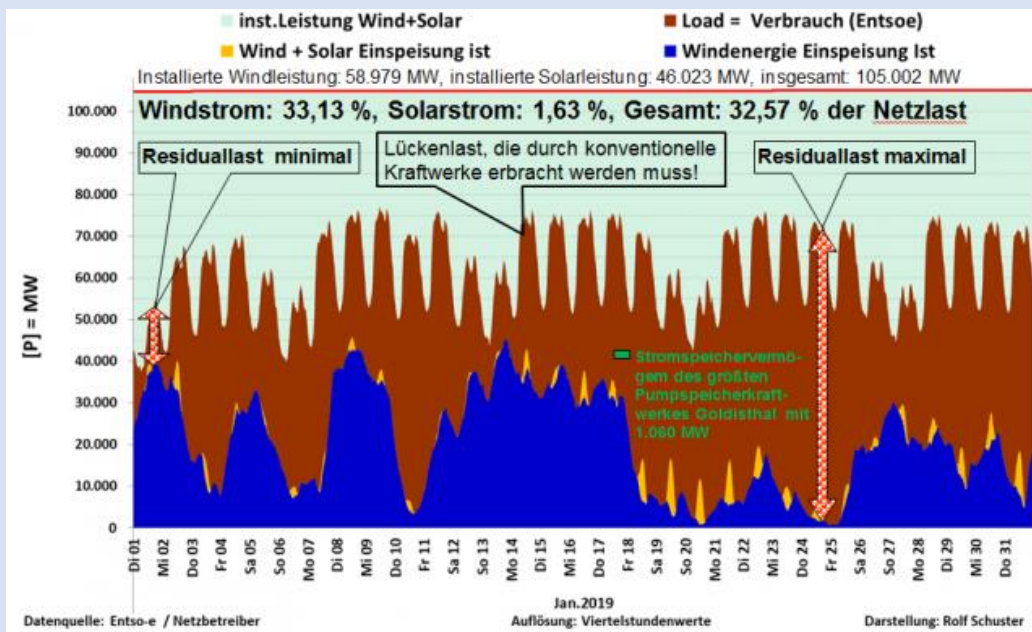
Wer Visionen hat, drückt sich gerne davor, die Sache fertig zu denken. Der deutsche Spitzenpolitiker Sigmar Gabriel räumte am 17 April 2014 ein, «Die Wahrheit ist, dass wir auf allen Feldern die Komplexität der Energiewende unterschätzt (schöngeredet) haben». Diesem Irrtum unterlag leider auch der Bundesrat. Er hat wider besseres Wissen, im Abstimmungsbüchlein die Kosten der Energiewende mit Fr. 40.-/Haushalt und Jahr versprochen. Die bis jetzt aufgelaufenen Kosten von Deutschland finden Sie auf Seite 13.

Ein regelmässiger Irrtum in den Berichterstattungen sind die Diagramme bezüglich des Strommixes.



Strommix Deutschland 2017. Anteil der erneuerbaren Energie, 33%.

Der übliche Kommentar zur Graphik verleitet zu der Annahme, man könne nun 33% Atom- oder Kohlekraftwerke vom Netz nehmen. Der Anteil von 33% trifft nur an ein paar Tagen im Jahr zu. Im Winter fällt der Anteil bis unter 5% und im Sommer überschiesst er. Beides hat Konsequenzen. Fällt der Anteil, muss die Lücke mit konventionellen Stromerzeugern aufgefangen werden; d.h. deren Kapazitäten können erst abgebrochen werden, wenn die Speicherung gelöst ist. Das ist nicht gratis. Überschiesst die Produktion die Nachfrage, muss der zuvor subventionierte Strom «entsorgt» werden. Das führt dazu, dass er zu einem Negativpreis verhökert wird. Eine solche Zwangsmassnahme verursachte in Deutschland über ein Wochenende im Mai 2019 Kosten von € 130 Mio.



### Deutschlands Strommix im Januar 2019

BLAU: Windenergie / GELB: Solarstrom / BRAUN: erforderlicher, konventioneller Strom (Gas, Kohle).

