



Integratioun vu
regenerativen
Energien mat Fokus op
d'Wandenergie

Am UVU-Dossier gëtt eng fundamental Fro opgeworf :

(Scopingdokument Mee 2017)

Impakt an Potenzial

Projekt Nr. 1819-na-1111

Von dem geplanten Vorhaben gehen Wirkungen aus, die zu Impakten in Bezug auf einzelne Umweltmedien oder Schutzgüter führen können. Diese sind, absolut gesehen, prinzipiell negativer Natur. Bislang wurden diese Impakte isoliert dargestellt und betrachtet.

Umwelt-Verträglichkeits-Untersuchung (UVU) zum Bau und Betrieb des Windparks Mersch

Scopingdokument als Grundlage für die Abstimmung mit den Behörden auf Basis des modifizierten Gesetzes vom 10.06.1999 „relative aux établissements classés“ und des modifizierten Règlement grand-ducal vom 07.03.2003 „concernant l'évaluation des incidences de certains

für die
Soler
B.P. 37

L- 2010 Luxembourg



Extrait UVU Scopingdokument

Soler S.A. Stand 12.05.2017
Scopingdokument: UVU Bau und Betrieb des Windparks Mersch

5.6 Gesamtwirkungsabschätzung

Von dem geplanten Vorhaben gehen Wirkungen aus, die zu Impakten in Bezug auf einzelne Umweltmedien oder Schutzgüter führen können. Diese sind, absolut gesehen, prinzipiell negativer Natur. Bislang wurden diese Impakte isoliert dargestellt und betrachtet.

Kann ein Bedarf für das geplante Vorhaben nachgewiesen werden, der die zu erwartenden Impakte rechtfertigt?

5.6.1 Zu erwartende negative Impakte (Beispiel)

Folgende negative Impakte sind von dem Vorhaben zu erwarten:

Tabelle 4: Zu erwartende negative Impakte (Beispiel)

...
Betriebsphase (anlagen- und betriebsbedingte Wirkungen)		
Errichtung hoch aufragender Baukörper	Veränderung des Landschaftsbildes	hoch
...

Aussoen aus der UVU zum Bau und Betrieb des Windparks Mersch vom 19.02.2020 :

*„Bei den an den vorgesehenen Anlagenstandorten herrschenden Windverhältnissen könnten die zur Installation vorgesehenen sechs Windenergieanlagen **jährlich je Anlage weit mehr als 5.000.000 kWh/a** an elektrischer Energie CO₂-neutral erzeugen und in das Netz einspeisen. **In der Summe ergäbe sich eine Strommenge von mehr als 30.000.000 kWh/a**, respektive 30 GWh/a und einem entsprechenden Ersatz „konventionell“ erzeugten Stroms durch „Öko-Strom“, respektive einer CO₂-Emissionsminderung in einer Größenordnung von ca. 19.500 Tonnen/Jahr. **Mehr als 6.667 Haushalte könnten hierdurch ganzjährig vollständig mit Strom versorgt werden.***

*Den negativen Impakten stehen die dargestellten positiven Impakte gegenüber, die in Bezug auf energetische Sachverhalte und daraus resultierende Reduktionen treibhauswirksamer CO₂-Emissionen **als nicht unerheblich zu bezeichnen sind.***

Es kann davon ausgegangen werden, dass vor Ort ein ausreichendes Potential zum ökonomischen und ökologischen Betrieb des Windparks Mersch vorhanden ist.“

PERSPEKTIVEN A FROEN AM KONTEXT VUN ENGER VOLATILER ENERGIEWEND

FAKTENCHECK :

A wéi engem Verhältnes stinn Opwand a Notzen, negativ a positiv Effekter ?

Wéi e Potenzial huet d'Wandenergie ?

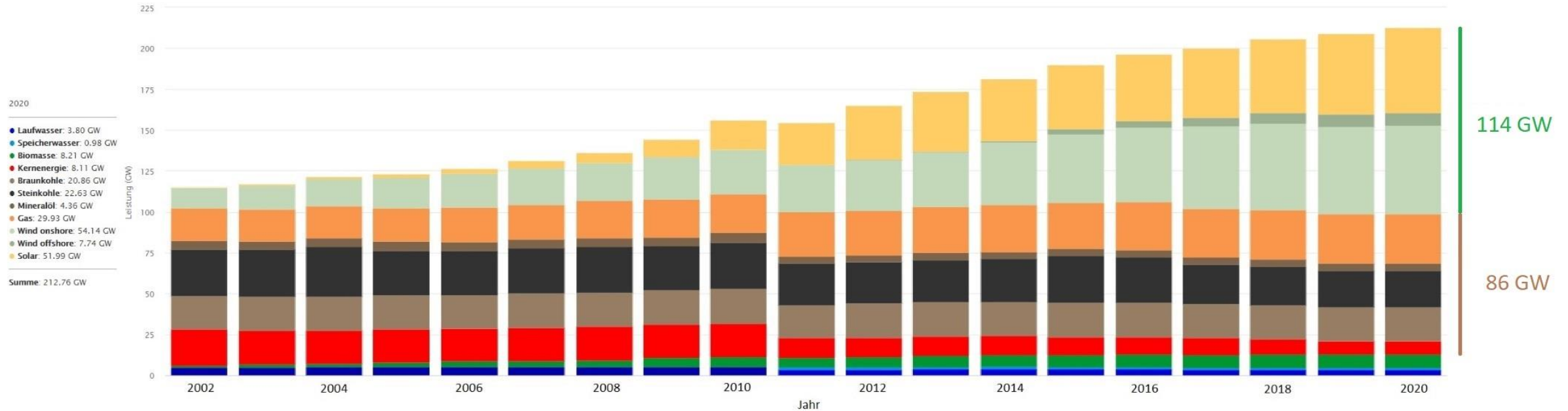
Wéi volatil ass d'Wandenergie ?

Wéi en Afloss op d'Volatilitéit hunn

- e méiglech héijen a wäit verbreeten Ausbau vun de Wandanlagen,
- den Ausbau vun Offshore Wandanlagen,
- Synergien mat der Fotovoltaik,
- e verstärkten Ausbau vun de Stroumnetzer,
- Smartgrid,
- Energiespäicher,
- eng Sektorkopplung,

esou dat eng grondlaaschtfäeg, bedarfsgerechten awer och ëmweltverdréiglech a wirtschaftlech Energieversuergung ouni konventionell Kraaftwierker ka séchergestallt ginn ?

Installierte Netto-Leistung zur Stromerzeugung in Deutschland

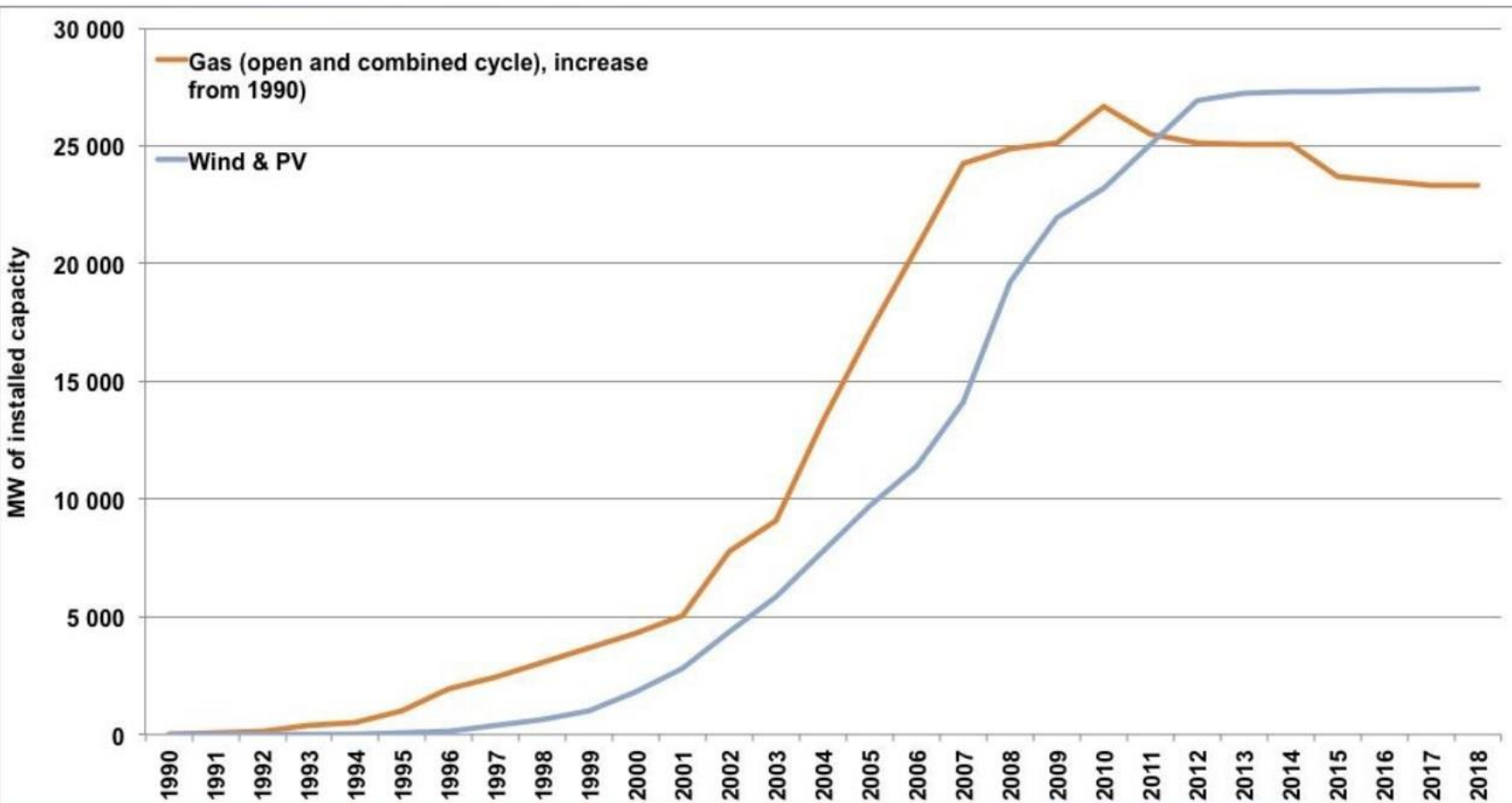


An Däitschland koom mat Wand- a Solaranlagen eng parallel Kraaftwierksstruktur dobäi, déi haut méi eng héich installéiert Nennleeschtung huet ewéi déi konventionell Kraaftwierksstruktur.

D'Nennleeschtung vu Wand- a Solaranlagen iwwersteigt largement d'Laascht vun de Verbraucher (ca. 40 bis 80 GW).

Op enger gesetzlecher Basis gi Wand- a Solarstrom héich subventionéiert (fest Aspeisetariffer onofhängeg vun Offer an Demande). D'Netzbedreier mussen dëse Strom virrangeg kafen an an d'Netz aspeisen.

Wiesou gëtt et dann iwwerhaupt nach konventionell Kraaftwierker ?



Puissance installée en Espagne en éolien et en gaz. Données RES Electrica.

AN DER PRAXIS GESÄIT EEN :

Den Ausbau vu volatile Stromquellen erfuerdert duebel Kraaftwierksstrukturen, haaptsächlech mat flexibelen thermesche Kraaftwierker :

- * Wéi eng Auswirkungen huet dës Strategie op Flächeverbrauch, Ressourcëverbrauch a Käschten ?

Den Ausbau vu volatile Stromquellen ersetzt also keng bestoend konventionell Kraaftwierker, mä just en Deel vun hirer Produktioun :

- * D'Produktiounskäschte vu volatile Stromquellen (LCOE) kann ee just mat de variable Käschten vu konventionelle Kraaftwierker vergläichen. Ass et vollekswirtschaftlech sënnvoll 1 MWh Wandstrom fir 80 Euro ze produzéieren an dobäi 1 MWh Atomstrom fir 10 Euro anzespieren ?
- * Ginn AKW méi sécher wa se manner Betriebsstonnen, also manner Revenuen hunn ?
- * Wat bréngt et dem Klimaschutz wann AKW wéinst der Versuerungssécherheet duerch Gaskraaftwierker ersat ginn ?

Stromproduktion in Deutschland im Januar 2017

Während bal zwou Wochen bleibt vun iwver 100 GW
Wand an Photovoltaik quasi näischt iwweg.

Datumsauswahl

Jahr: 2017

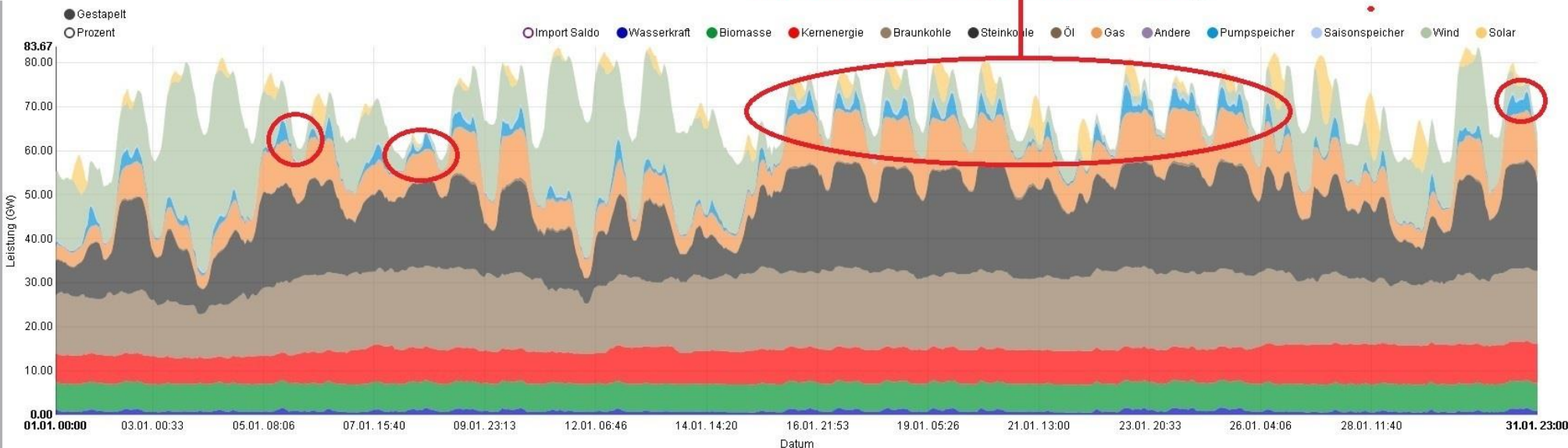
Monat: Januar

Woche:

Konv. >100MW
 alle Quellen
 Solar, Wind
 Import, Export

Laufwasser
 Kernenergie
 Braunkohle
 Braunkohle Block
 Steinkohle
 Öl
 Gas
 Müll
 Pumpspeicher
 Wind offshore
 Wind onshore

Drucken
Hinweise



Nettoerzeugung von Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung.
 Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, EEX
 letztes Update: 28 Feb 2017 23:11



Ronn 30.000 Wandanlagen an iwver 1,7 Milliounen Photovoltaikanlagen hu méi eng héich installéiert Nennleeschtung ewéi konventionell Kraaftwierker.

D'Landschaftsbild an Däitschland huet sech duerch eng technesch Iwwerformung op ville Plazen radikal geännert.

Trotz enormer finanzieller Förderung a prioritärer Aspeisung kënnen d'erneierbar Energien d'Energieversuergung bei wäitem net sécherstellen.

Stromproduktion in Deutschland im Januar 2017

Datumsauswahl

Jahr: 2017

Monat: Januar

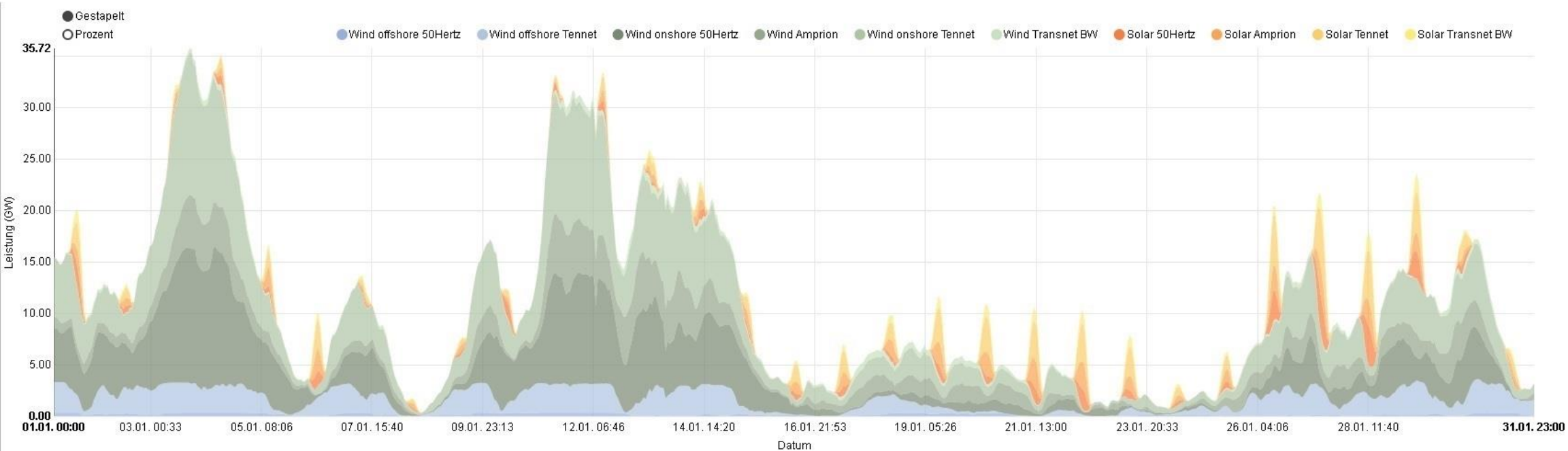
Woche:

- Konv. >100MW
- alle Quellen
- Solar, Wind
- Import, Export

- Laufwasser
- Kernenergie
- Braunkohle
- Braunkohle Block
- Steinkohle
- Öl
- Gas
- Müll
- Pumpspeicher
- Wind offshore
- Wind onshore

Drucken

Hinweise



Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, Netztransparenz.de
 letztes Update: 28 Feb 2017 17:09

Mat wéi engem Facteur muss een déi 30.000 Wandanlagen an 1,7 Milliounne Solaranlage multiplizéieren, fir op engverbrauchsgerechte Leeschtung vu ronn 60 GW ze kommen ?

30 GW mol 2 ? 10 GW mol 6 ? 0 GW mol Onendlech....?

Stromproduktion in Deutschland im Juli 2017

Datumsauswahl

Jahr: 2017

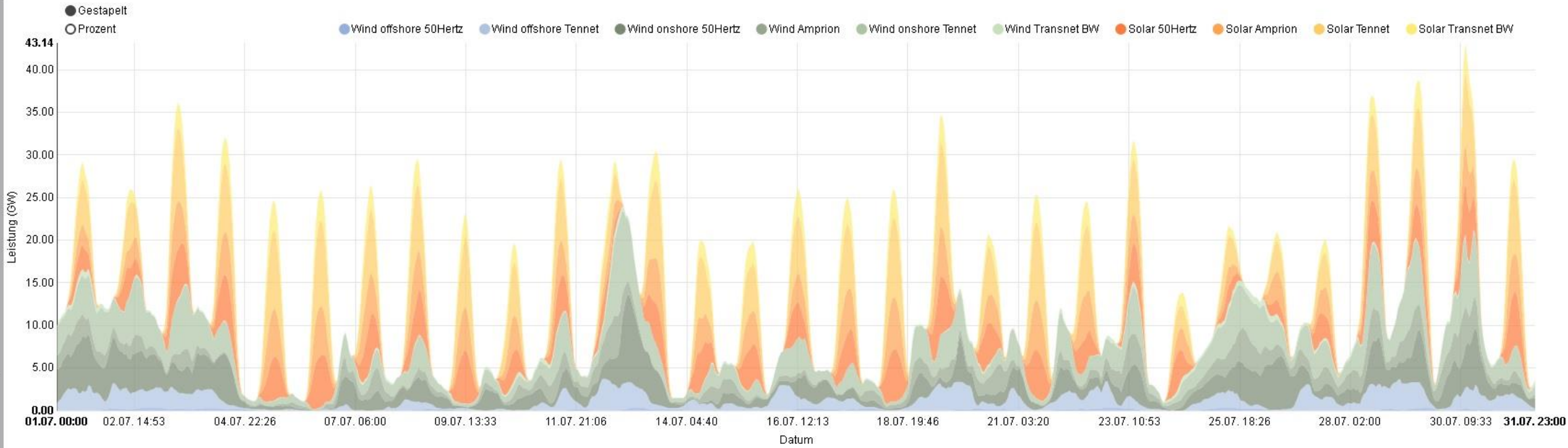
Monat: Juli

Woche:

- Konv. >100MW
- alle Quellen
- Solar, Wind
- Import, Export
- Laufwasser
- Kernenergie
- Braunkohle
- Braunkohle Block
- Steinkohle
- Öl
- Gas
- Müll
- Pumpspeicher
- Wind offshore
- Wind onshore

Drucken

Hinweise



Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, Netztransparenz.de
 letztes Update: 31 Aug 2017 17:22

Stromproduktion in Deutschland im Januar 2018

Datumsauswahl

Jahr: 2018
 << >>

Monat: Januar
 << >>

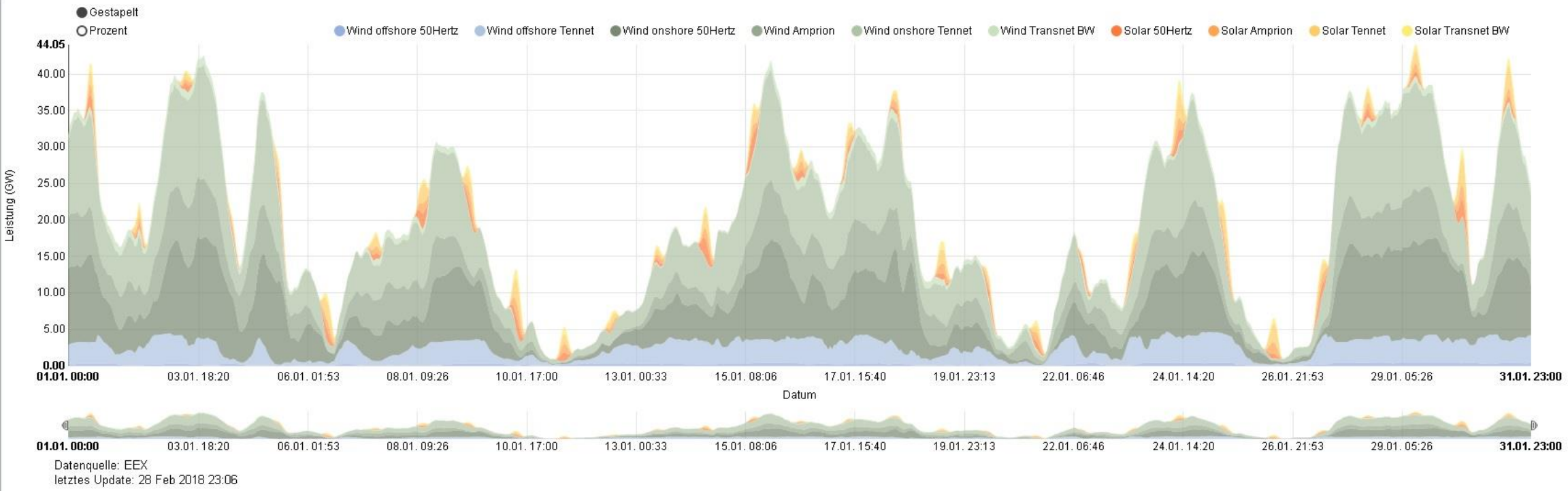
Woche:
 << >>

- Konv. >100 MW
- alle Quellen
- Solar, Wind
- Import, Export

- Laufwasser
- Kernenergie
- Braunkohle
- Braunkohle Block
- Steinkohle
- Öl
- Gas
- Müll
- Pumpspeicher
- Wind offshore
- Wind onshore