Selbst bei einer dreifachen Kapazität von Wind und Sonne, hätte dies in der Woche vom 19. bis 25. Januar bei weitem nicht gereicht. Die Ausbeute der Sonnenenergie ist während den Wintermonaten bedeutungslos. Das winzige grüne Rechteck in der Mitte ist die Kapazität des grössten deutschen Pumpspeicherbeckens Goldisthal (Seite 9).

## 7. Die Energiedichte – «Das-auf-den-Punkt-bringen»

Von der Energiedichte ist selten die Rede. Sie ist jedoch massgeblich für die entsprechenden Energiekosten verantwortlich. Die Dichte ist das eine, «Das-auf-den-Punkt bringen» das andere. Wasser ist 800-mal schwerer als Luft. Entsprechend gross ist dessen Leistung gegenüber dem Wind. Ein Wasserrad dreht sich schon bei wenig Wasser und geringer Fliessgeschwindigkeit. Das funktioniert mit dem Wind nicht. Die Wasserkraft kann an einem Punkt gefasst und in Energie umgesetzt werden. Im Sihlsee sammelt sich das Wasser eines Einzugsgebietes von 156 km<sup>2</sup>. Dazu genügt ein Damm von 123 m Länge und 33 Metern Höhe. Der Wind muss an Ort und Stelle «einzeln eingesammelt» werden. Ein Rotor eines Windrades deckt ungefähr eine Fläche von 1 Hektar ab. Dazu sind 7'000 Tonnen Material nötig und eine Zufahrtsstrasse für Schwertransporte.

Die fünf AKWs der Schweiz erzeugen pro Jahr 25 Milliarden kWh oder 2.5 GWh die vergleichbaren Ressourcen anderer Energieerzeuger

5 AKW	625 Tonnen Natururan
Erdgas	4'250'000 Tonnen
Solarpark	220 km <sup>2</sup>
Windräder	6'200 Stk.

### Flächenbedarf

- Die 220 km<sup>2</sup> Solarpanel entsprechen einem Band zwischen Genf und Bregenz von 700 m Breite
- Die 6'200 Windräder beanspruchen eine Fläche von 620 km<sup>2</sup> (Kanton Thurgau 970 km<sup>2</sup>)
- Die fünf AKW beanspruchen 3 km<sup>2</sup>.

## 8. Die Speicherung

Die Auslastung von Windrädern beträgt 16% (siehe Seite 5, die Volllaststunde). Um 100% zu erreichen, muss:

1. Die sechsfache Kapazität installiert werden.
2. Die entsprechende Speicherung bereitgestellt werden.

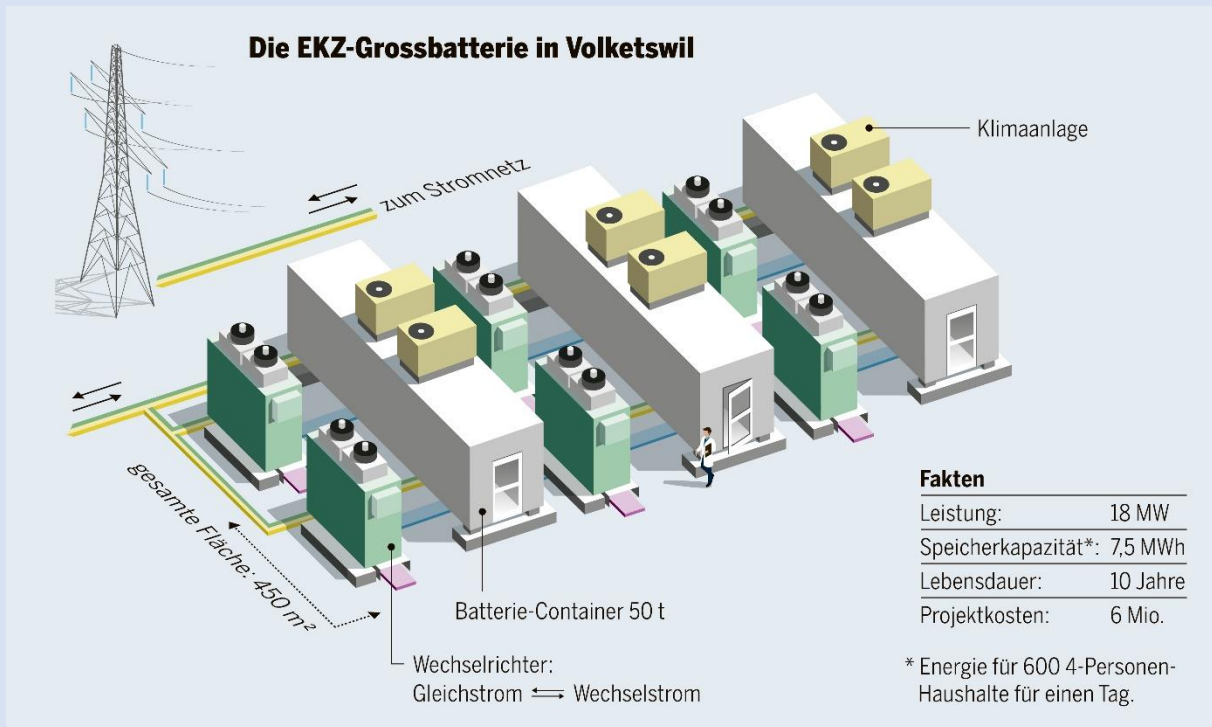
Geht der Wind, beliefert eine Einheit das Netz direkt. Die übrigen fünf Einheiten füllen während dieser Zeit den Speicher. Bei Flaute wird der Strom mit dem gespeicherten Wasser über eine Turbine erzeugt. Der Verlust beträgt dabei 20%.