 Drucken

 Hinweise



Stromproduktion in Deutschland im Juli 2018


Datumsauswahl


Jahr:
2018

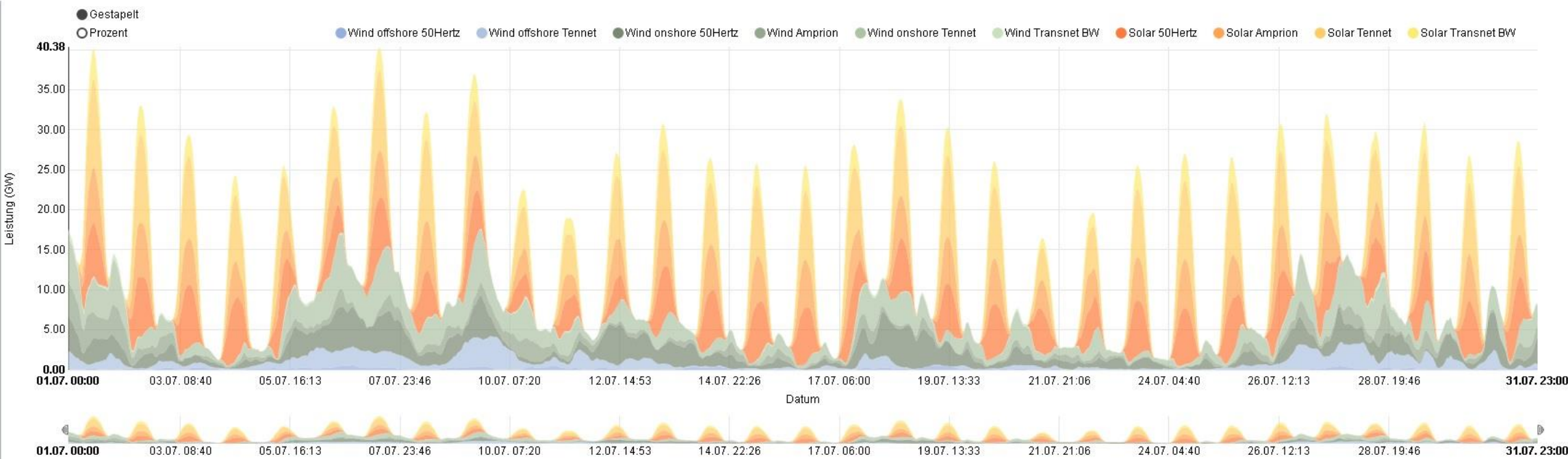
Monat:
Juli

Woche:

- Konv. >100 MW
- alle Quellen
- Solar, Wind
- Import, Export
- Laufwasser
- Kernenergie
- Braunkohle
- Braunkohle Block
- Steinkohle
- Öl
- Gas
- Müll
- Pumpspeicher
- Wind offshore
- Wind onshore

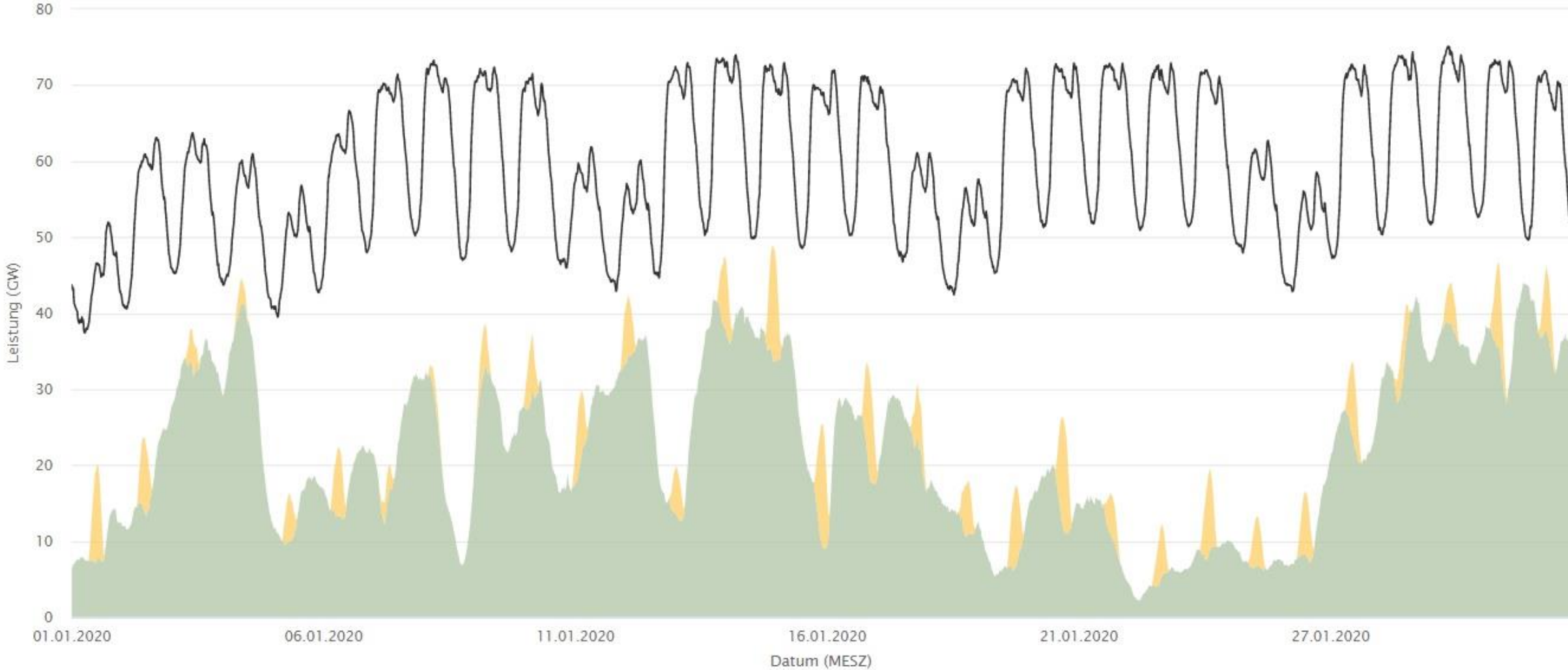
 Drucken

 Hinweise

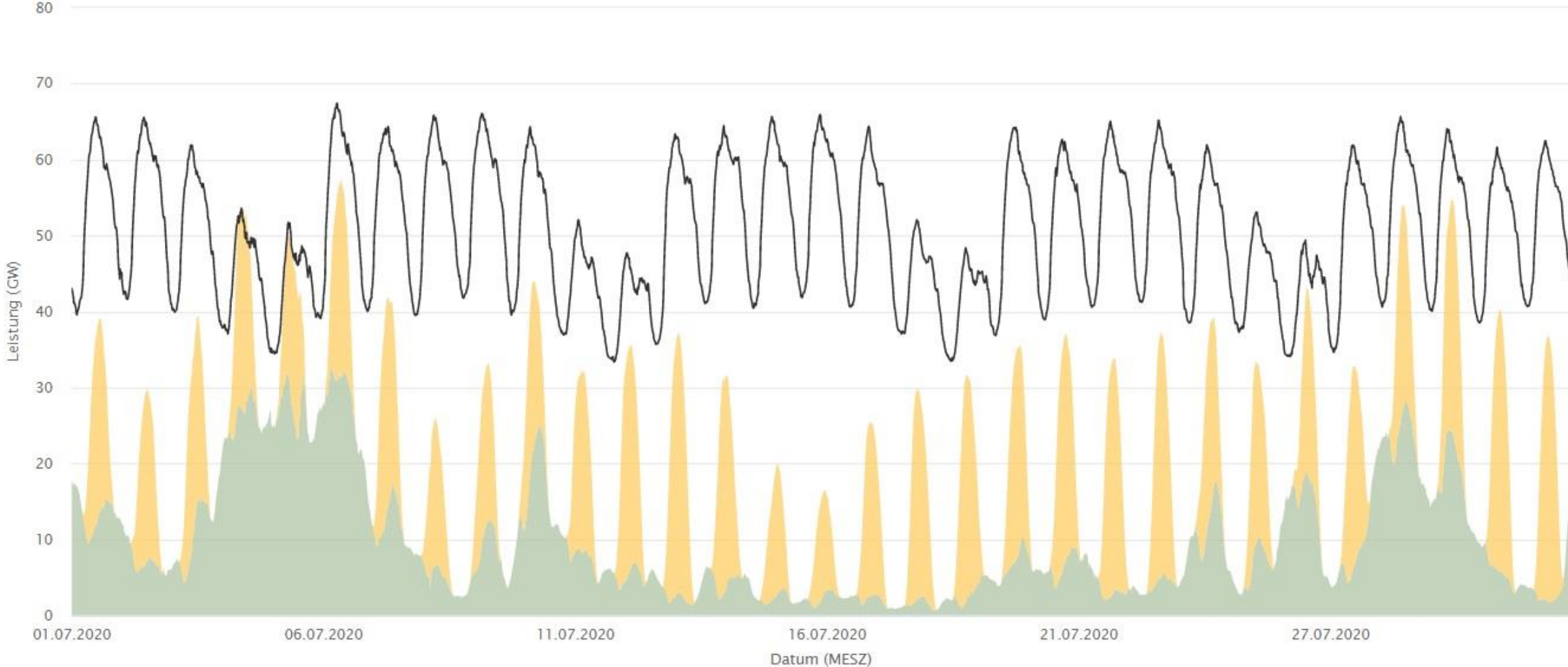


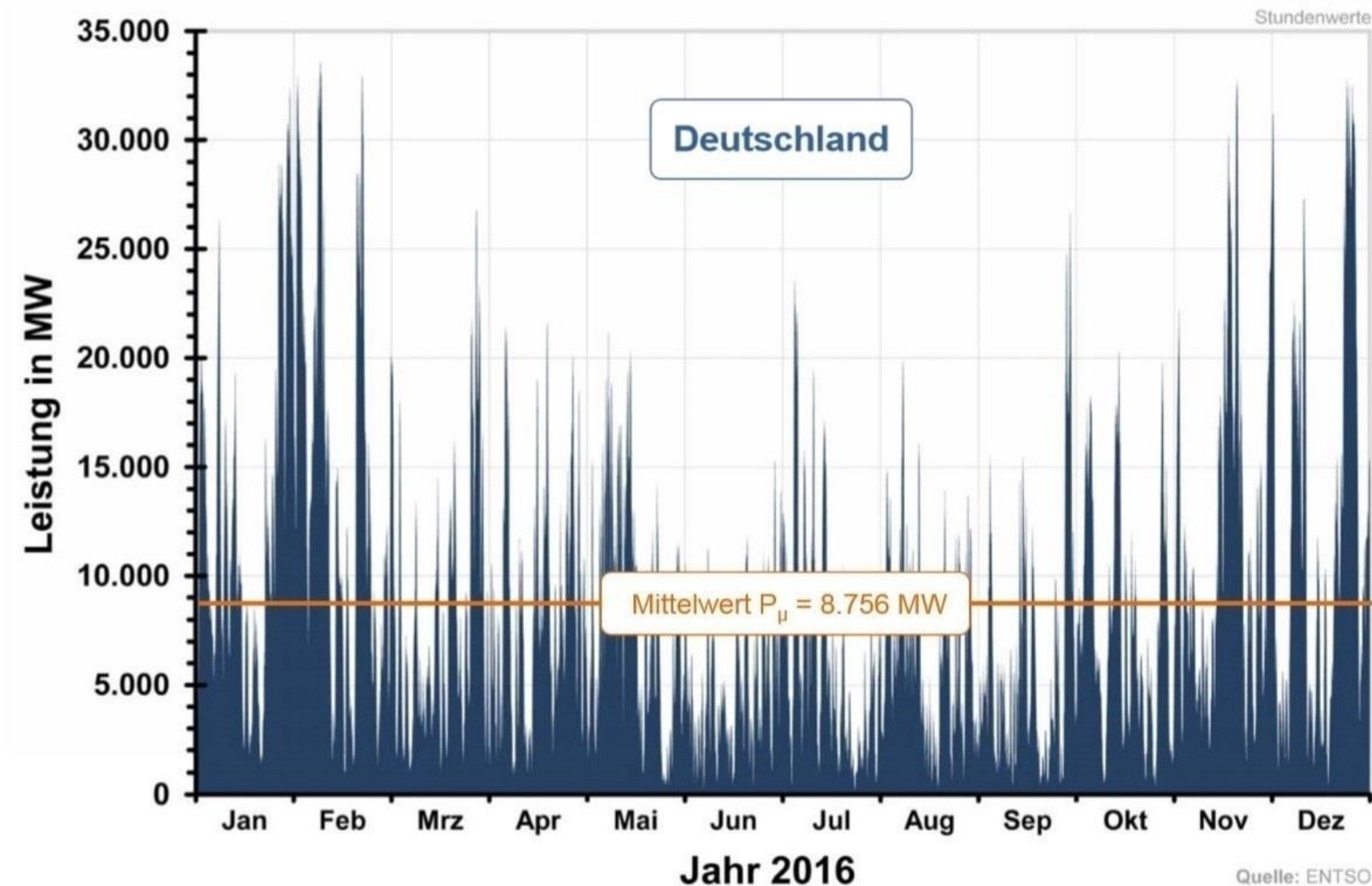
Datenquelle: EEX
letztes Update: 31 Aug 2018 23:07

Stromerzeugung in Deutschland im Januar 2020



Stromerzeugung in Deutschland im Juli 2020





Wéi een Effekt op d'Volatilitéit huet en héijen Ausbau op engem Territoire ewéi Däitschland ?

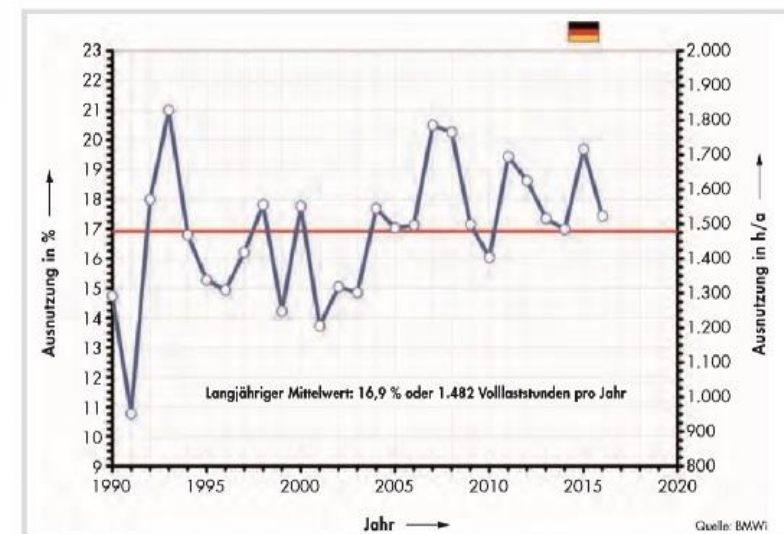


Bild 3. Ausnutzung des deutschen Windparks von 1990 bis 2016.

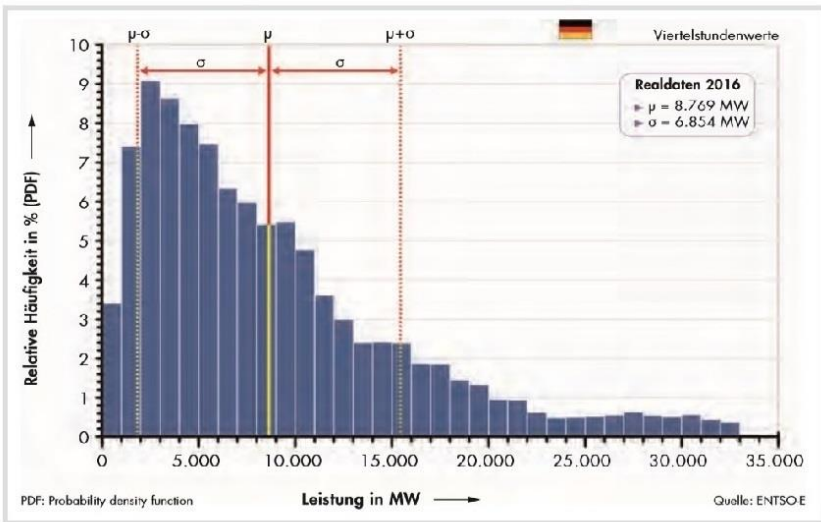
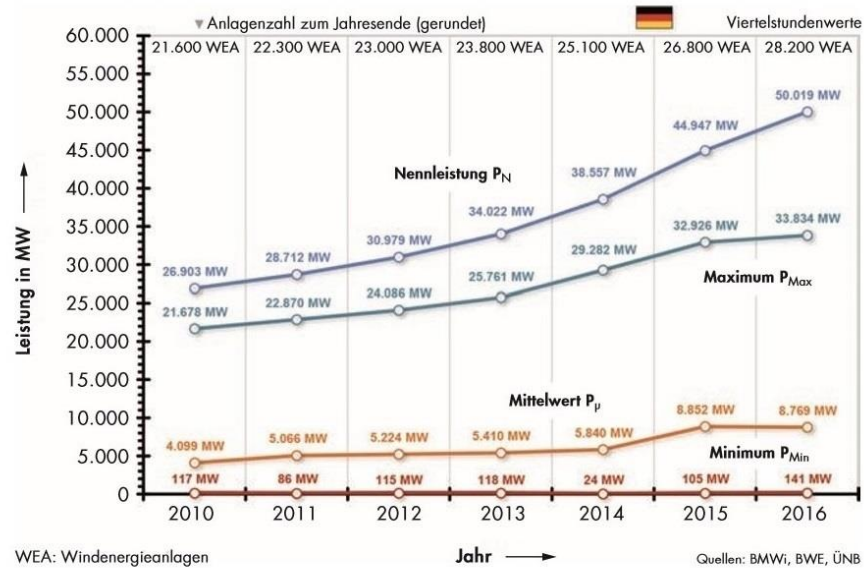
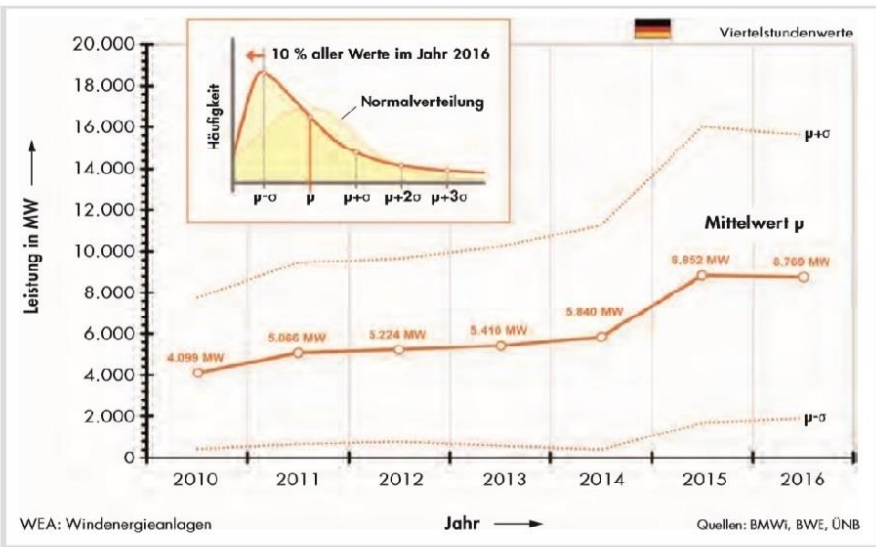
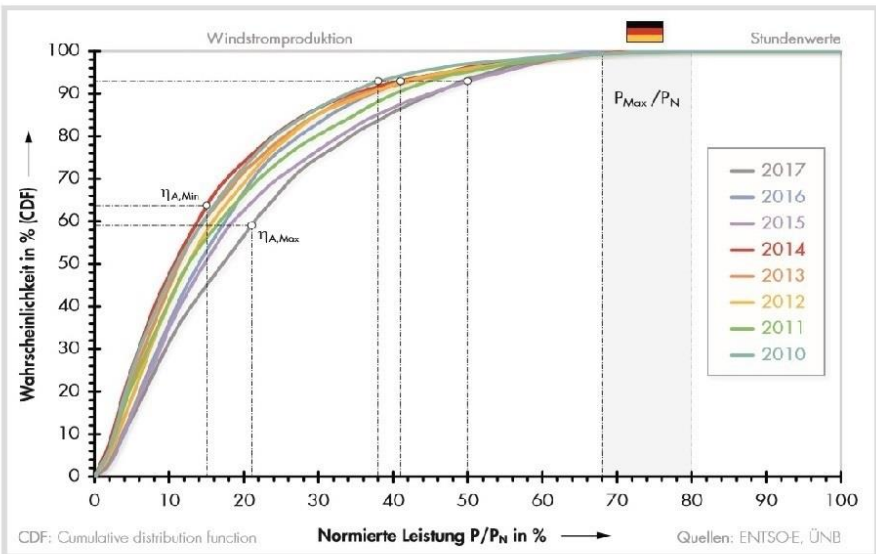


Bild 6. Häufigkeitsverteilung der Leistung des deutschen Windparks im Jahr 2016.

Statistesch Auswärtung vun der Volatilität :

- Déi installéiert Nennleeschtung gëtt am Kollektiv ni erreicht. D'Maximalleeschtung läit bei ongeféier dräi Véierel vun der installéierter Nennleeschtung vun alle Wandanlagen, an ass relativ rar. Par rapport zu der Mëttelleeschtung ass se awer ronn véiermol esou héich ;
- Déi mëttel Leeschung läit nëmme bei ronn 18% vun der installéierter Leeschung ;
- D'Warscheinlechkeet, dat déi geliwwert Leeschung ËNNER dëser Mëttelleeschtung läit bedréit ronn 60% ;
- Déi warscheinlechst geliwwert Leeschung wärend ronn 800 Stonnen am Joer (ronn 9% vun der Zäit) läit bei nëmme 5% vun der installéierter Nennleeschtung ;
- D'Halschent vun der Zäit läit déi geliwwert Leeschung ënner 10% bis 15% vun der installéierter Leeschung (Wandflauten) ;
- Déi permanent verfügbar Leeschung läit däitlech ënner engem Prozent vun der installéierter Leeschung, mat anere Wieder : et gëtt KENG GESÉCHERT Leeschung ;
- D'Schwankunge sinn also abrupt a leien tëschent Null a véiermol dem Joresmëttelwärt ;
- D'Leeschungsschwankungen WUESSEN am Laf vun de Joren proportional zu der installéierter Leeschung : d'Volatilität STEIGT also mat all weiderem Ausbau, contrairement zu deem wat dacks behaupt gëtt.