### 8.1 Batterien

2018 konnte das Elektrizitätswerk Zürich in Volketswil die grösste Batterie der Schweiz in Betrieb nehmen. Sie hat eine Kapazität von 7.5 MWh und kostete Fr. 6 Mio. Sie liefert primär Regel-Energie. Das ging aus der Berichterstattung nicht klar hervor. Regel-Energie dient dem Auffangen von kurzzeitigem Spannungsabfall im Netz, d.h. um das Netz zu stabilisieren. Bereits der Abfall um 1 Herz der Spannung würden das Netz grossräumig zusammenbrechen lassen.

Zum Vergleich: Ein kleines AKW hat eine Leistung von 1'000 MWh. Es ist somit in der Lage innerhalb von 27 Sekunden die Strommenge dieser Batterieanlage zu liefern.





In Arbon plant das EKT eine ähnliche Anlage mit einer Kapazität von 2.5 MWh. Das wären dann 7 Sekunden. Damit wird klar, dass Batterien für die stunden- oder tagelange Versorgung nicht geeignet sind. Der Hinweis auf der Grafik, dass damit 600 Haushalte während eines Tages versorgt werden könne, tönt gut – nur, man kann über das Netz nicht selektiv Strom zuteilen. Der nächstliegende Grossbezüger würde die Batterie in kurzer Zeit leeren.

## 8.2 Pumpspeicherbecken

Wie unter «Speicherung» aufgeführt, müssen 5/6 der Kapazität für die Speicherung eingesetzt werden. In einem ersten Schritt wird der anfallende Strom dazu benutzt, das Pumpspeicherbecken mit Wasser zu füllen, d.h. dieser Strom kann nicht verkauft werden. Die Produktionskosten dienen lediglich dazu, Wasser auf ein höheres Niveau zu befördern. Das ist im Grunde genommen in einem Land wie der Schweiz – Unsinn. Im zweiten Schritt wird das Wasser in einem Becken gelagert. Das Becken gemäss Bild kostete € 623 Mio.



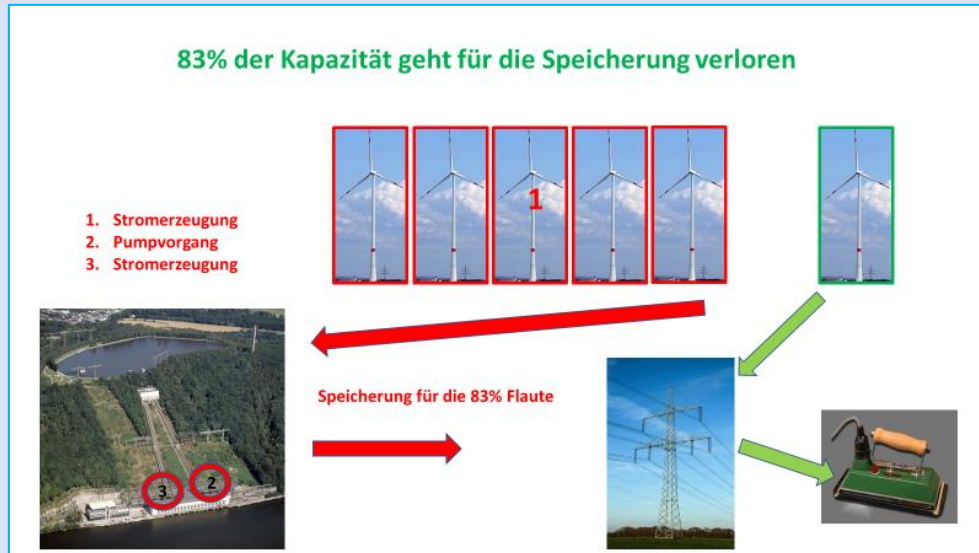
### Pumpspeicherbecken Goldisthal (DE)

Fläche	0.55	km <sup>2</sup>
Volumen	19 Mio.	m <sup>3</sup>
Leistung (= Gösgen)	1'060	MW
Kapazität	8'500	MWh

Bei voller Leistung ist das Becken in 8 Stunden geleert.

Im dritten und letzten Schritt wird mit dem hochgepumpten Wasser eine Turbine angetrieben. Es sind somit drei zusätzliche Arbeitsgänge nötig. So zu tun, als ob die Energie mit dem hochgepumpten Wasser immer noch da wäre, ist irreführend.

## Energie kann man nicht erneuern – verbraucht ist verbraucht!



GRÜN: Die einfache Einspeisung / ROT: der Umweg über die kostenintensive Speicherung

## 9. Die Technischen Daten

Die Entwicklung schreitet zügig voran, d.h. Windanlagen werden immer grösser und damit höher. 200 Meter Gesamthöhe sind Standard – allerdings, je grösser eine Anlage, desto mehr Wind ist erforderlich, um die Anlage anzuschleppen. Der schwache Wind hierzulande, setzt der Grösse und Höhe eine natürliche Grenze.

Gesamthöhe	200	m
Turm, Ø 16.5 Meter	135	m
Rotor Durchmesser	130	m
Fundament, 1'300 m <sup>3</sup>	Ø 20 – 30	m
Maschinenhaus	18 x 6 x 6	m
Gesamtgewicht	7'000	t
Windgeschw.; Teillast	Ab 15	km/h
Windgeschw.; Volllast	40 – 90	km/h
Platzbedarf	10 Stück/km <sup>2</sup>	
Geschw. Rotorspitze	>350	km/h
Leistung	2.5	MW
Jahresproduktion	3.5	GWh

Ein Traktor mit einem 500 PS Motor wäre theoretisch in der Lage, annähernd die selbe Menge Strom zu erzeugen wie eine Windrad und das erst noch bedarfsgerecht bei lediglich 2% des Gewichtes.

Die ersten Windräder sind inzwischen 20 Jahre alt geworden. Den grössten Verschleiss haben die Rotoren. Aktuell werden in Deutschland mehr Anlagen vom Netz genommen als neu erstellt. Nach 20

Jahren laufen dort die Subventionen aus. Offensichtlich lohnt sich die Investition für die Aufrüstung nicht mehr. 2026 wird die Hälfte der Windanlagen in Deutschland (14'000 Stück) die kritische Altersgrenze erreicht haben. Inzwischen wurde das Abstandsgesetz verschärft. Das bedeutet, dass wegen der Nichteinhaltung des Abstandes zu Siedlungen, einige ältere Anlagen nicht mehr aufgerüstet werden können.

Man darf gespannt sein, wie sich die Sache entwickeln wird. Der Zenit ist überschritten, noch bevor das Konzept überhaupt fertig gestellt werden konnte.