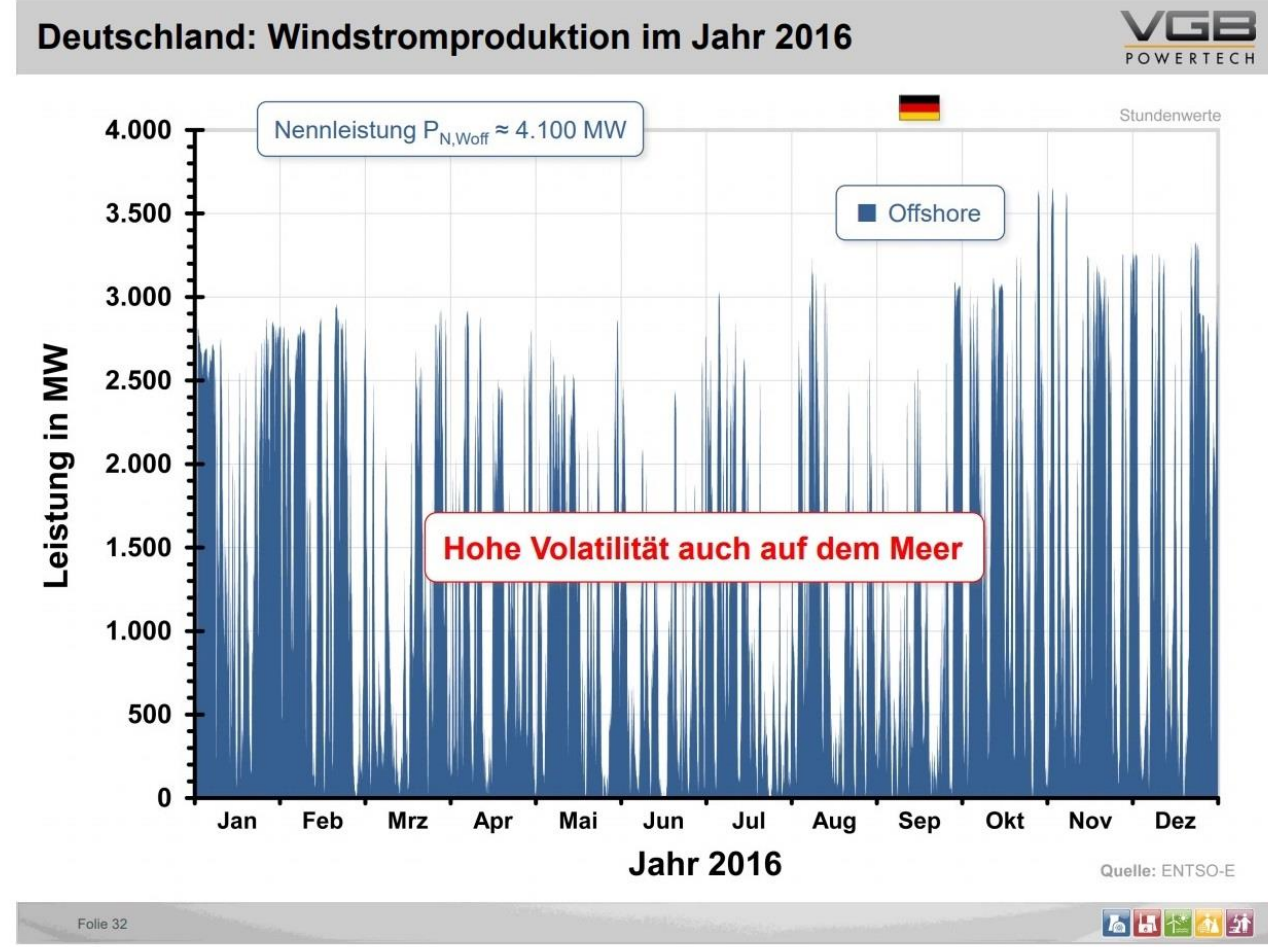
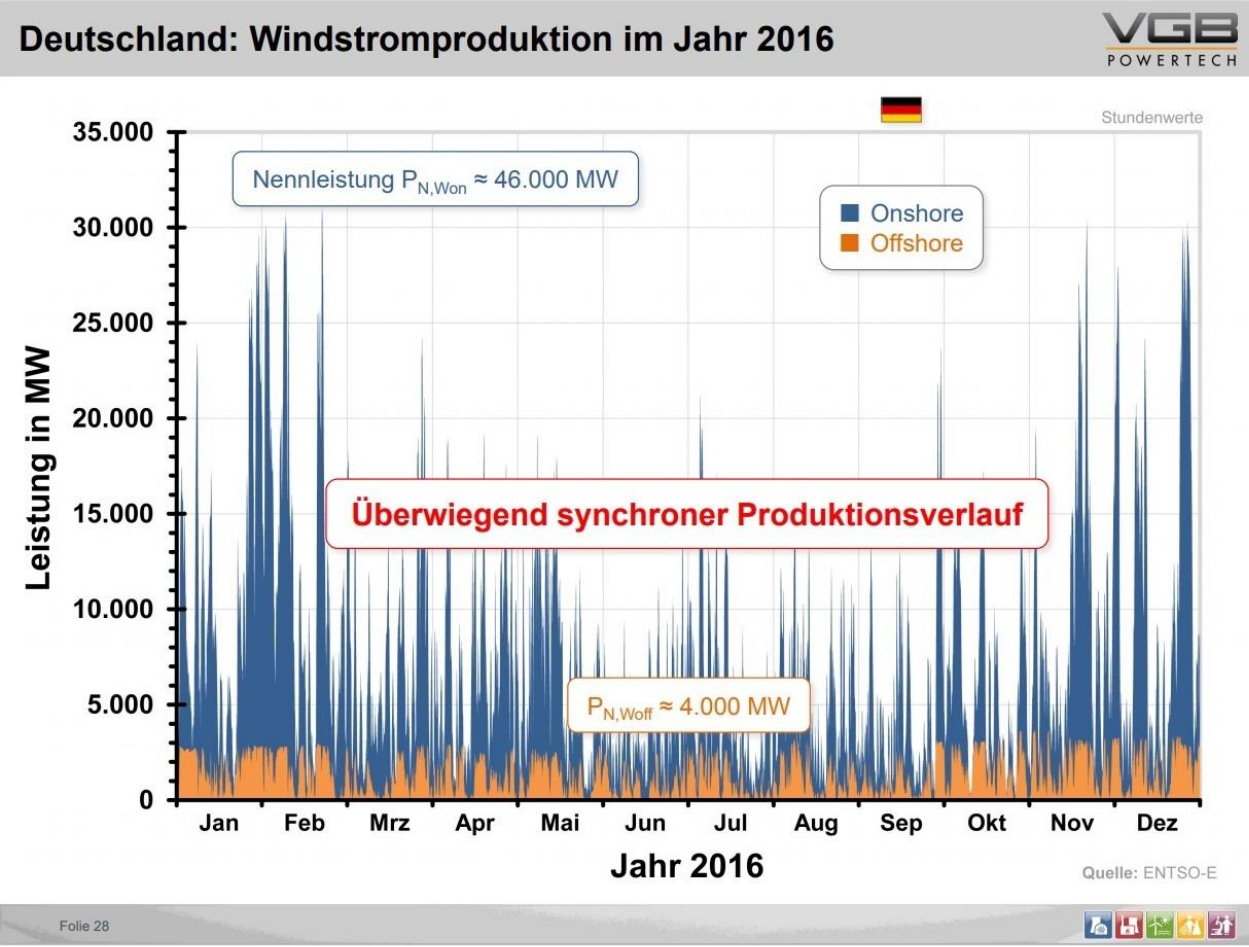


Statistesch Auswärtung von der Volatilität :

- Déi installéiert Nennleistung gëtt am Kollektiv ni erreicht. D'Maximalleistung läit bei ongeféier dräi Véierel vun der installéierter Nennleistung vun alle Wandanlagen, an ass relativ rar. Par rapport zu der Mëttelleistung ass se awer ronn véiermol esou héich ;
- Déi mëttel Leistung läit nëmme bei ronn 18% vun der installéierter Leistung ;
- D'Warscheinlechkeet, dat déi geliewert Leistung ËNNER dëser Mëttelleistung läit bedréit ronn 60% ;
- Déi warscheinlechste geliewert Leistung wärend ronn 800 Stonnen am Joer (ronn 9% vun der Zäit) läit bei nëmme 5% vun der installéierter Nennleistung ;
- D'Halschent vun der Zäit läit déi geliewert Leistung ënner 10% bis 15% vun der installéierter Leistung (Wandflauten) ;
- Déi permanent verfügbar Leistung läit däitlech ënner engem Prozent vun der installéierter Leistung, mat anere Wieder : et gëtt KENG GESÉCHERT Leistung ;
- D'Schwankunge sinn also abrupt a leien tëschent Null a véiermol dem Joresmëttelwäert ;
- D'Leistungsschwankungen WUESSEN am Laf vun de Joren proportional zu der installéierter Leistung : d'Volatilität STEIGT also mat all weiderem Ausbau, contrairement zu deem wat dacks behaupt gëtt.

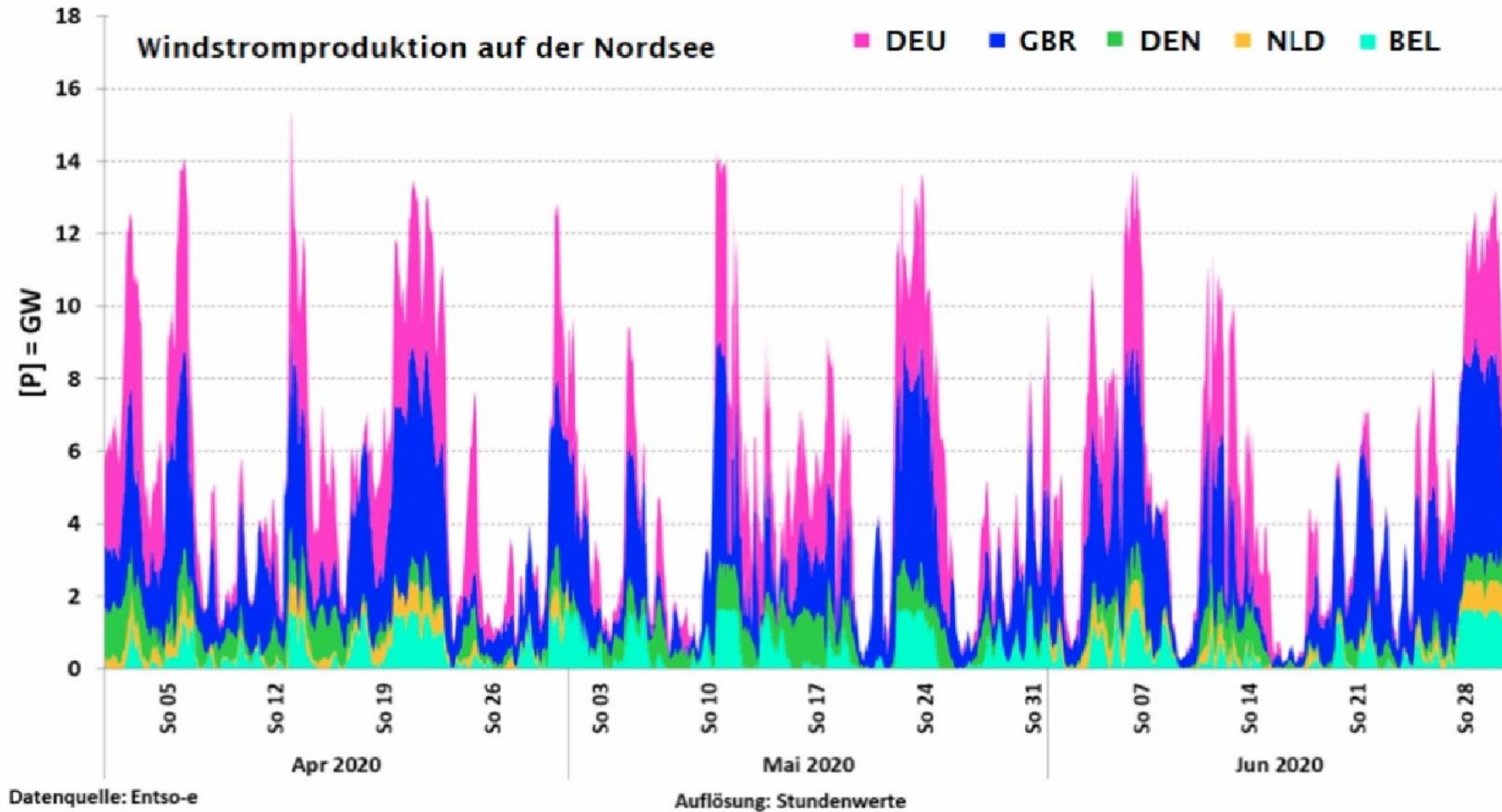
Bild 7. Arithmetischer Mittelwert der Leistung des deutschen Windparks von 2010 bis 2016 inklusive jeweils einer Standardabweichung vom Mittelwert nach oben und unten.

Wéi een Effekt hunn Offshorewandanlagen ?



D'Praxis weist : Onshore- an Offshoreanlage lafe quasi synchron. De Leeschtungsverlaf bleibt héich volatil.

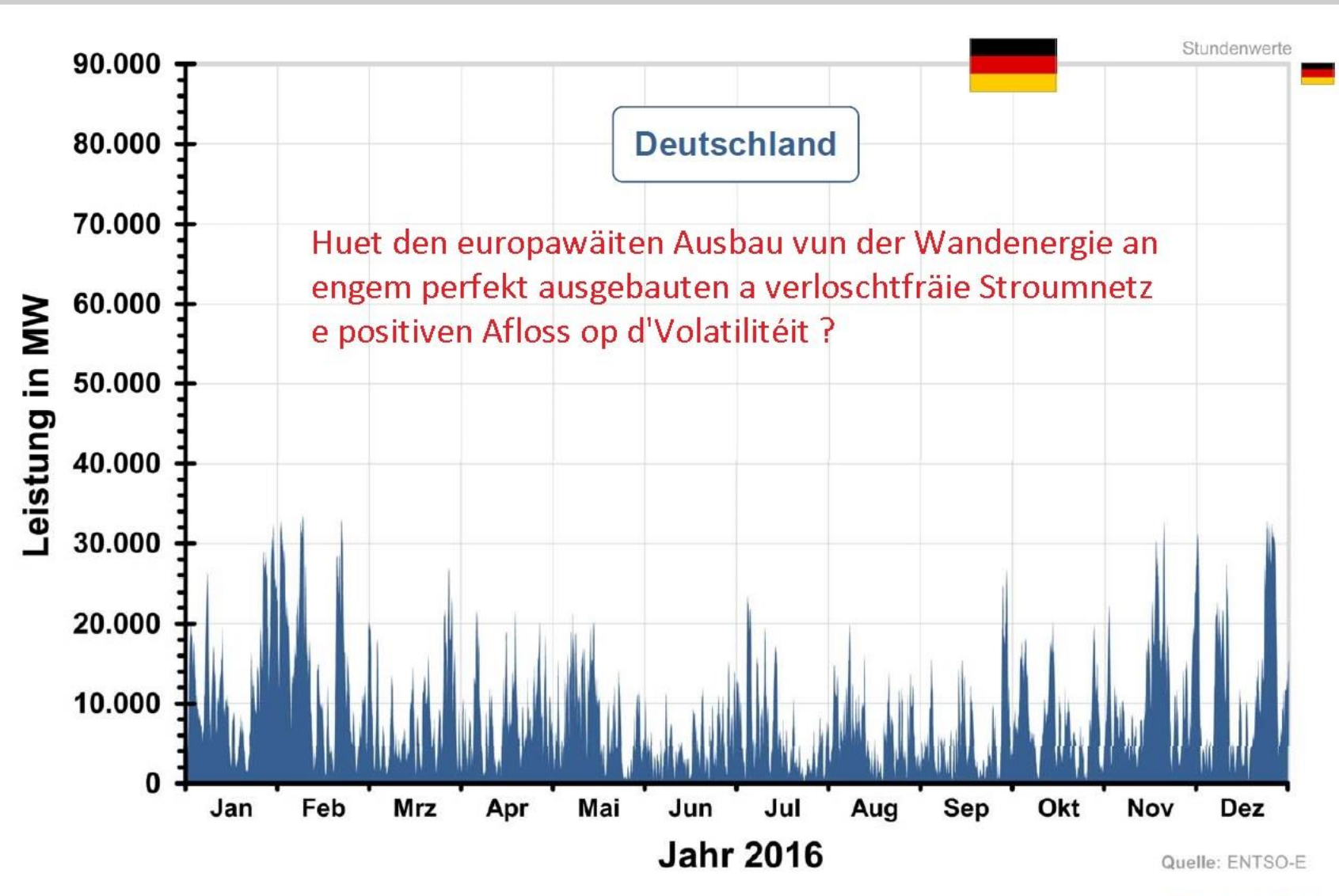
Wéi een Effekt hunn Offshorewandalagen ?



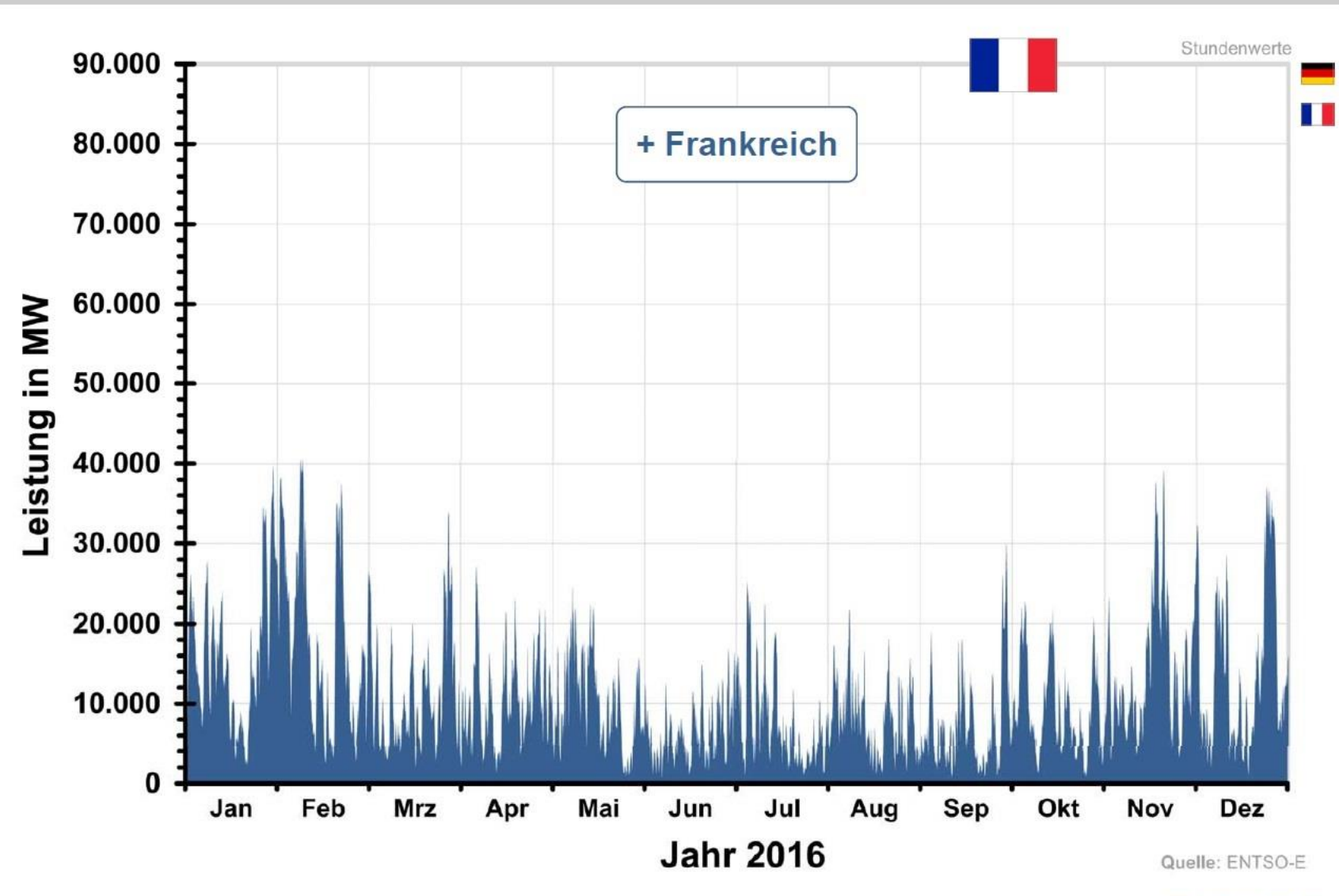
D'Praxis weist : Offshoreanlage lafe länneriwgergräifend quasi synchron.



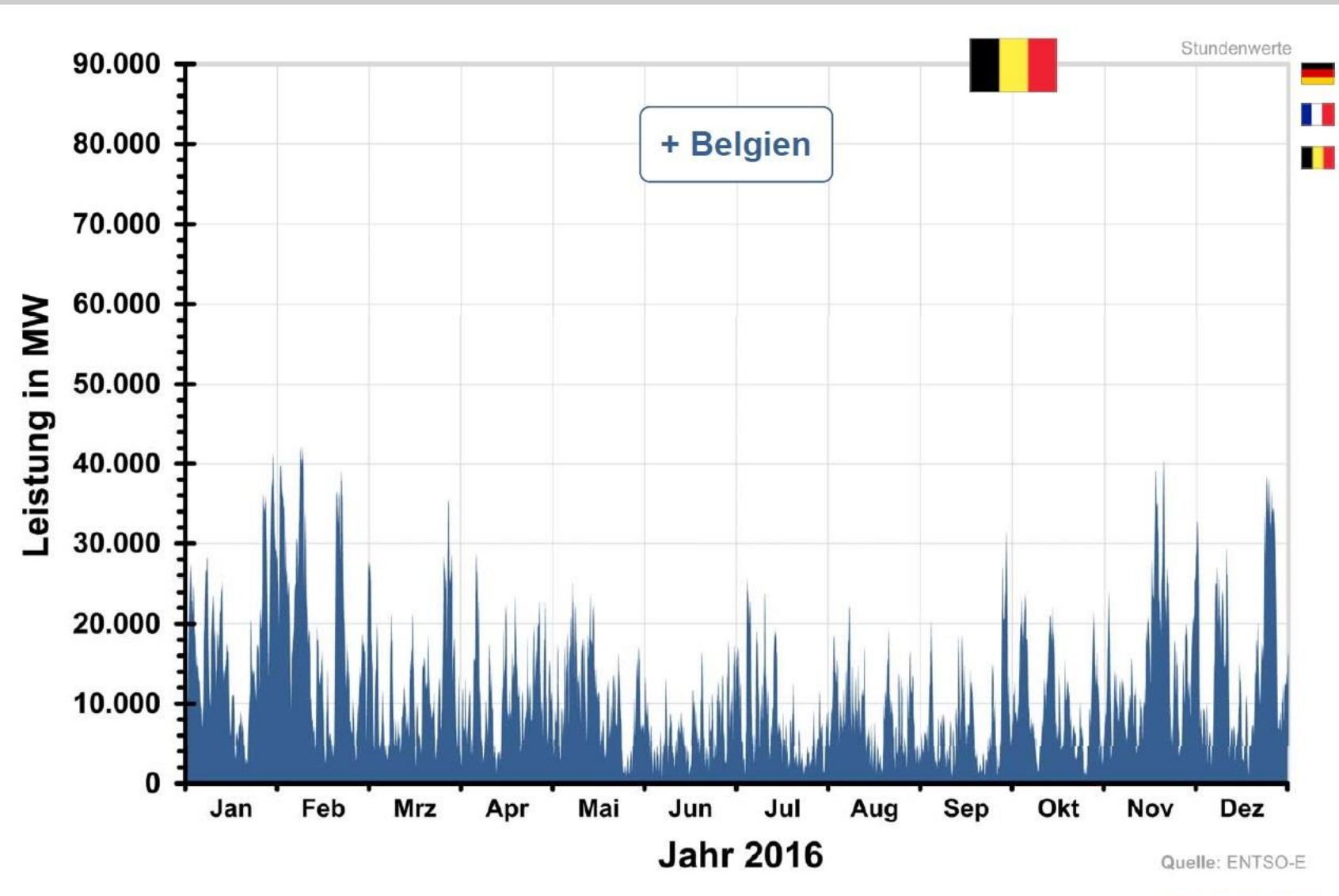
Europa: Windstromproduktion 2016



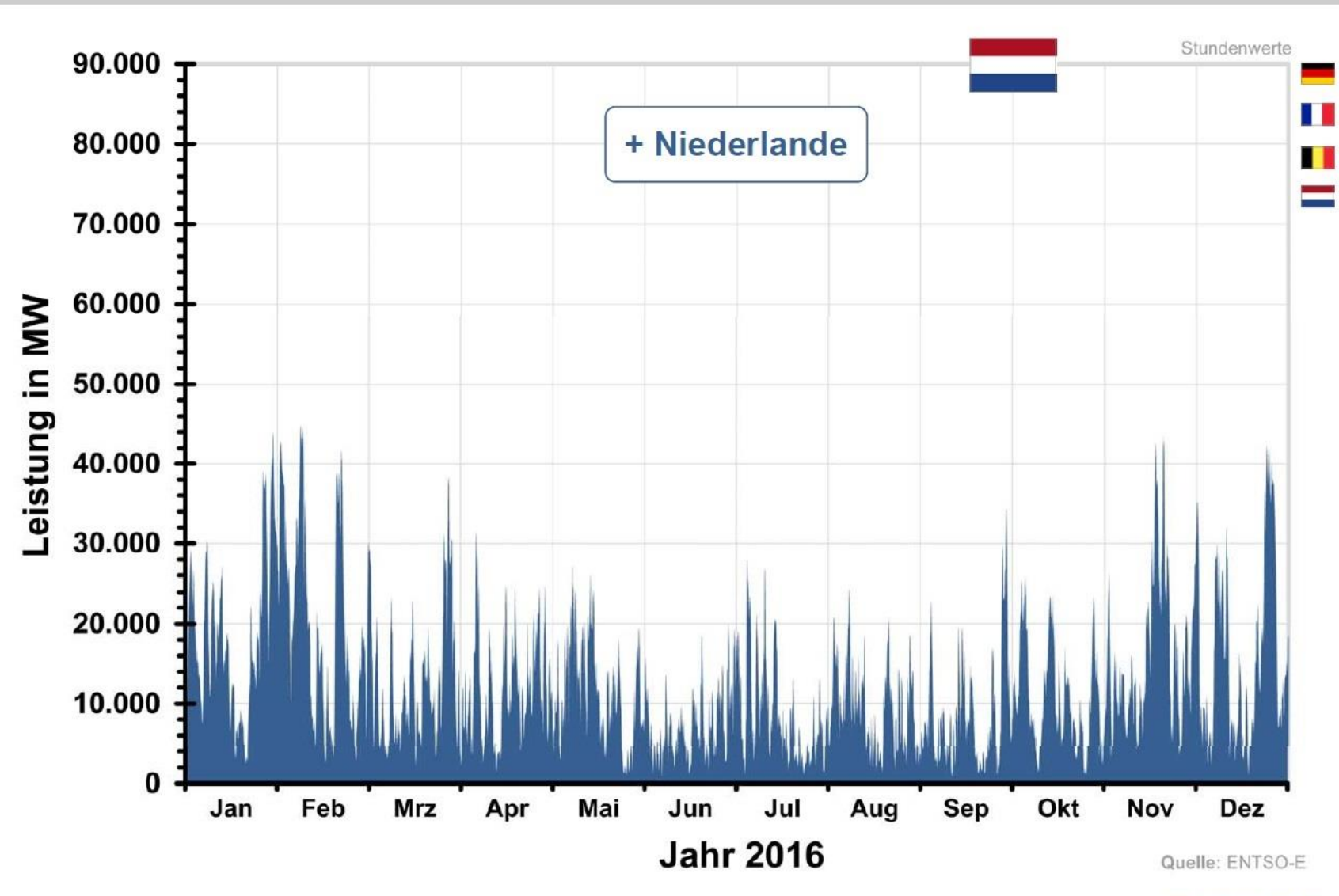
Europa: Windstromproduktion 2016



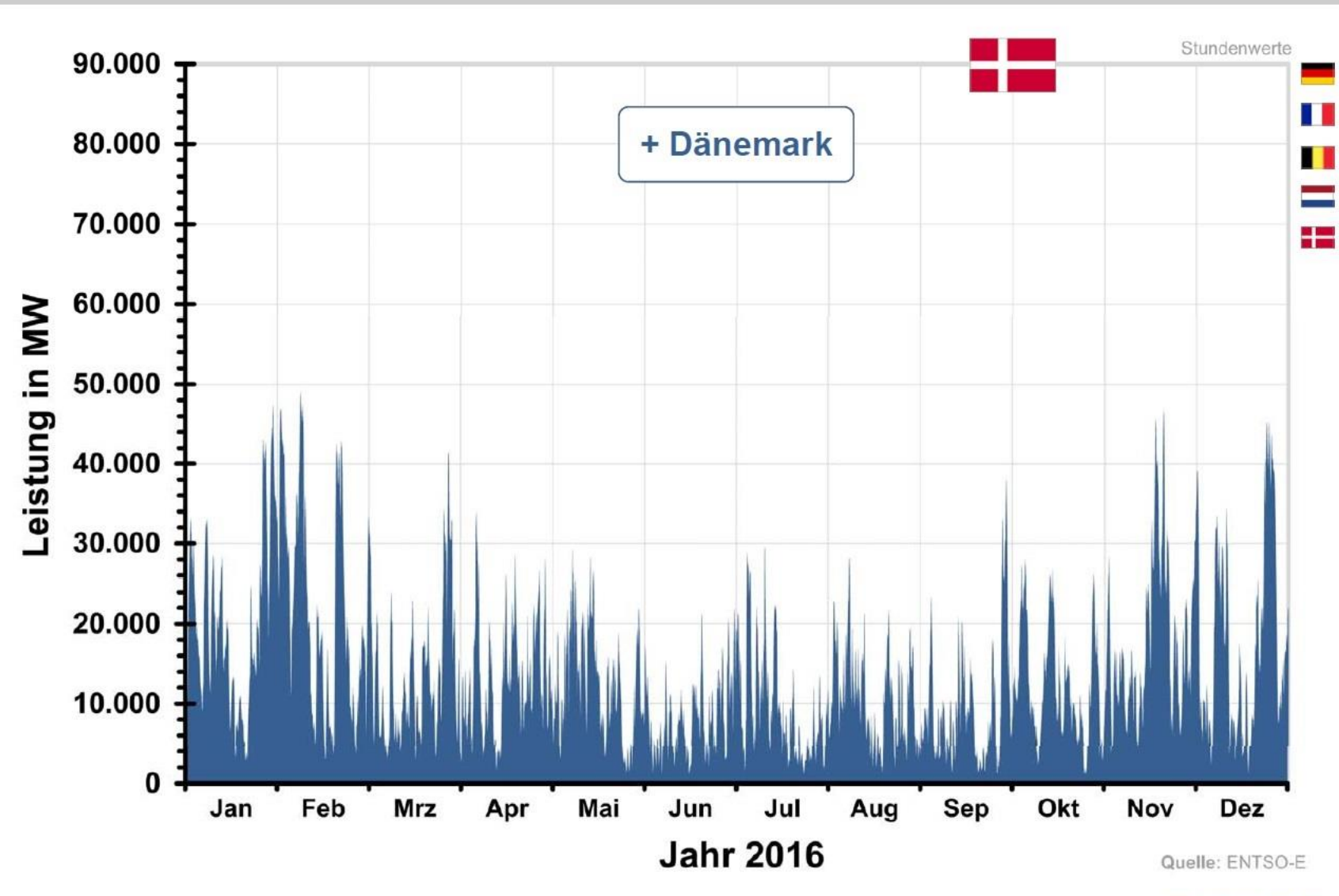
Europa: Windstromproduktion 2016



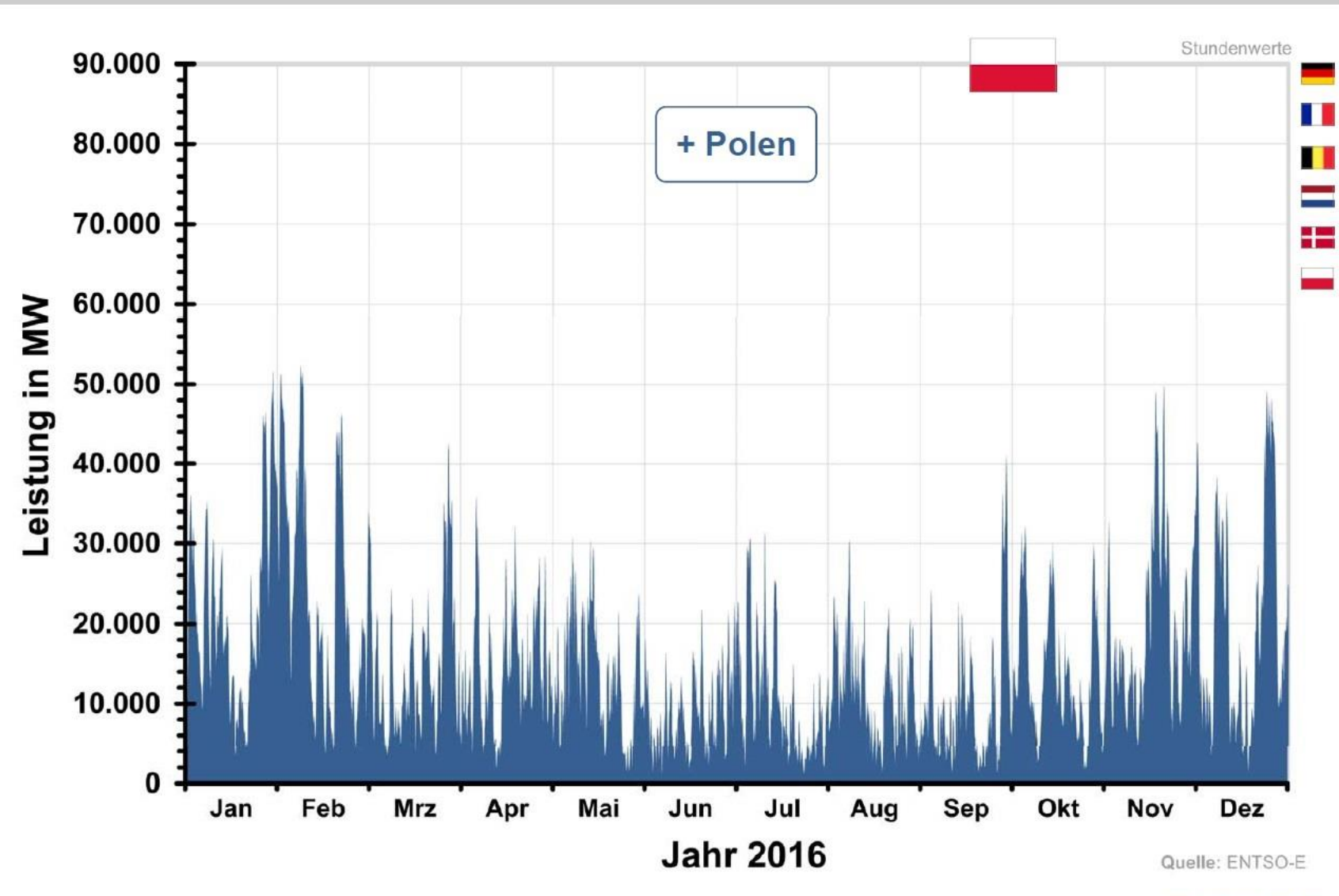
Europa: Windstromproduktion 2016



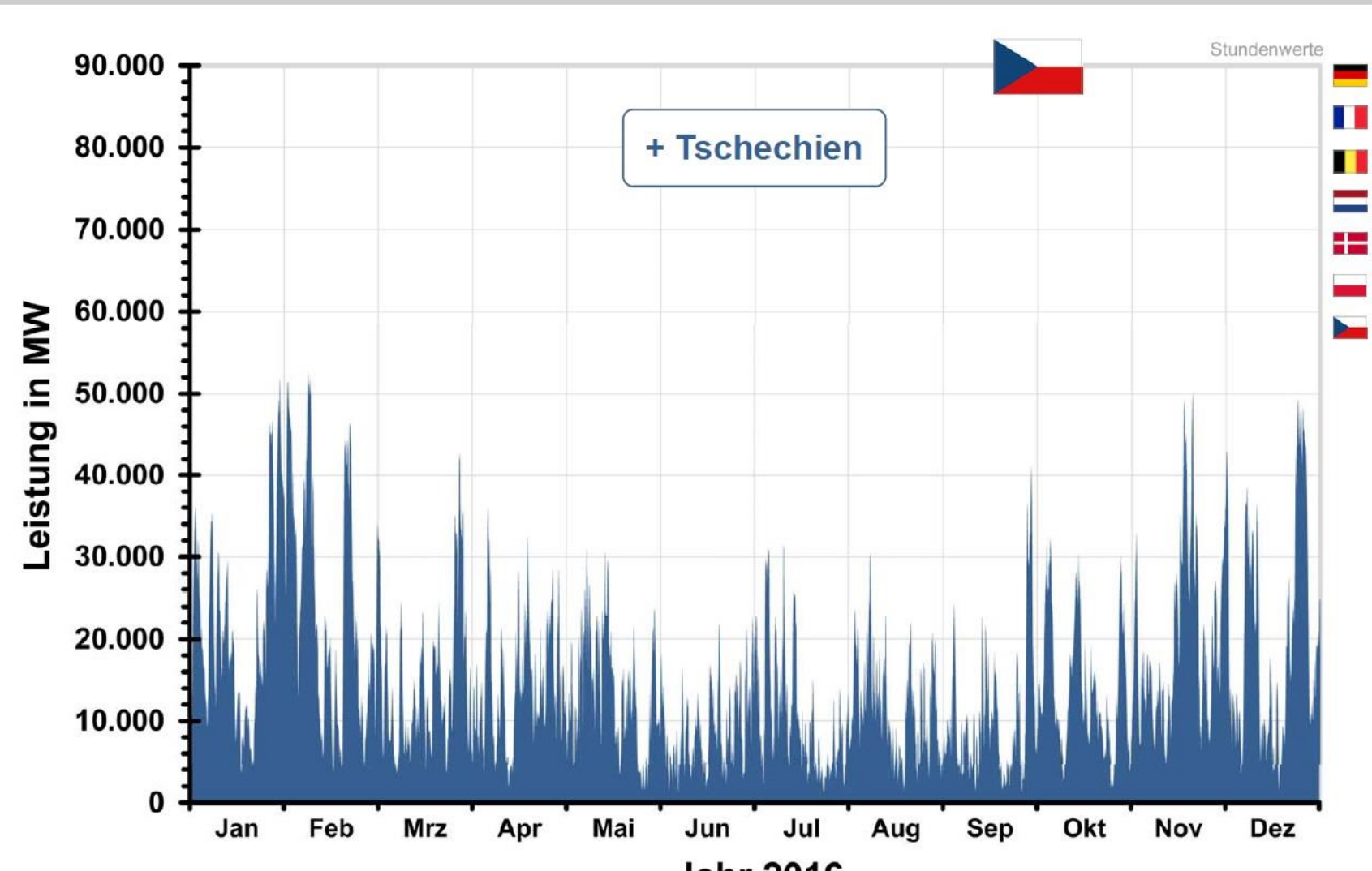
Europa: Windstromproduktion 2016



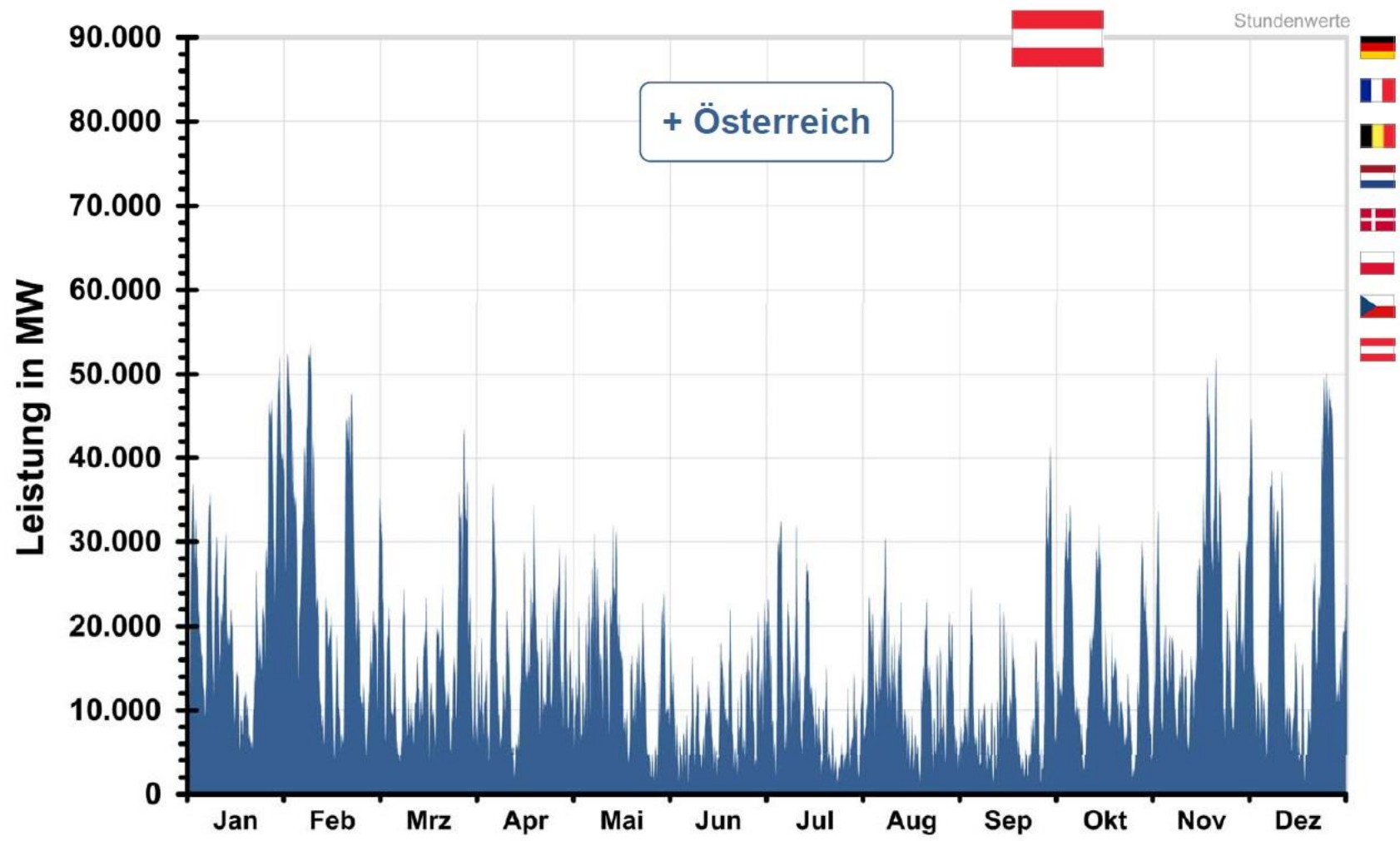
Europa: Windstromproduktion 2016



Europa: Windstromproduktion 2016



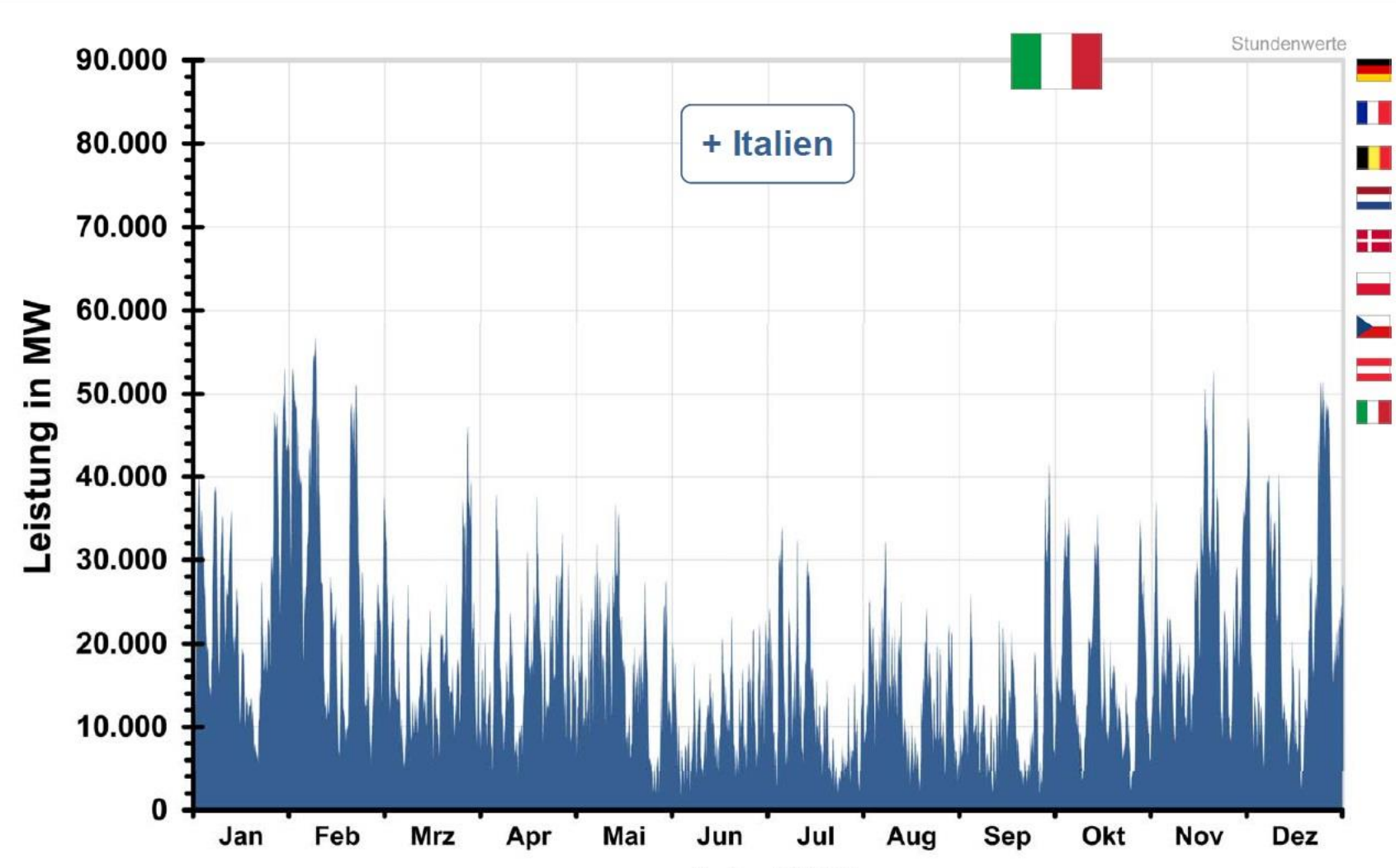
Europa: Windstromproduktion 2016



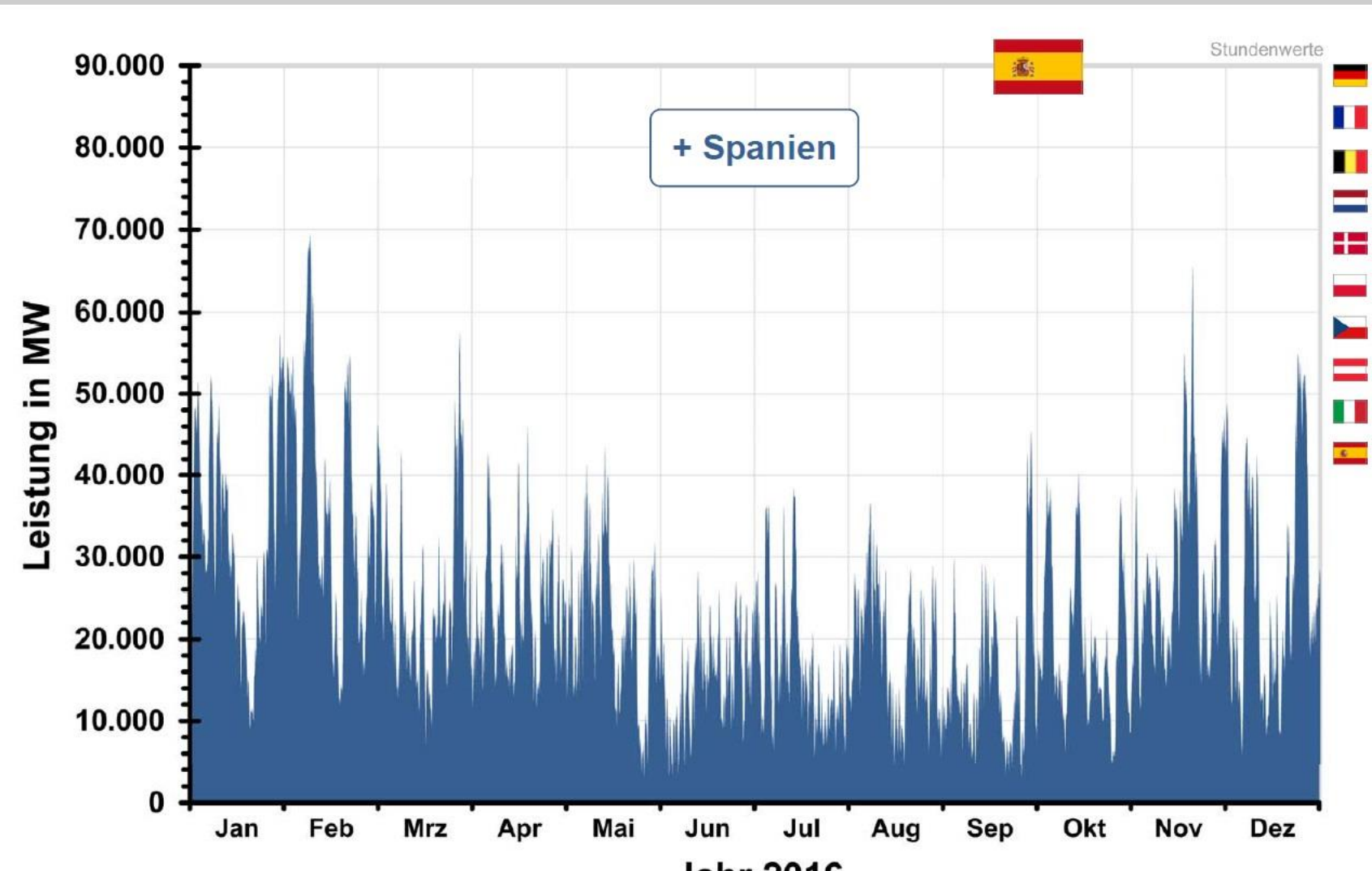
Navigation icons: save, print, up, down, 15 / 79, zoom in, zoom out, full screen