## 10. Kritische Netzsicherheit



Wind und Sonne liefern nicht kalkulierbaren Strom. Man spricht deshalb von Zappel- oder Flatterstrom. Wie soll damit der regelmässige Grundlaststrom der AKWs ersetzt werden? Wie schon erwähnt, wäre für einen gleichwertigen Ersatz die Speicherung erforderlich. Davon ist man jedoch meilenweit entfernt. Das hat Auswirkungen auf die Netzsicherheit. Produktion und Abnahme müssen in jedem Augenblick im Gleichgewicht sein. Eine Pufferung ist nicht möglich. Das setzt eine aufwändige und ausgeklügelte Regulierung voraus, der jedoch Grenzen gesetzt sind. Die Frequenz von 50 Hertz darf nicht unter 49 Hertz fallen, sonst bricht das Netz zusammen. Das Hochfahren kann bis zu einem Tag dauern. Die Folgen wären, dass tonnenweis gekühlte Lebensmittel vernichtet werden müssten – Patienten an überlebenswichtigen Apparaturen gefährdet wären und Computer, Bankomaten, Lifte, die Verkehrsregulierung usw. ausfallen würden. Je grösser der Anteil an erneuerbaren Energien ist, desto grösser wird das Risiko. Im Juni 2019 stand das deutsche Netz dreimal vor dem Kollaps und konnte nur mit Hilfe von umliegenden Ländern knapp gehalten werden. Das Regulieren der regelmässig anfallenden Unterspannung kostet die Bundesrepublik regelmässig jährlich € 1 Mrd. Kostet eine Megawattstunde normalerweise auf dem Markt € 100, stieg sie im Juni 2019 auf € 40'000.-!

**Je mehr Kern-, Gas- und Kohlekraftwerke abgeschaltet werden, desto unsicherer wird die Versorgungslage.**

## 11. Erwartungen

Die Möglichkeiten der erneuerbaren Energieträger, sich am Energieverbrauch zu beteiligen, sollen am Gesamtenergieverbrauch gemessen werden, weil die Energiewende den gesamten Energiebedarf und nicht nur den Ersatz der AKWs betrifft.

### Energieverbrauch der Schweiz insgesamt

Energieträger	Terajoule (10 <sup>12</sup> )	Anteil (%)
Strom	210'000	25
Erdöl	418'000	49
Gas	119'000	14
Kohle	5'000	0.7
Holz, Fernwärme	71'000	8
Erneuerbare	20'00	2.4
Wind	4'000	0.6
Sonne	2'500	0.3
<hr/>		
Total	489'500	
1'000 Windräder	15'700	

Tausend Windräder vermögen gerade einmal knapp 3% des Gesamtenergieverbrauches abzudecken, sofern die Speicherung funktioniert. Der Deutsche Ökonom Prof. Hans Werner Sinn befürchtet, «dass mit der Energiewende die Energieversorgung an die Wand gefahren werde».

## 12. Ästhetik, Gesundheit

Am 26. September 2018 konnte man von der damaligen Bundesrätin Doris Leuthard lesen, «mir gefallen Windräder». Was will man da noch sagen?

Anlagen in Deutschland und Frankreich stehen meist in grossen Ebenen. Man sieht sie oft nur aus Distanz. Entsprechend moderat wirken sie. Standort wie der Seerücken, Wellenberg und ähnliche Hügel sind rund 200 Meter hoch. Die Windanlage misst dann noch einmal 200 Meter, so dass sich solche Räder 400 Meter über den See oder das Thurtal erheben und aus nächster Nähe zu sehen sind. Die gesundheitlichen Auswirkungen sind umstritten. Es scheint, dass, ähnlich wie bei den Handyantennen, nicht alle gleich empfindlich reagieren.

## Der stille Lärm der Windturbinen

Was man nicht hören kann, kann auch nicht schaden. Mit diesem Argument bestreitet die Windindustrie, dass der Infraschall von Windrädern krank macht. Möglicherweise macht sie es sich zu einfach.