Europa: Windstromproduktion 2016

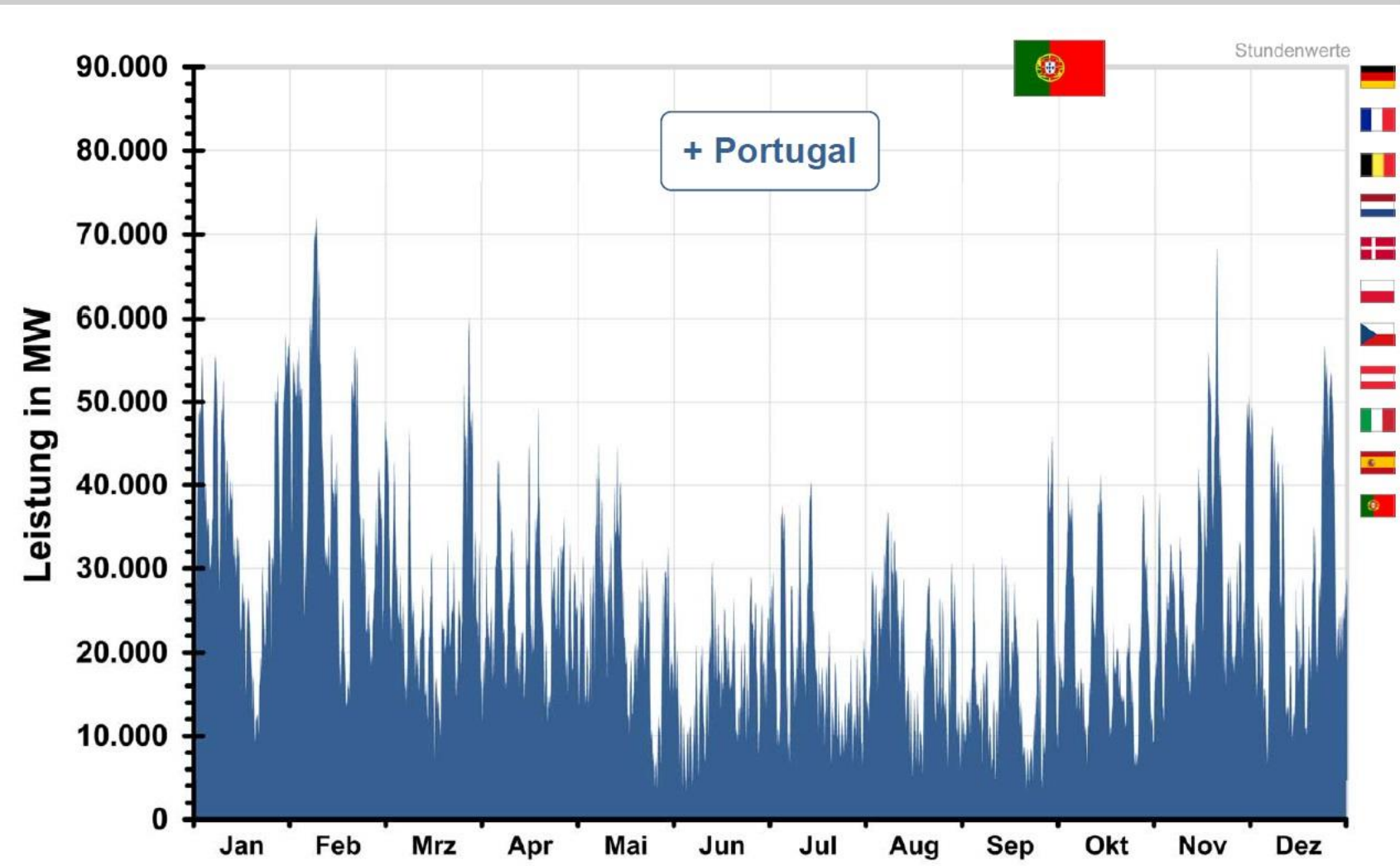


Europa: Windstromproduktion 2016



📄 🖨️ ⬆️ ⬆️ 17 / 79 ⬇️ ⬆️ 📄

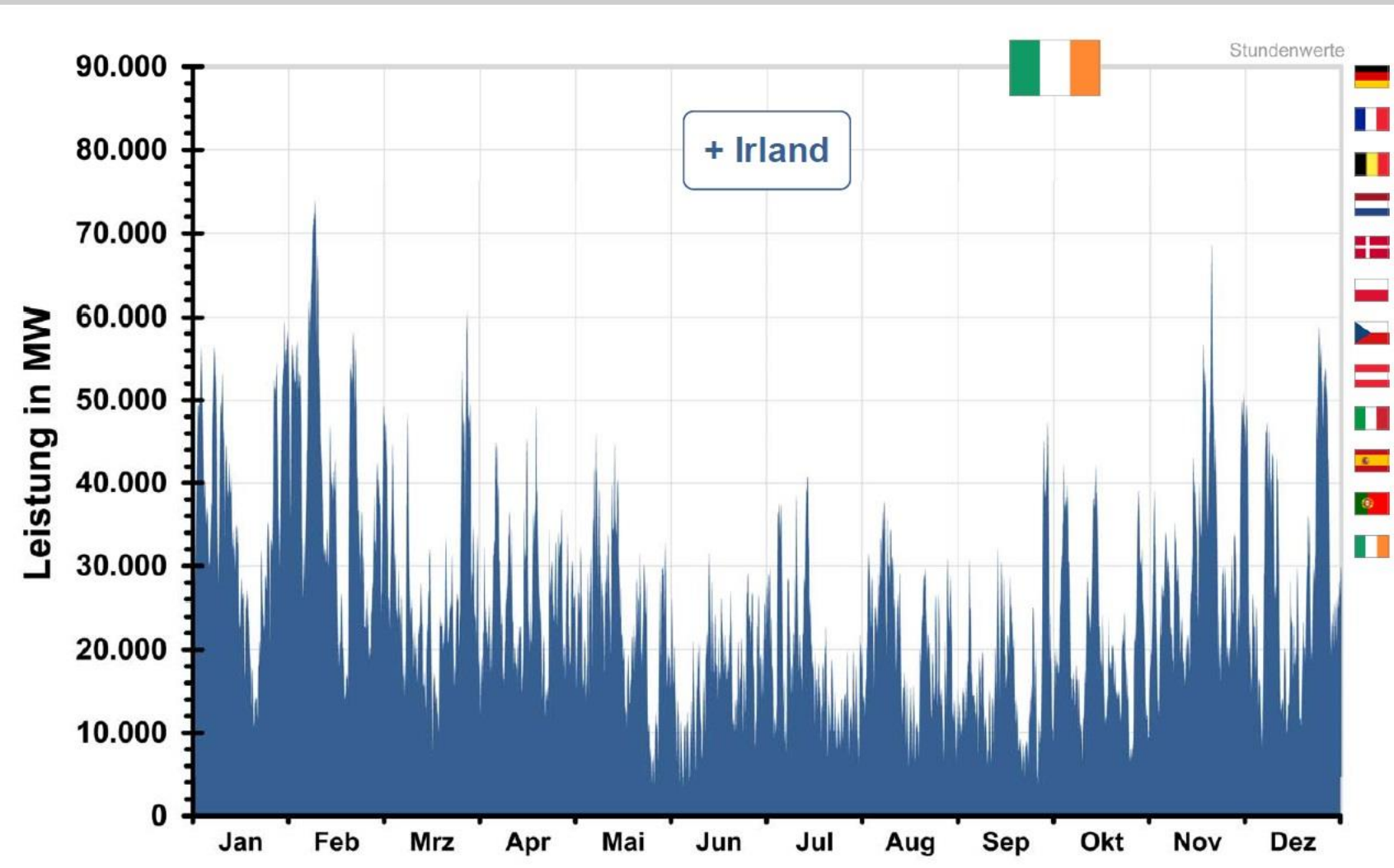
Europa: Windstromproduktion 2016



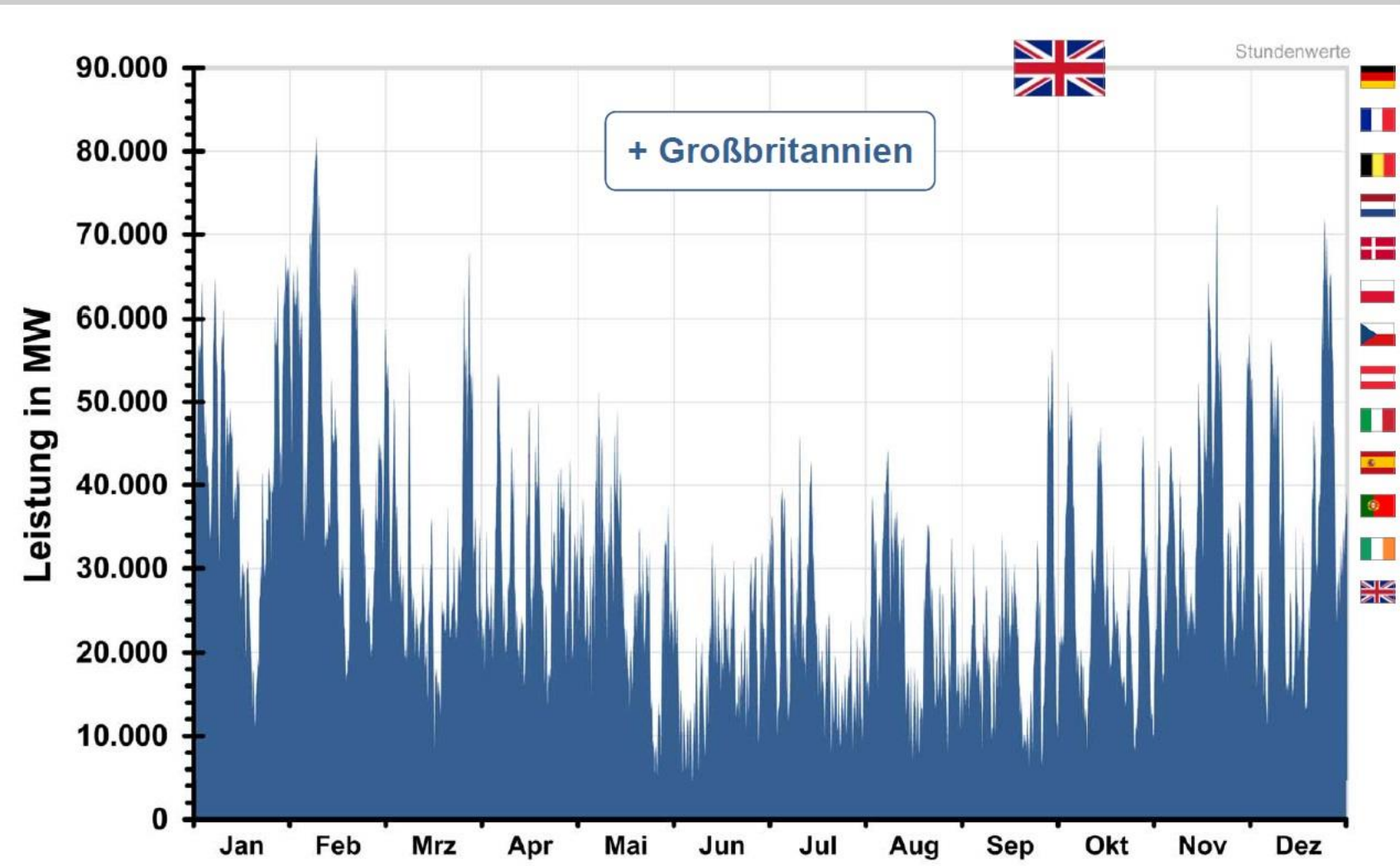
📄 🖨️ ⬆️ ⬆️ 18 / 79 ⬇️ ⬆️ 🗑️



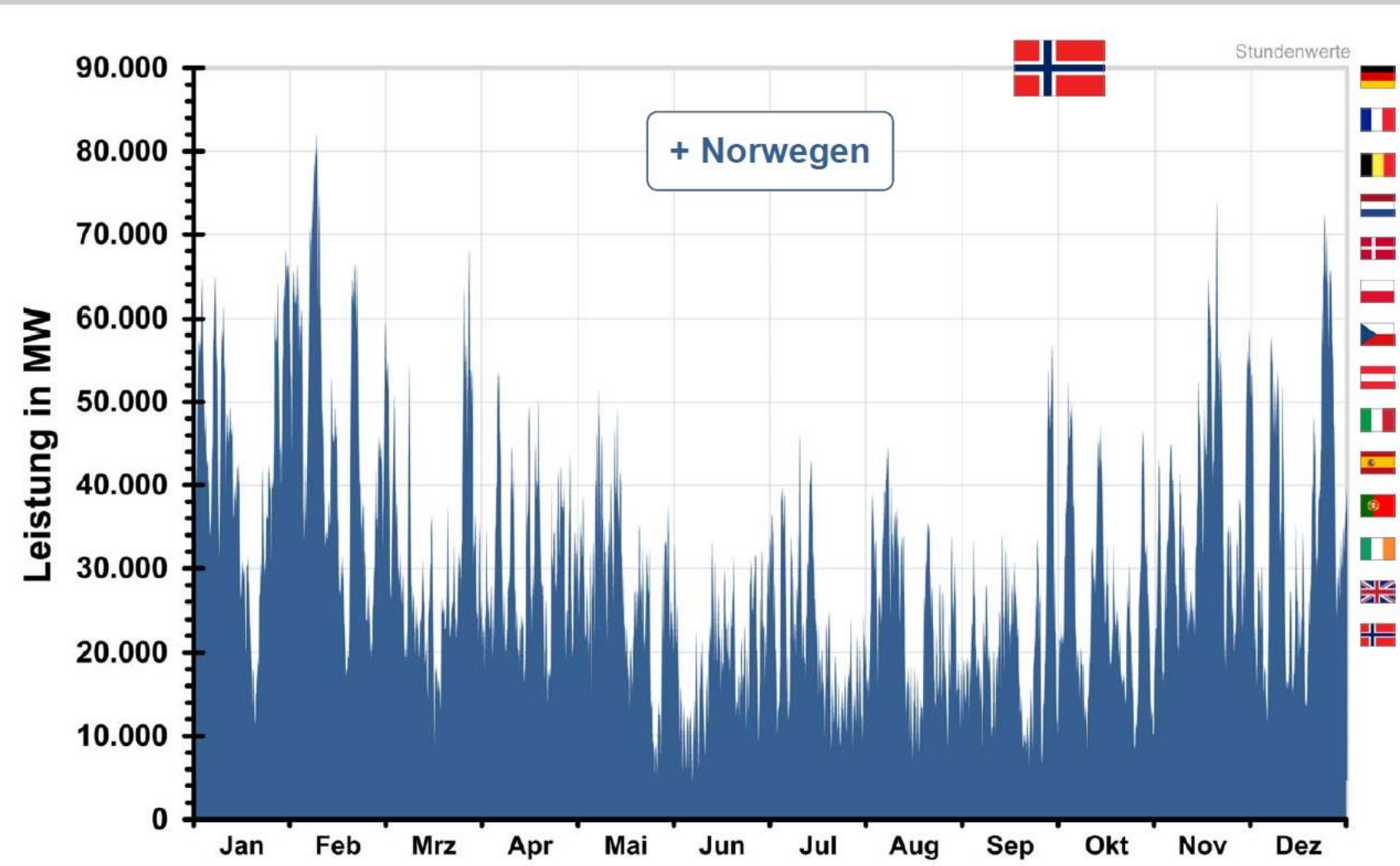
Europa: Windstromproduktion 2016



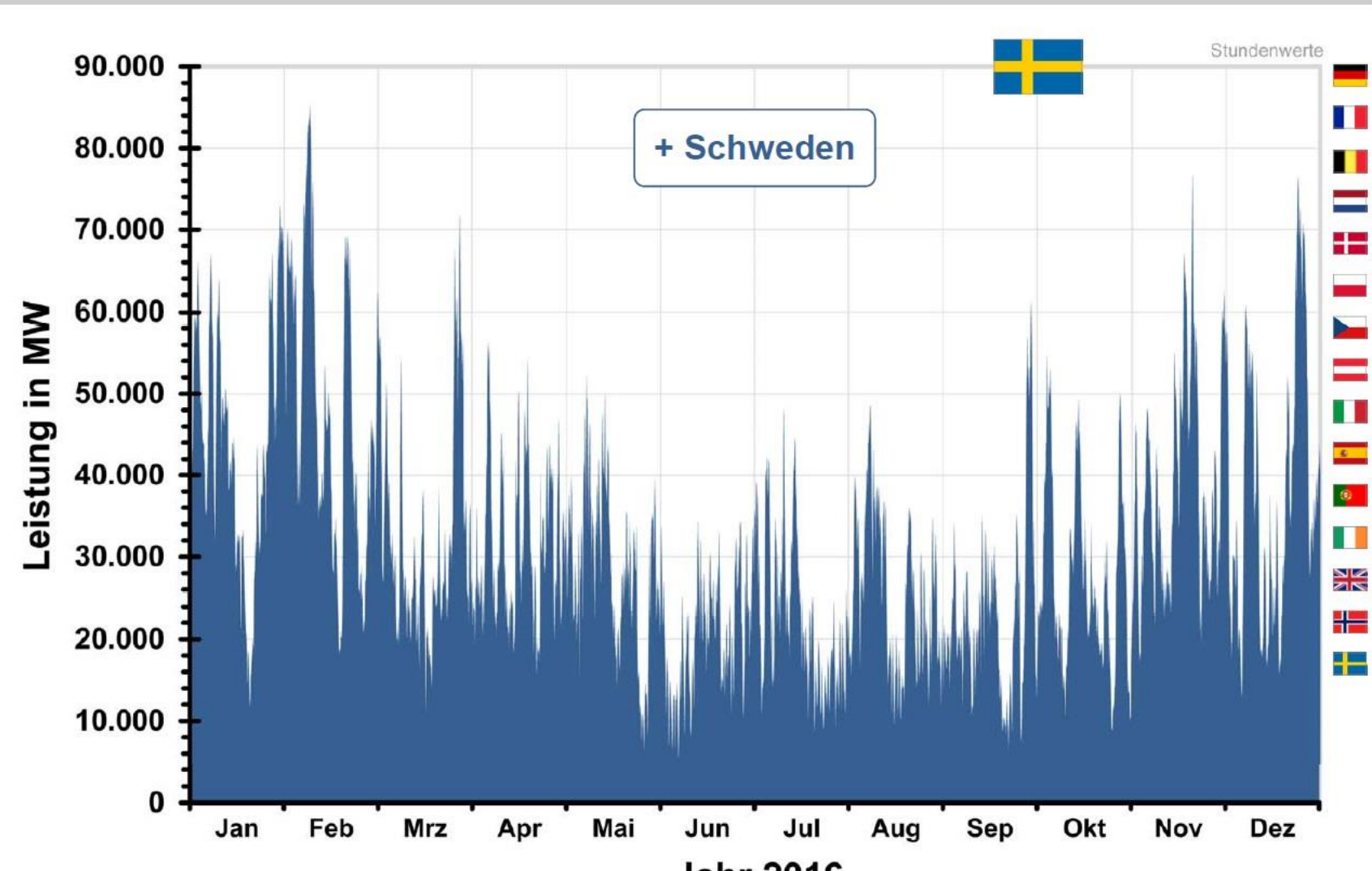
Europa: Windstromproduktion 2016



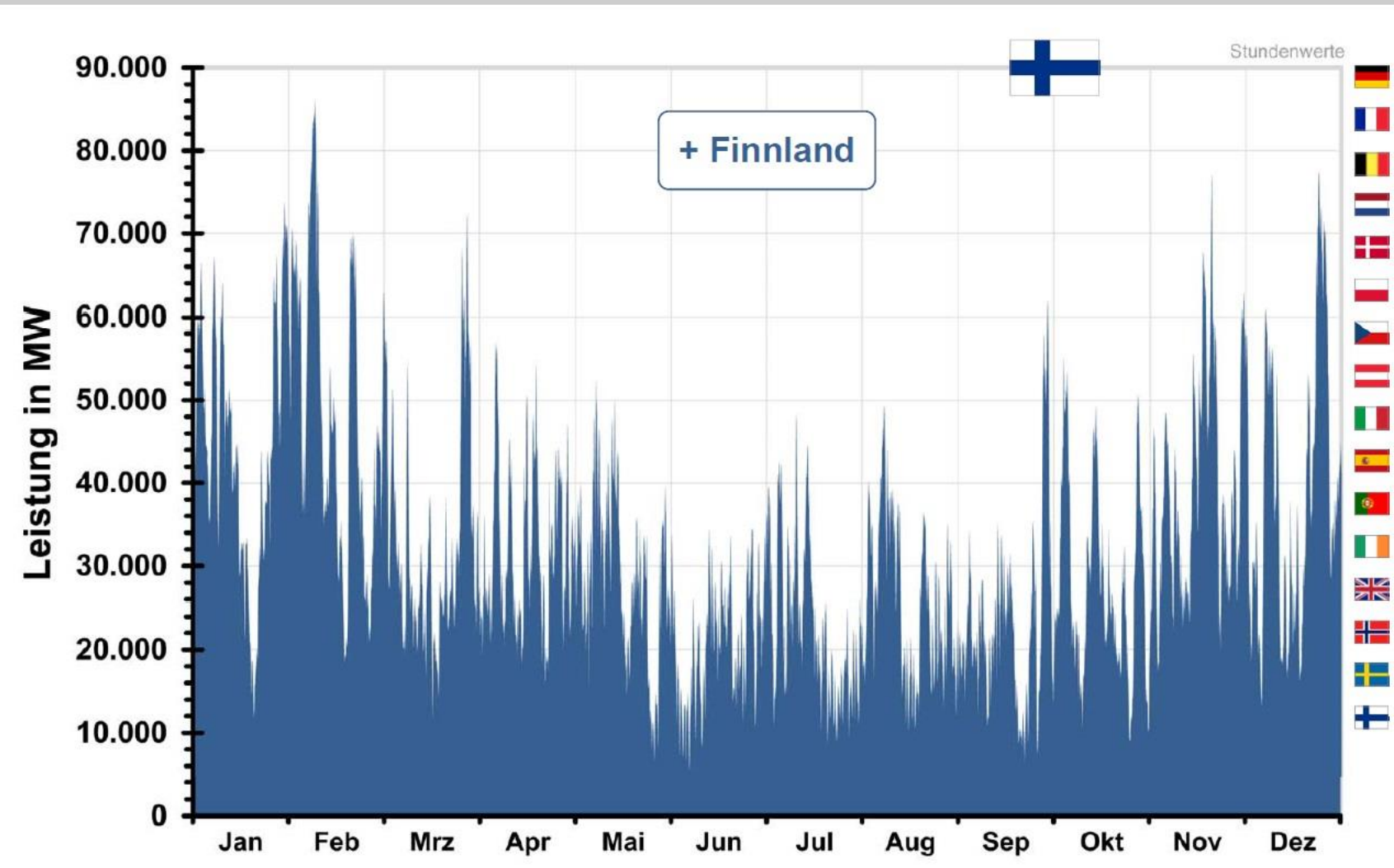
Europa: Windstromproduktion 2016



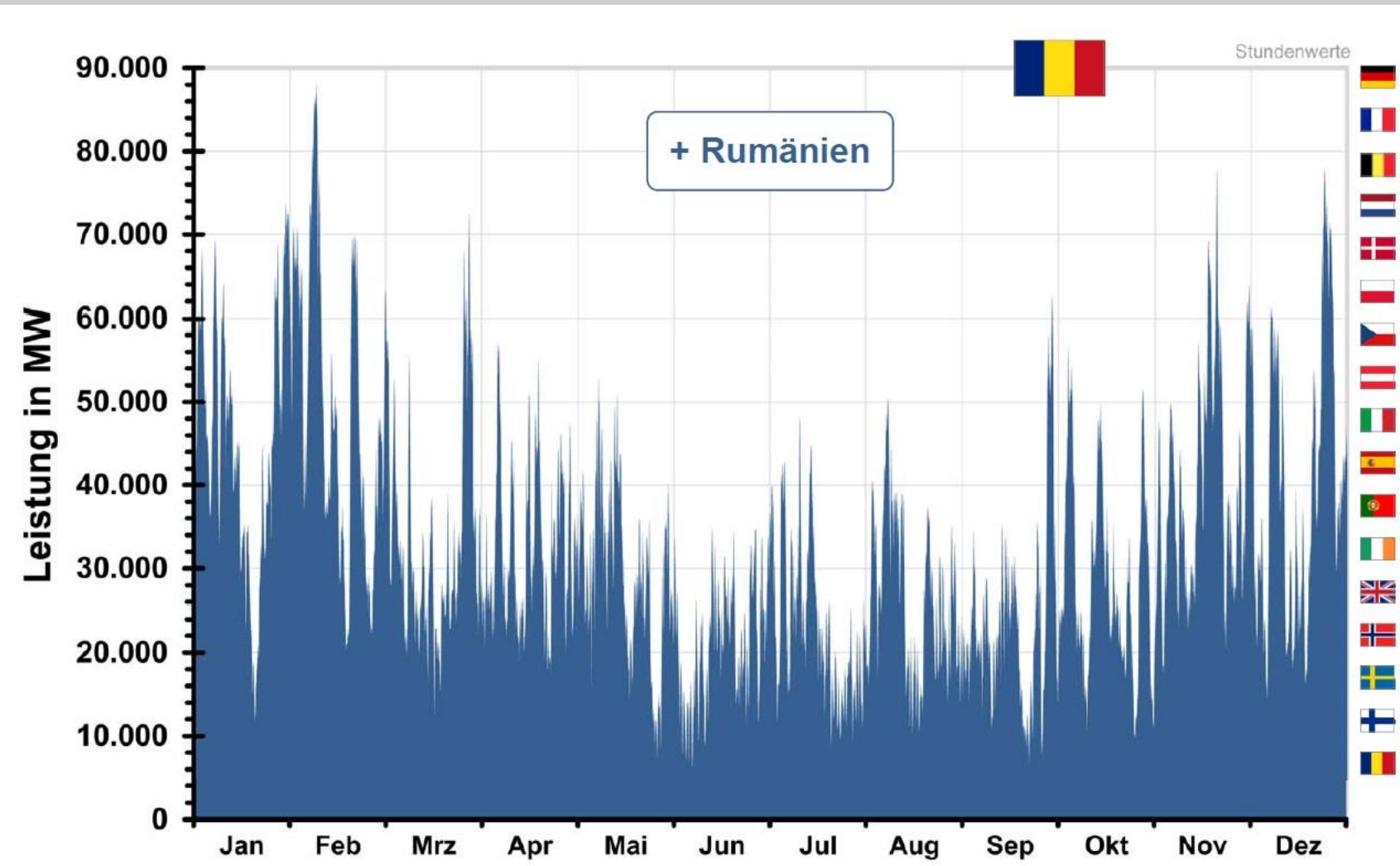
Europa: Windstromproduktion 2016



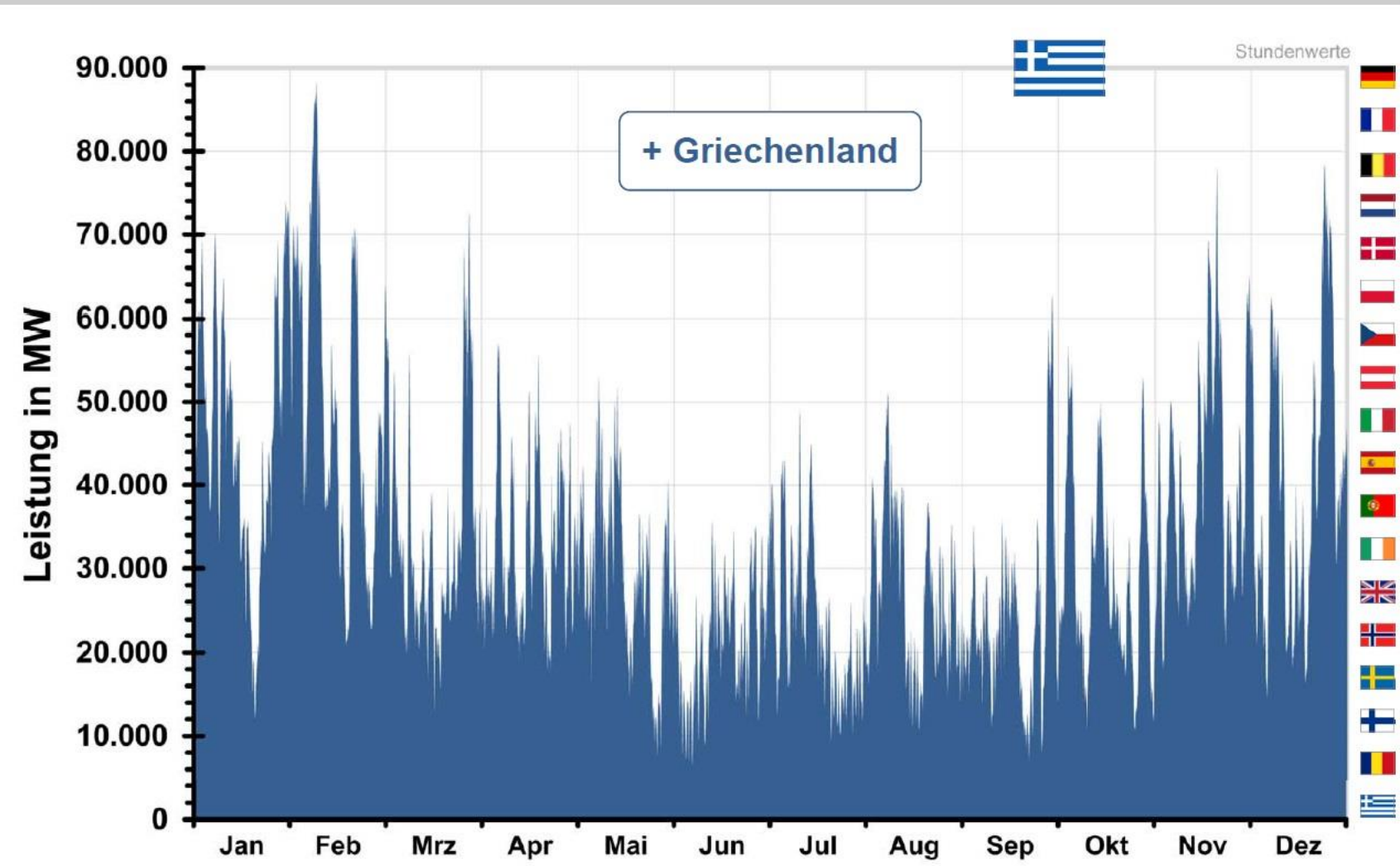
Europa: Windstromproduktion 2016



Europa: Windstromproduktion 2016



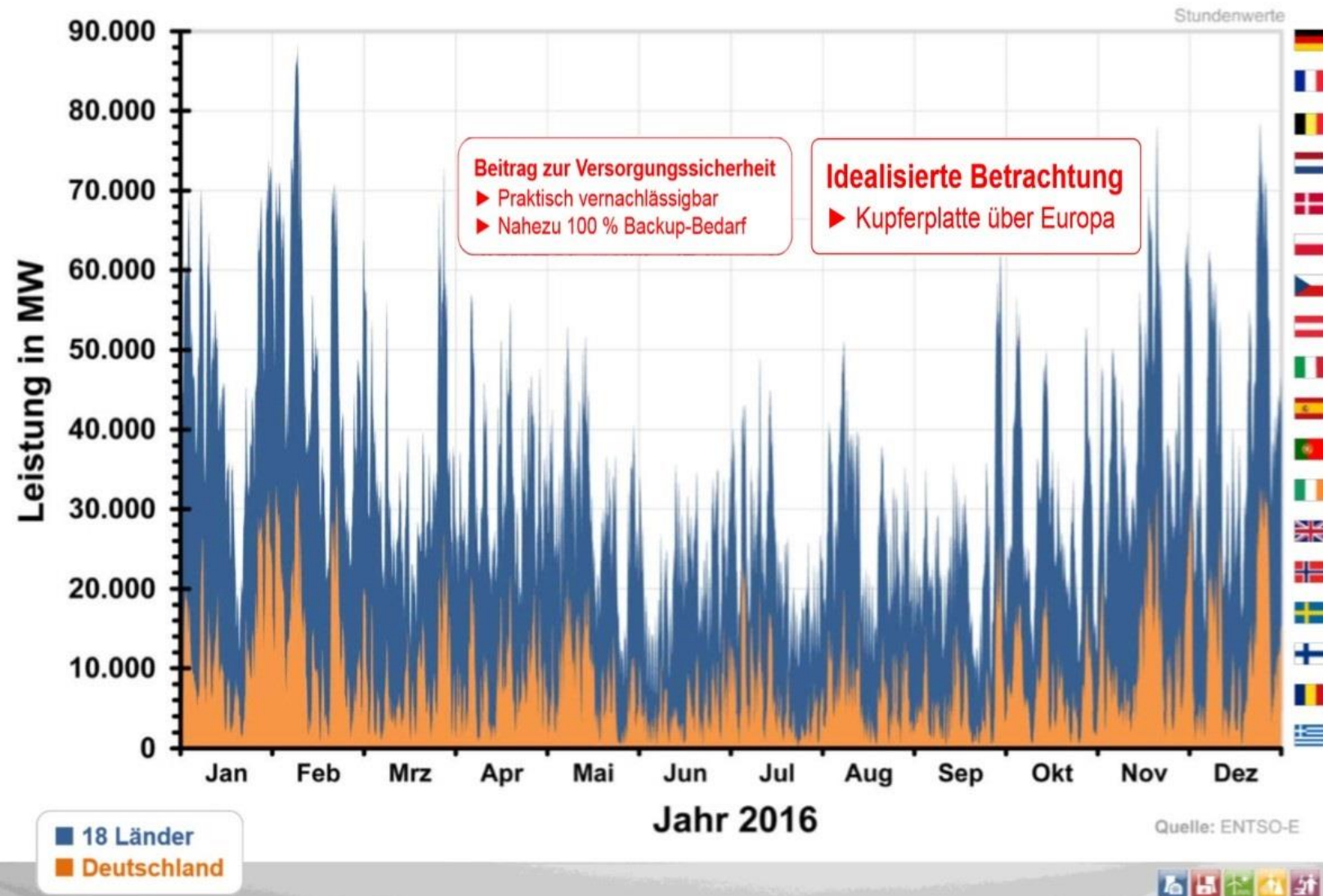
Europa: Windstromproduktion 2016



Quelle: ENTSO-E

Navigation controls: Save, Print, Previous, Next, 25 / 79, Zoom in, Zoom out, Full screen.

Europa: Windstromproduktion 2016



D'positiv Effekter duerch en europawäiten Ausbau vun der Wandenergie op d'Volatilitéit an d'Versuergungssécherheet si marginal.

De noutwendegen Ausbau vun engem europawäite "Supergrid" ass keng Léisung fir d'Volatilitéit, mä just eng Konsequenz vun der Volatilitéit.

Den Ausbau vum Stroumnetz induzéiert zousätzlech Käschten, Ressourcéverbrauch an Ëmweltimpakter.

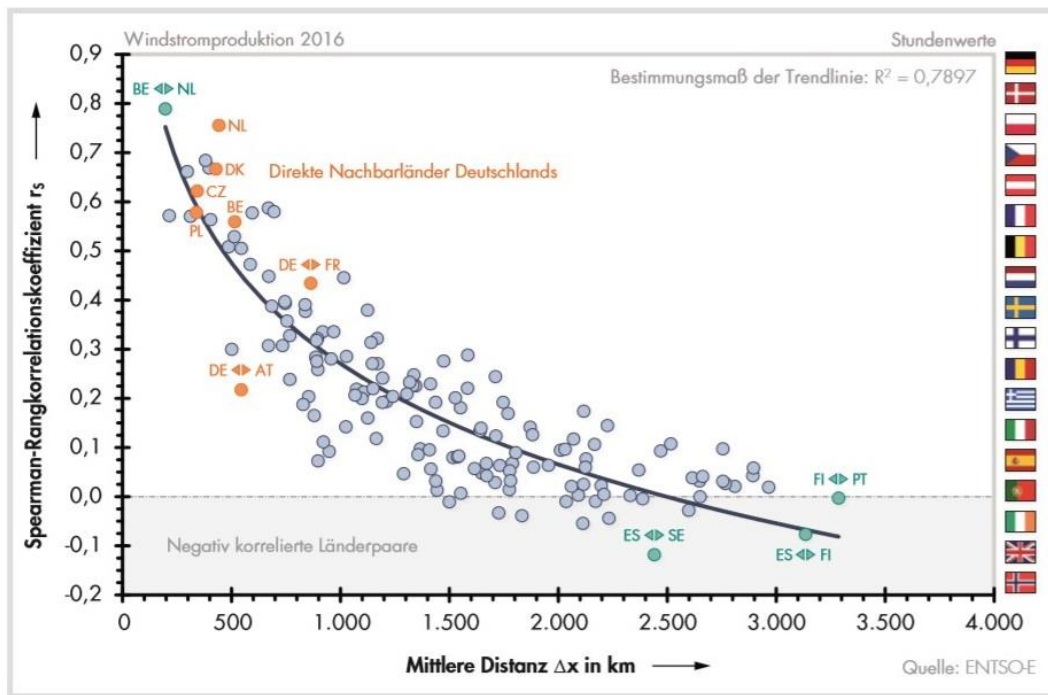
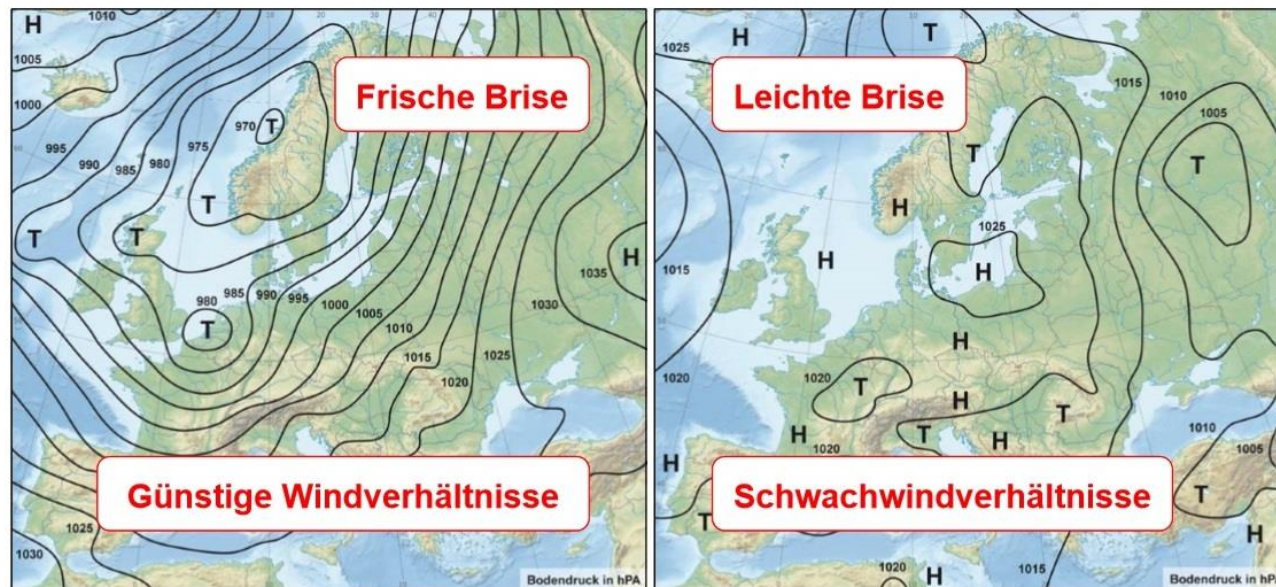


Bild 9. Spearman-Rangkorrelationskoeffizient r_s als Funktion der mittleren Distanz Δx zwischen den Schwerpunkten landesweiter Windparks für 18 Länder, errechnet auf der Basis von stündlichen Zeitreihen zur Windstromproduktion 2016.

Ausgewählte Beispiele für weiträumige Luftdruckunterschiede in Europa



Mittwoch, 8. Februar 2016

► Kalte Jahreszeit

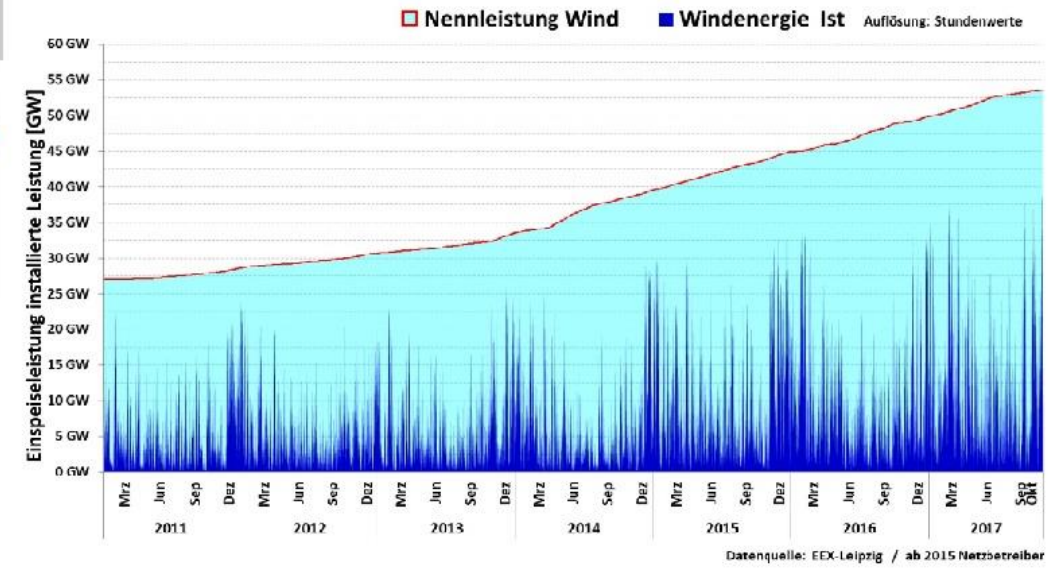
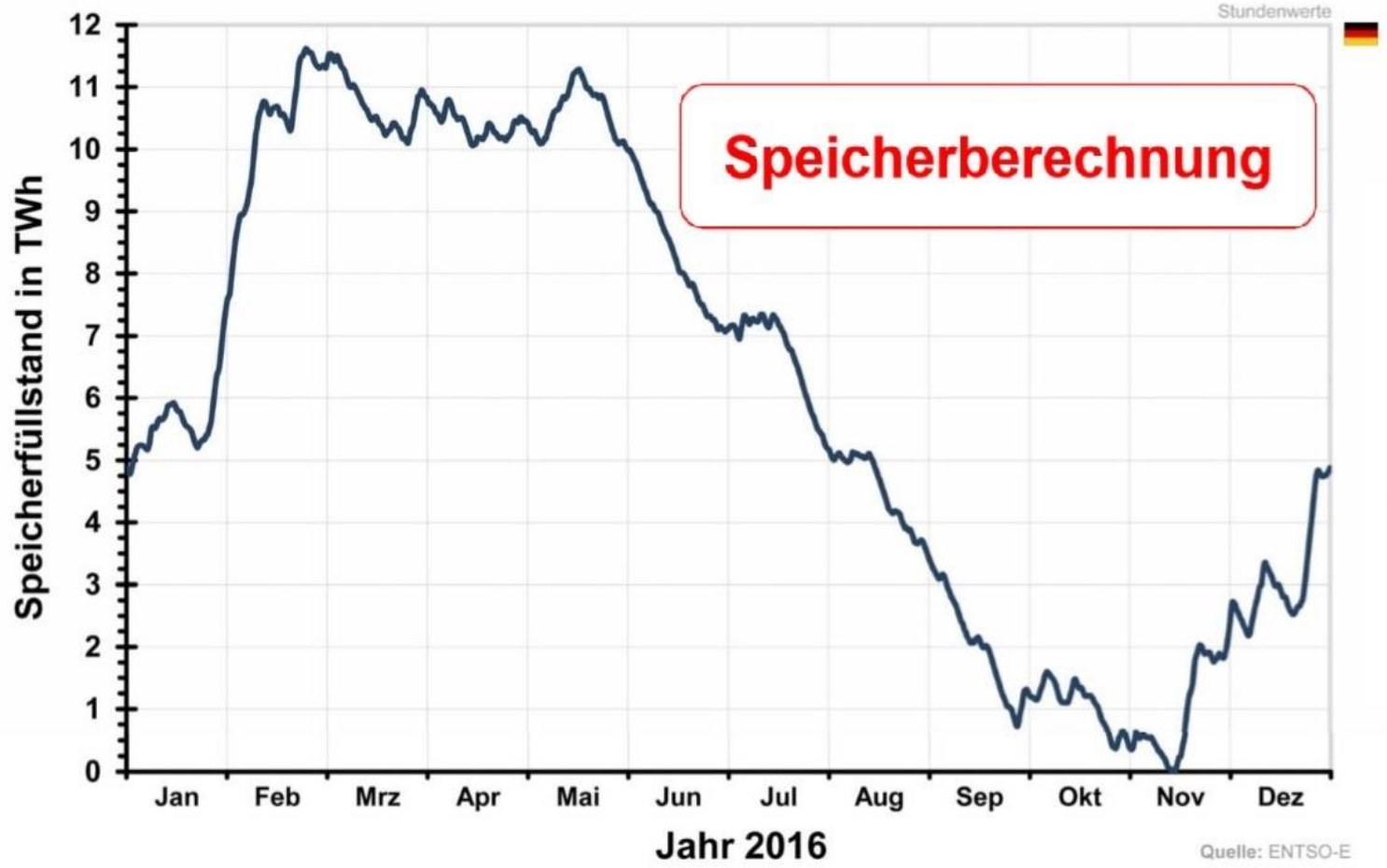
Mittwoch, 7. Juni 2016

► Warme Jahreszeit

E méiglechst héijen a geographesch wäit verdeelten Ausbau vun der Wandenergie, an e perfekt ausgebauten "verloschtfräit" Stroumnetz hu kee positiven Afloss op d'Volatilitéit.