Es kursiert in Deutschland der Begriff der «Windpark-Flüchtlinge»

Ultraschall liegt über dem Hörbereich des Menschen, Infraschall darunter,  $\leq 60$  Herz. Die Schalldruckwelle breitet sich aus, ob wir sie hören oder nicht. Sie wirkt auf den Körper. Langwellige Energie pflanzt sich kilometerweit aus und durchdringt auch dicke Wände. Es ist deshalb möglich, dass Beschwerden auftreten, auch wenn man den Ton nicht hört. Es ist von Schlaflosigkeit, Kopfschmerzen, Konzentrationsstörungen und von aggressiveren Tieren die Rede.

Es sind noch Abklärungen nötig. Das Ergebnis hat dann allerdings Auswirkungen auf den Abstand zu Siedlungen. Grundsätzlich gilt:

### Je grösser der Abstand – desto sicherer

Bayern und betroffene Planungsgebiete verlangen einen Abstand von der 10-fachen Höhe der Windräder. Das wären dann rund 2 km.

## 13. Die Kosten

Die Einspeisevergütung beträgt  $\approx 21$ /kWh, bei einem Marktwert von 4 bis 5 Rappen. Das Rad Haldenstein vor Chur produziert jährlich für rund Fr. 200'000.- Strom (Marktwert) und erhält dafür weit über Fr. 800'000.- an Subventionen.

Über die Kosten finden sich nur wenige Angaben. Für die Hauptinvestition ist die Rede von Fr. 1'300.-/kW und für die Nebenkosten (Planung, Netzanschluss, Erschliessung) Fr. 400.-/kW. Das macht pro Rad ca. 4.5 Mio. Für die rund 6'000 Räder, welche für die Aufhebung der AKWs nötig sind, ergeben sich Kosten von Fr. 25 - 30 Mrd. Für die Speicherung dürfte noch einmal ein ähnlicher Betrag anfallen.

Für den Verbraucher sind jedoch die Subventionen von Bedeutung und der anschliessende Bezugspreis.

Hier eine Übersicht der Energiewende von Deutschland, Stand 2020:

### Erstellte Anlagen / Kosten

Windräder	30'000	Stück
Photovoltaikanlagen	540	km <sup>2</sup>

Bio-Sprit; Flächenbedarf	40'000	km <sup>2</sup>
Anteil an der Stromversorgung	30	%
Anteil am Gesamtenergiebedarf	3	%
Aufgelaufene Kosten	€ 500	Mrd.
Jährliche Kosten	€ 30	Mrd.
Strompreis / kWh	€.-33	kWh
Vorläufige Kosten-Prognose	≥1	Billionen
Aufgelaufen pro Haushalt, 4 Pers.	€ 25'000	

Bezogen auf die Gesamtenergiemenge bedeutet der bisherige enorme Aufwand lediglich einen Tropfen auf den heissen Stein. Selbst Regierungskreise in Deutschland sprechen offen vom Scheitern:

Sigmar Gabriel:

- «Die Wahrheit ist, dass die Energiewende kurz vor dem Scheitern steht».
- «Die Wahrheit ist, dass wir auf allen Ebenen die Komplexität unterschätzt (schöngeredet) haben».
- «Für die meisten Länder sind wir die Bekloppten».

Die Ankündigung von Jürgen Trittin 2004, die Wende sei mit einer Kugel Eis im Monat geschafft, tönt wie ein Hohn – unverständlich ist, dass trotz den Erfahrungen von Deutschland, der Bundesrat 13 Jahre darnach die selbe Prognose stellte.

Deutschland hat mit Dänemark zusammen den teuersten Strom von Europa. Ironischerweise wurde es im Sommer 2019 von der EU gemahnt, zu wenig für den Klimawandel getan zu haben. Wegen der Abschaltung von AKWs mussten vermehrt Gas und Kohle eingesetzt werden.

Kein Wunder, hat sich bisher kein anderes EU-Land für diesen «unsinnigen» Weg entschieden, wie es der tschechische Ministerpräsident Andrej Babis 2019 nannte. Es scheint, dass hier zu Lande die Politiker resistent gegen unbequeme Fakten sind und bereit sind, den Weg «für eine gute Sache» bis zum bitteren Ende zu begehen.

## «Das politische Wollen ersetzt zusehends Physik und technische Regeln»

*H.J. Lüdecke*

Stettfurt, im Februar 2020