De Wand bléist net ëmmer iergendanzwousch. D'Volatilitéit gëtt just bestëmmt vu groussen Héichrock- an Déifrockgebieder.

Windstromproduktion 2016



Eng volatil Stromproduktioun brauch e saisonale Laangzäitspäicher :

Späicherdauer :
Een eenzege Späicherzyklus an der Berechnungsperiod vun engem Joer.

Späicherfällstand :
Maximal Amplitude vun iwwer 15% vun der Joresproduktioun bei engem ideale Späicher ouni Wierkungsgradverloschter.



Monatliche Stromerzeugung in Deutschland in 2014

Datumsauswahl

Jahr: 2014

Monat:

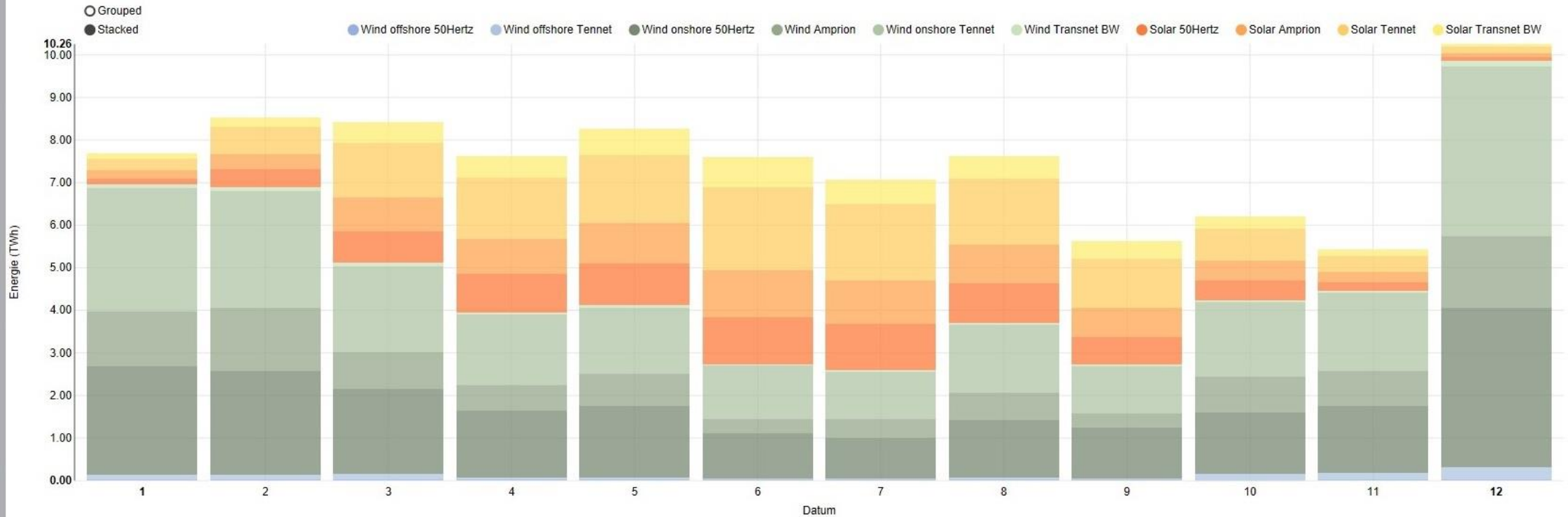
Woche:

jährlich
 monatlich
 wöchentlich
 täglich

Konv. >100 MW
 alle Quellen
 Solar, Wind
 Import, Export

Laufwasser
 Kernenergie
 Braunkohle
 Braunkohle Block
 Steinkohle
 Öl
 Gas
 Müll
 Wind offshore
 Wind onshore

Drucken
Hinweise



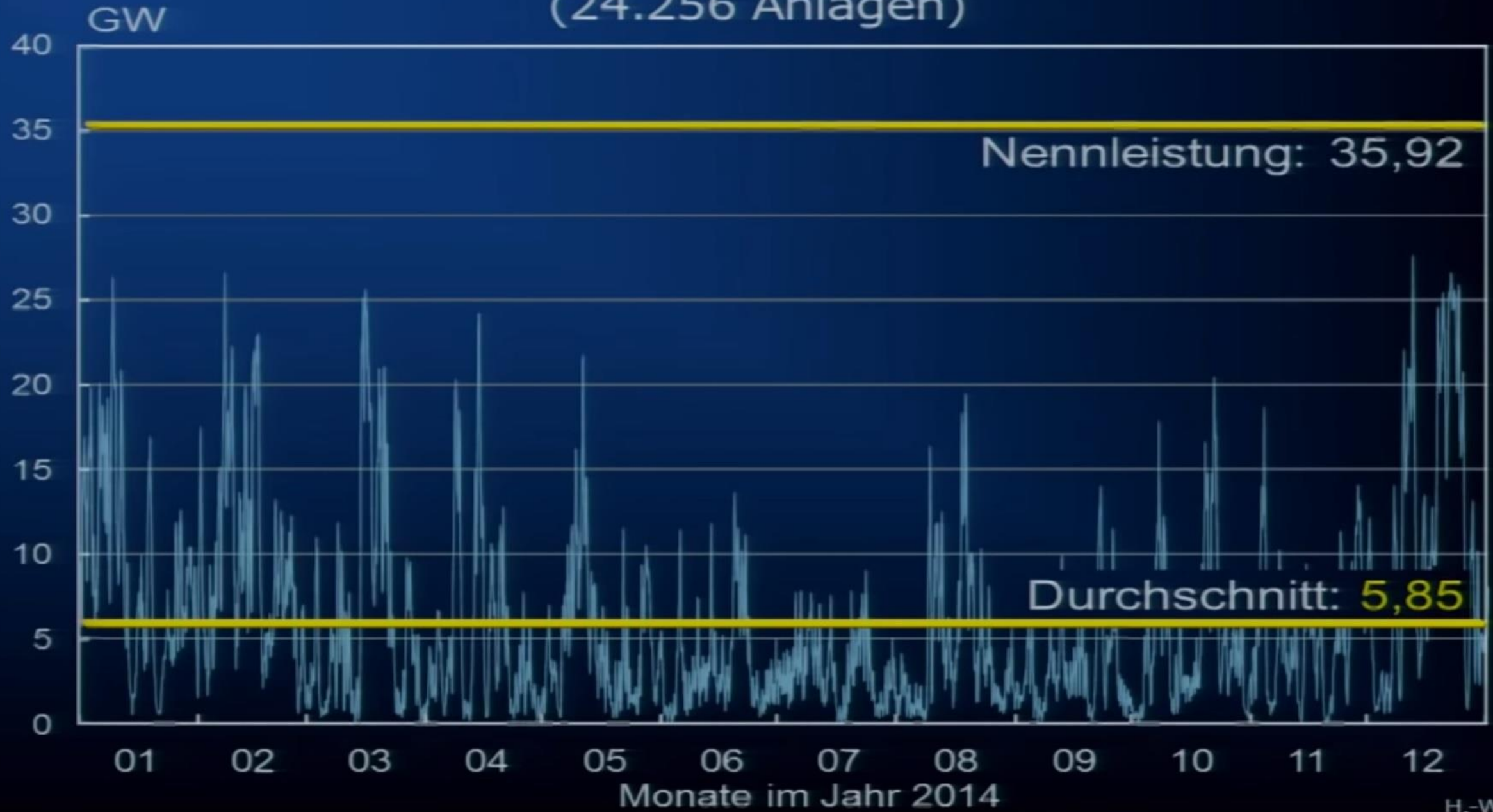
Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, Netztransparenz.de
 letztes Update: 07 Feb 2016 18:09

Am Wanter gëtt et méi Wand an am Summer méi Sonn...

Gëtt et vläicht Synergien tëschend Wand- a Solarstrom als Mëttel géint d'Volatilitéit ?

D'Volatilitéit vum Wand eenzel gekuckt :

Windstrom 2014 (24.256 Anlagen)



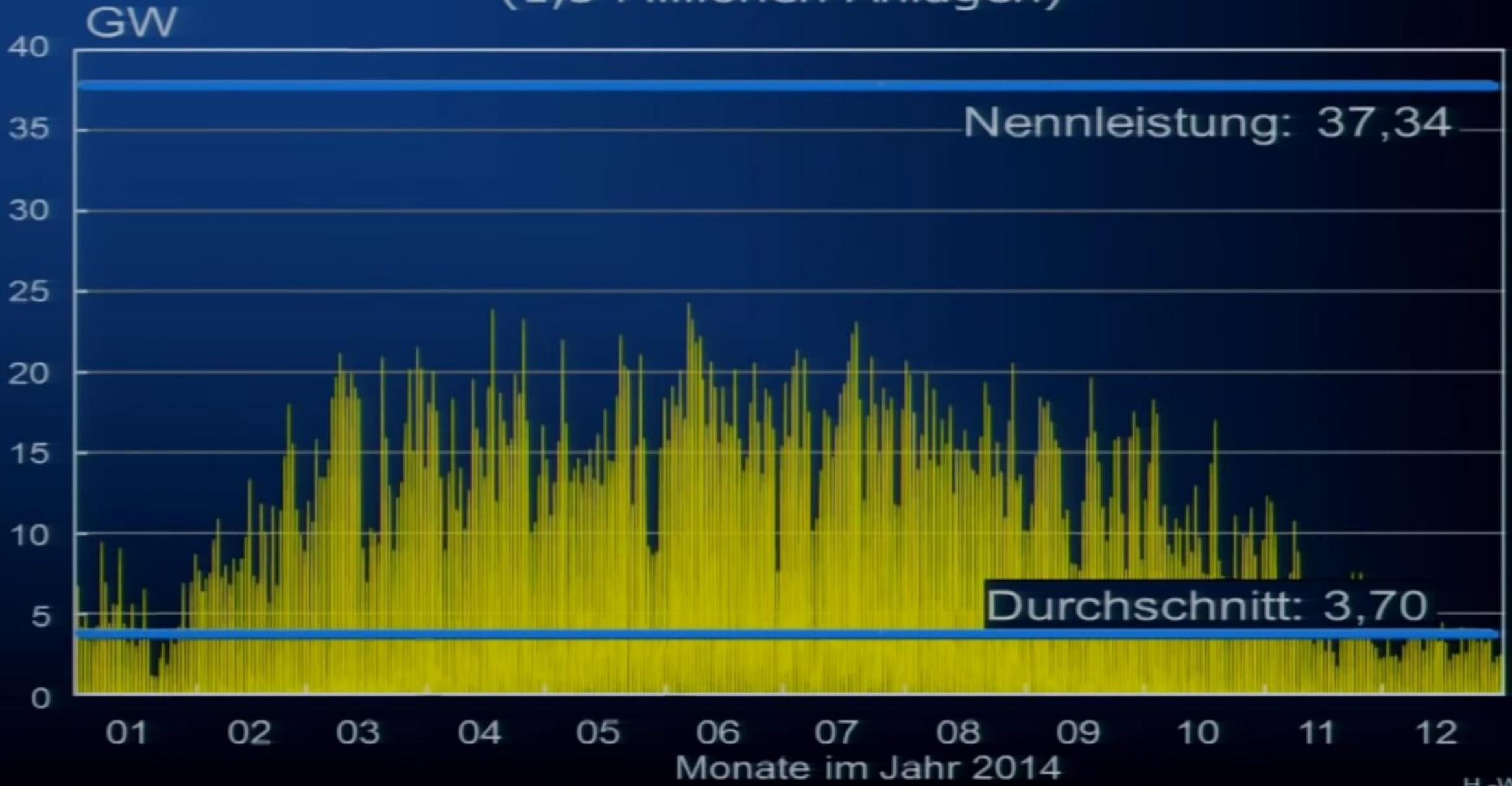
Speicherung des Windstroms

D'Späicherung vom Wandstrom eenzel gekuckt



D'Volatilitéit vum Solarstrom
eenzel gekuckt :

Sonnenstrom 2014 (1,5 Millionen Anlagen)



Speicherung von Wind- und Sonnenstrom

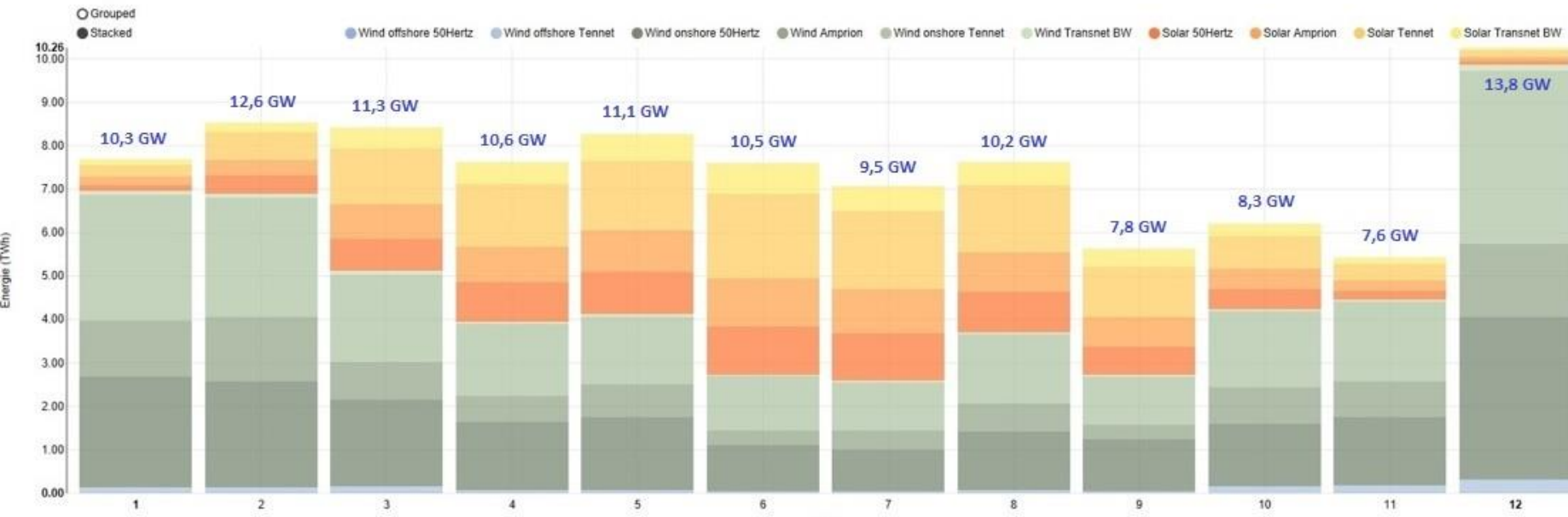
Speicherung vom Solarstrom einzel gekuckt



Wind- und Sonnenstrom 2014



Wind- und Sonnenstrom 2014



Mat fiktive Müttelwäerter Mount fir Mount gekuckt huet een den Androck, dat d'Stroumproduktioun sech verstetegt...



Mat realistesche Stonnewäerter gesäit een, dat d'Volatilitéit bleift.

Speichervolumen bei volatilem Bruttoverbrauch - Glättung der hohen Frequenzen -

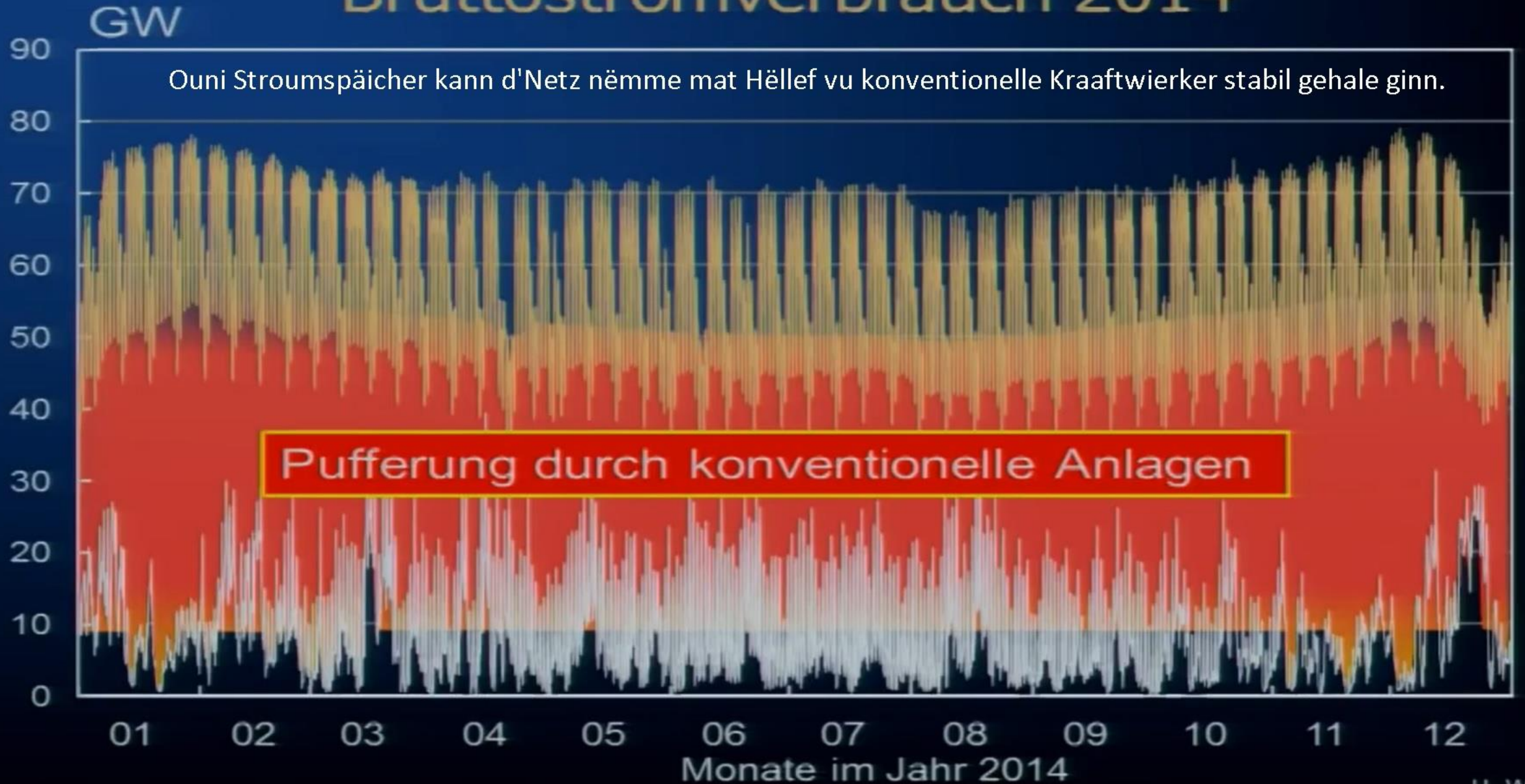


**Späicherung vum Wand- a Solarstrom
zesumme gekuckt :**
D'Volatilitéit gëtt ersichtlech duerch den
typesche Verlaf vum Späicherfällstand
vun engem saisonale Späicher mat
laangen Zyklen an héijer Amplitüd.

**Simulatioun vun den Effekter duerch e
Smartgrid :**
De Späicherfällstand gëtt marginal
reduzéiert.
Den typesche Späicherverlaf bleibt awer
erhalen : Smartgrid begräift kuerzzäiteg
Moosnamen an huet quasi keng positiv
Effekter op de saisonalen Aspekt vun der
Volatilitéit.

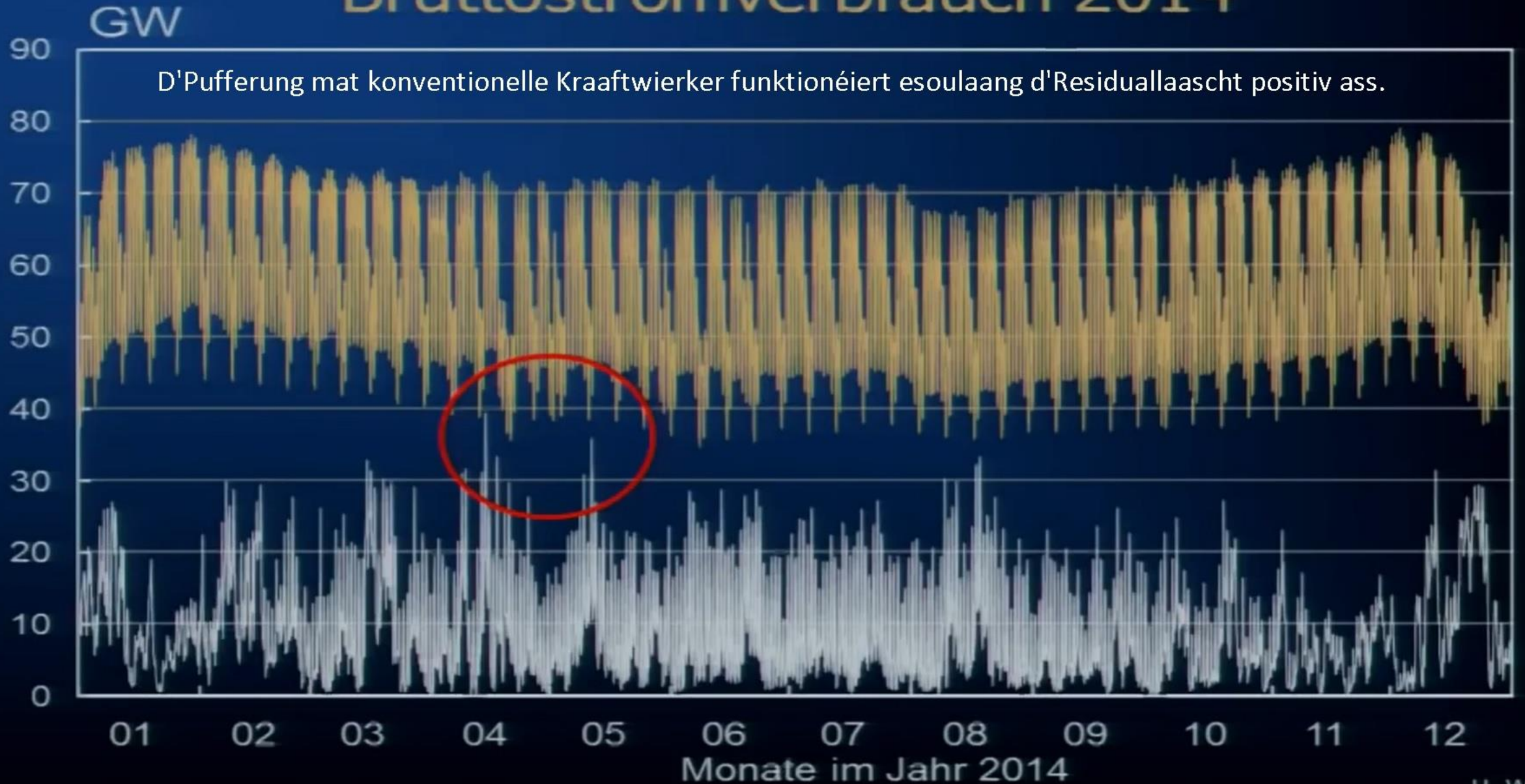
Wind- und Sonnenstrom 2014

Bruttostromverbrauch 2014



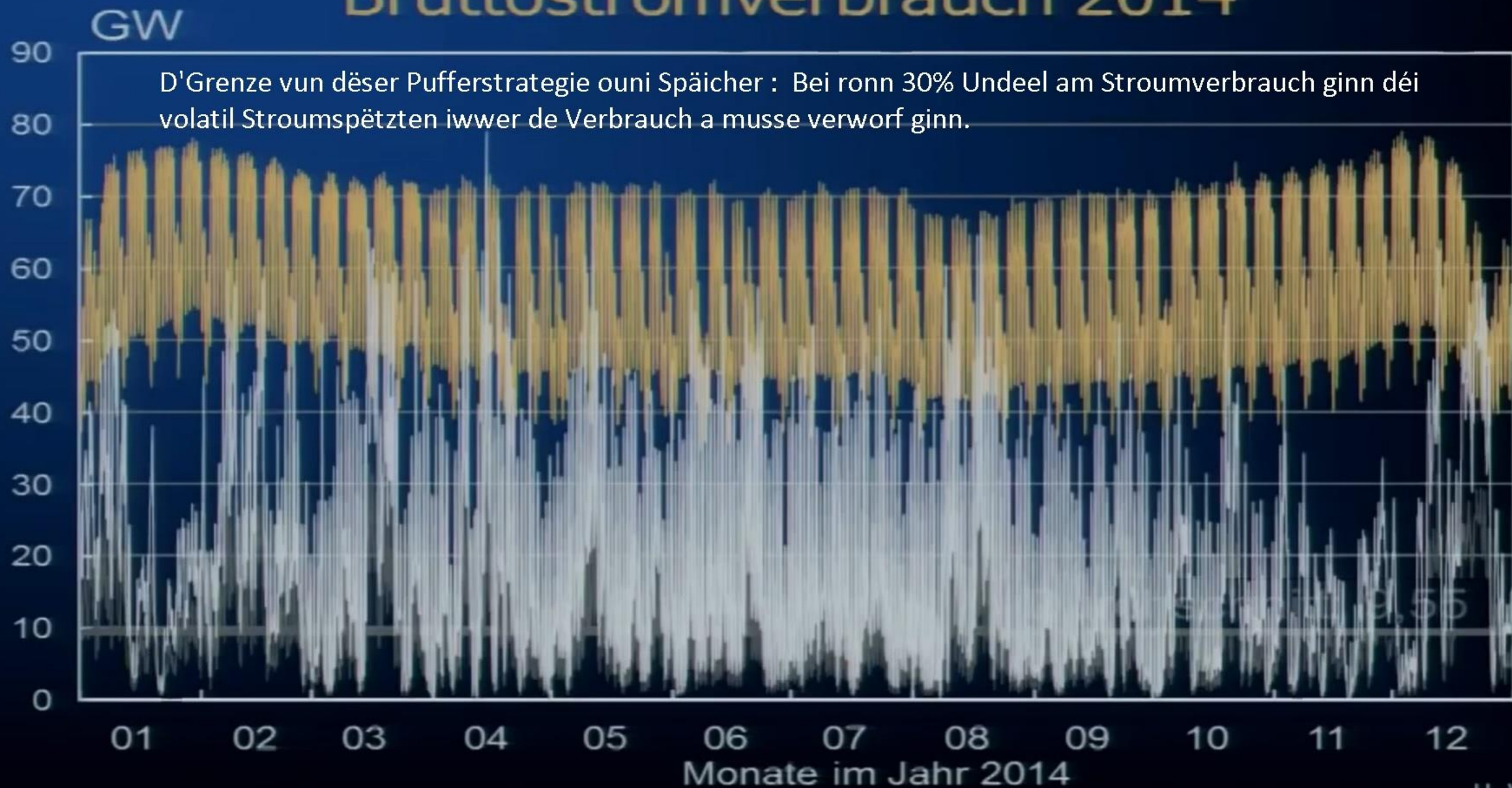
Wind- und Sonnenstrom 2014

Bruttostromverbrauch 2014



Verdoppelter Wind- und Sonnenstrom 2014

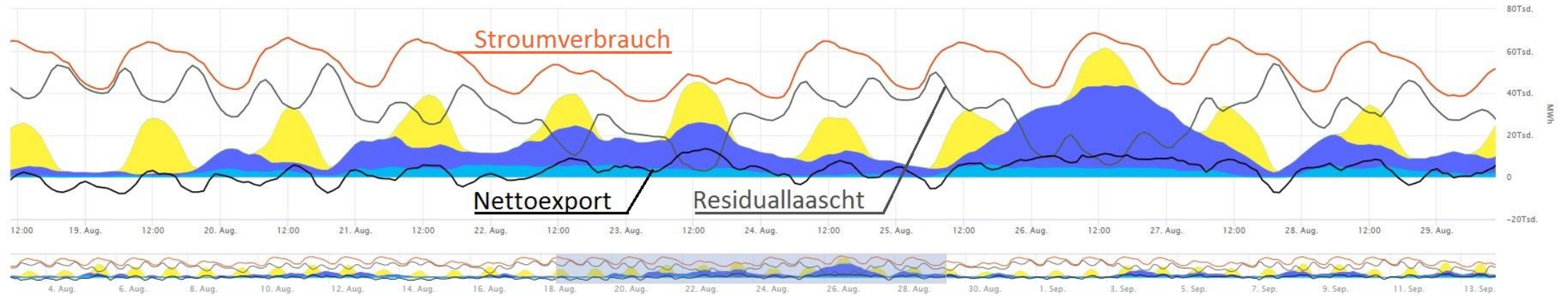
Bruttostromverbrauch 2014



Wéi ass et dann iwverhaapt technesch méiglech déi héich Leeschtungsspëtzen an d'Netz ze integréieren ?

Land: Deutschland | 18.08.2020 - 29.08.2020 | Auflösung: Stunde | Hilfe | Tabelle anzeigen | Mehr

Sie können weitere Datenkategorien im Menü hinzufügen und Konfigurationsmöglichkeiten (Filter und Skalierung etc.) verwenden. Mit dem Zeitschieberegler unterhalb der Grafik können Sie den anzuzeigenden Zeitbereich komfortabel verschieben.



Stromerzeugung - Realisierte Erzeugung

- Biomasse
- Wasserkraft
- Wind Offshore
- Wind Onshore
- Photovoltaik
- Sonstige Erneuerbare
- Kernenergie
- Braunkohle
- Steinkohle
- Erdgas
- Pumpspeicher
- Sonstige Konventionelle

Stromverbrauch - Realisierter Stromverbrauch

- Gesamt
- Residuallast

Markt - Physikalischer Stromfluss

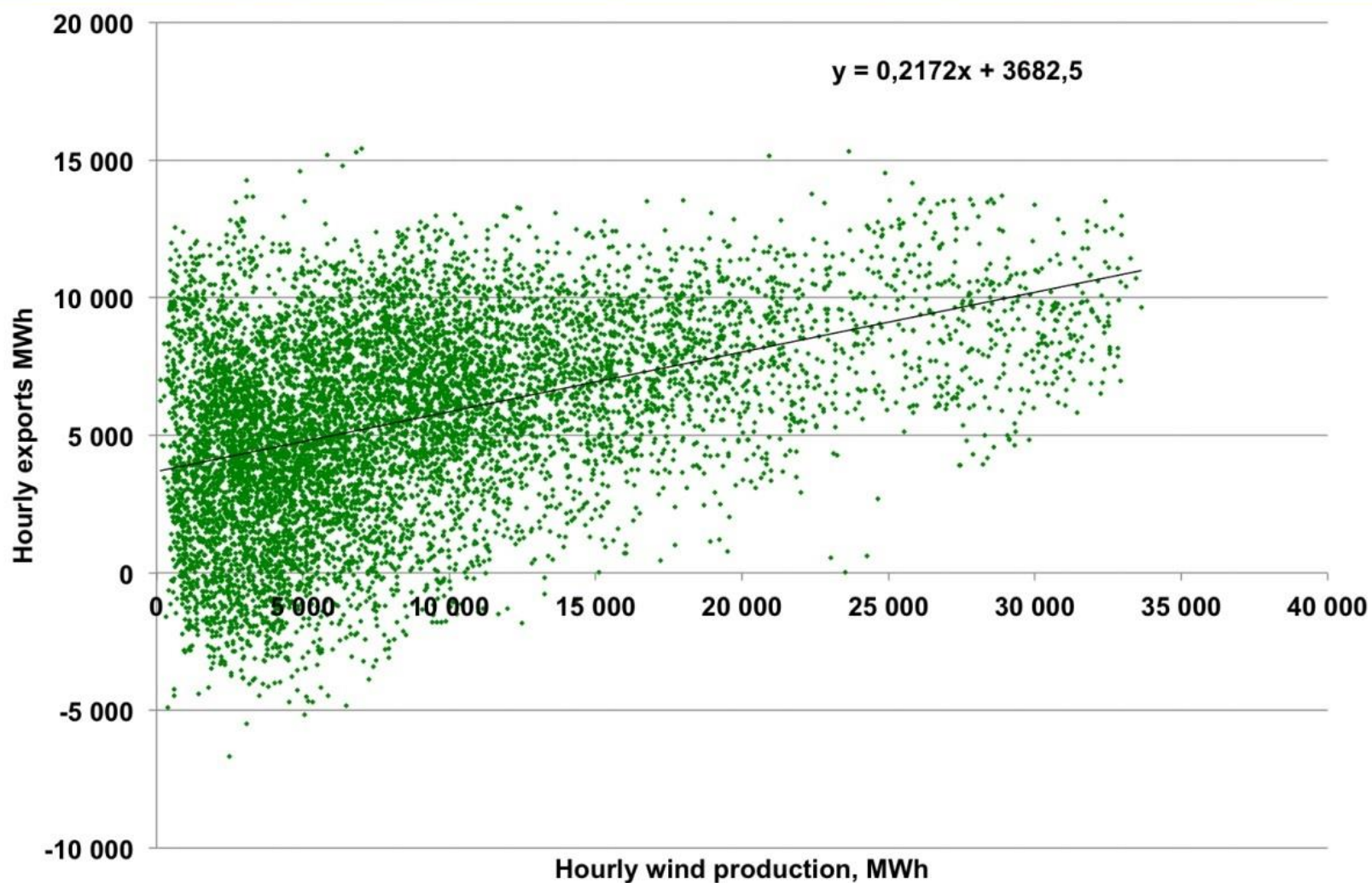
- Physikalischer Nettoexport
- Niederlande (Export)
- Niederlande (Import)
- Schweiz (Export)
- Schweiz (Import)
- Dänemark (Export)
- Dänemark (Import)
- Tschechien (Export)

An der Praxis gesäit een : d'Kurv vun de Nettoexporter korreliéert mat der Kurv vun der Residuallast respektiv mat dem volatile Leeschtungsverlaf vun der Wind- a Solarenergie.

Den Iwwerschoss ka net an dat eegend Netz integréiert ginn, därer awer an den eegene Verbrauch bilanzéiert ginn.

Esou entsteht d'Illusioun, dat an engem Land en Undeel vu volatile Stromquellen iwver dem physikalesch Machbare kann erreecht ginn.

Qui consomme vraiment les électrons éoliens allemands ?



All Punkt stellt eng vun den 8760 Stonnen am Joer duer mat senger Wandleeschtung (horizontal Skala) a senger Stromexporter (positiv Wäerter op der vertikaler Skala) respektiv Stromimporter (negativ Wäerter op der vertikaler Skala).

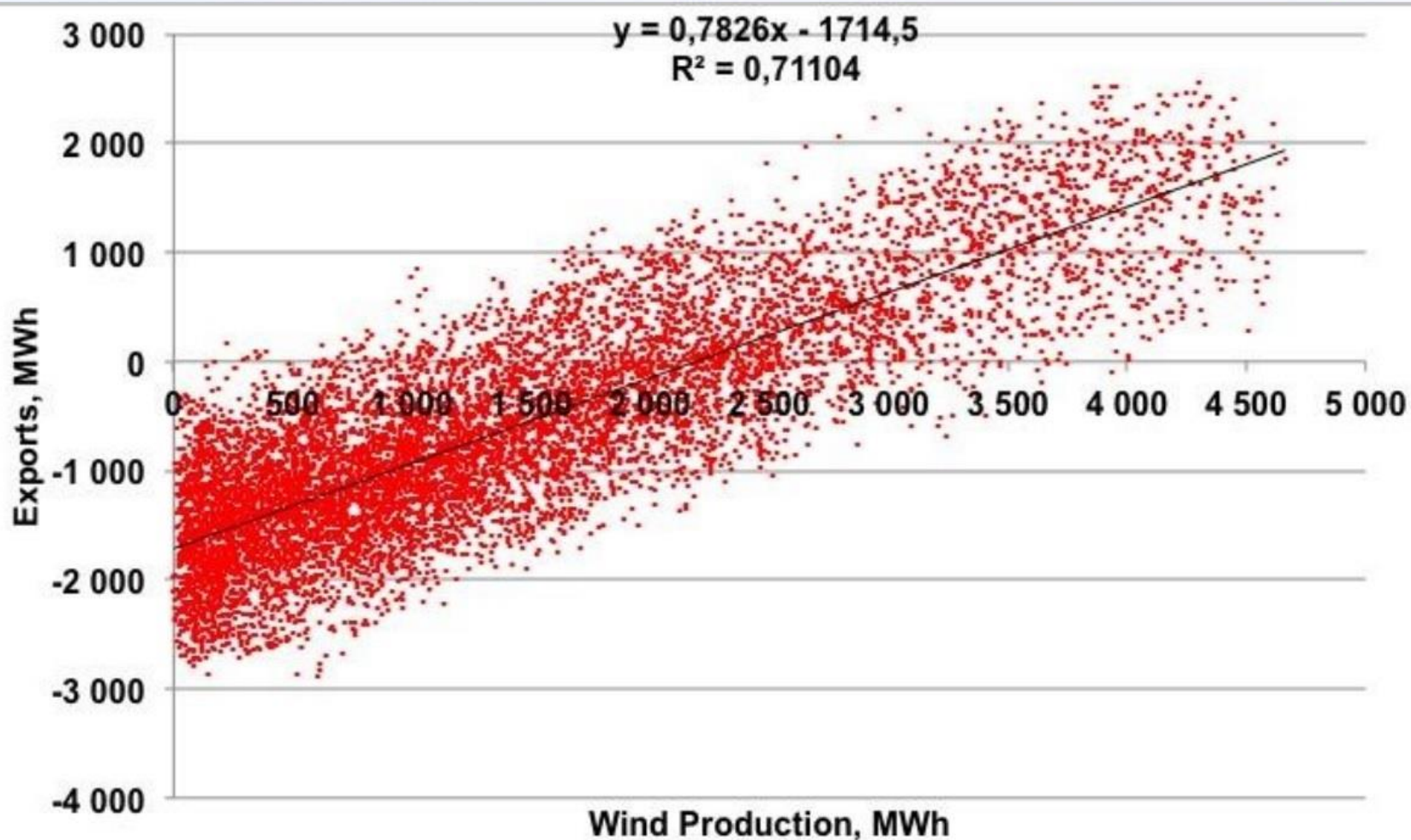
D'Praxis weist : et gëtt eng héich Korrelatioun tëschent der Wandleeschtung an den Exporter.

Wat d'Wandleeschtung méi héich ass, wat d'Exporter méi wuessen.

Ronn een Drëttel vun der volatiller Leeschtung gëtt exportéiert.

Production éolienne horaire vs exportations horaires en Allemagne. Données ENTSOE

An Dänemark ass de "nationalen Undeel" vun der Wandenergie nach méi héich...



Production éolienne horaire vs exportations horaires au Danemark en 2016.

Source des données : Paul-Frederik Bach ; <http://www.pfbach.dk/>

D'Praxis weist : eng volatil Stromwend mécht e Land duebel ofhängeg mat noutwendegen Importer an Exporter.

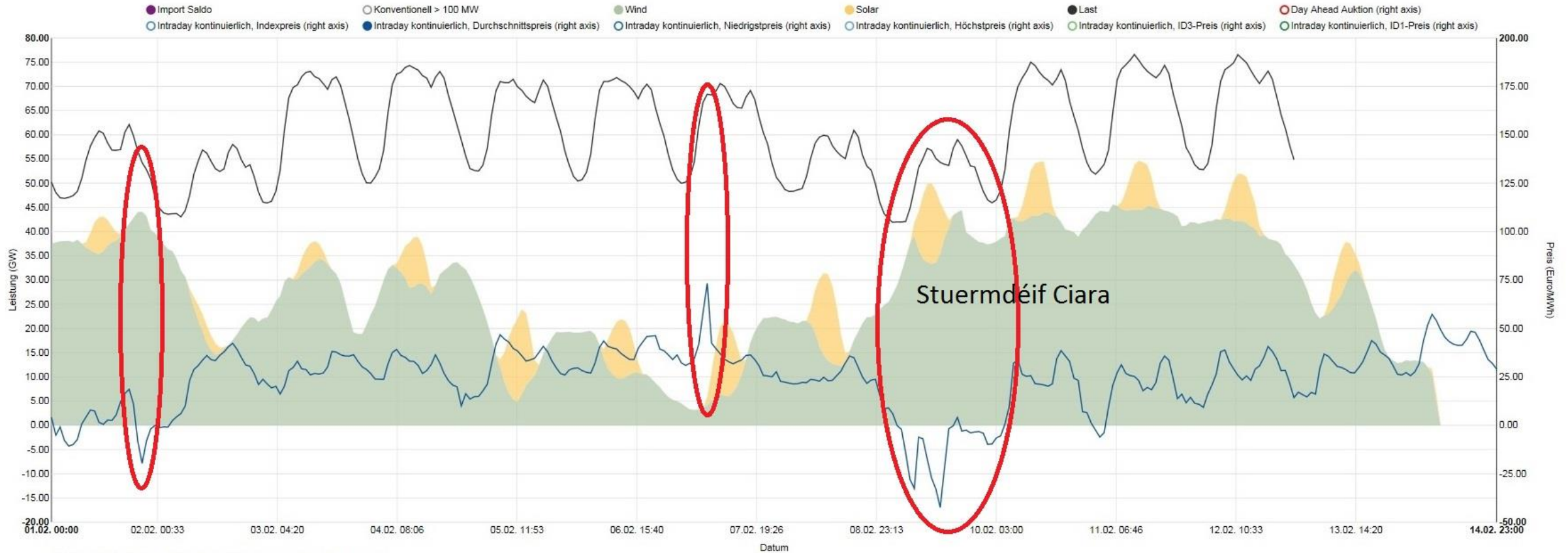
Wat huet dës Strategie mat enger "lokaler Stromproduktioun fir e lokale Verbrauch" ze dinn ?

Déi europäesch Wandanlage lafe quasi synchron .

Wéi soll eng Export- an Importstrategie funktionéieren wann ëmmer méi Länner eng volatil Stromwend wëlle maachen mat zäitgläiche Leeschtungsspëtzen a Leeschtungsdefiziter ?

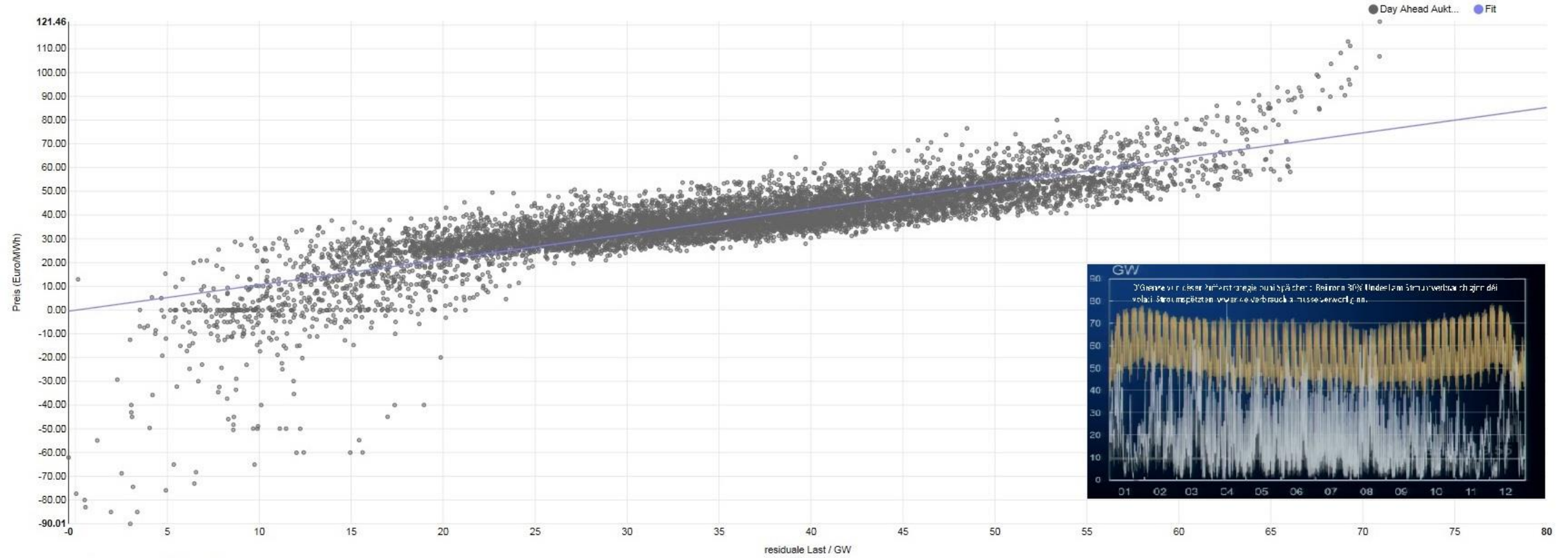
Wat sinn ekonomesch Auswierkunge vun dëser Strategie ?

Stromproduktion und Börsenstrompreise in Deutschland im Februar 2020



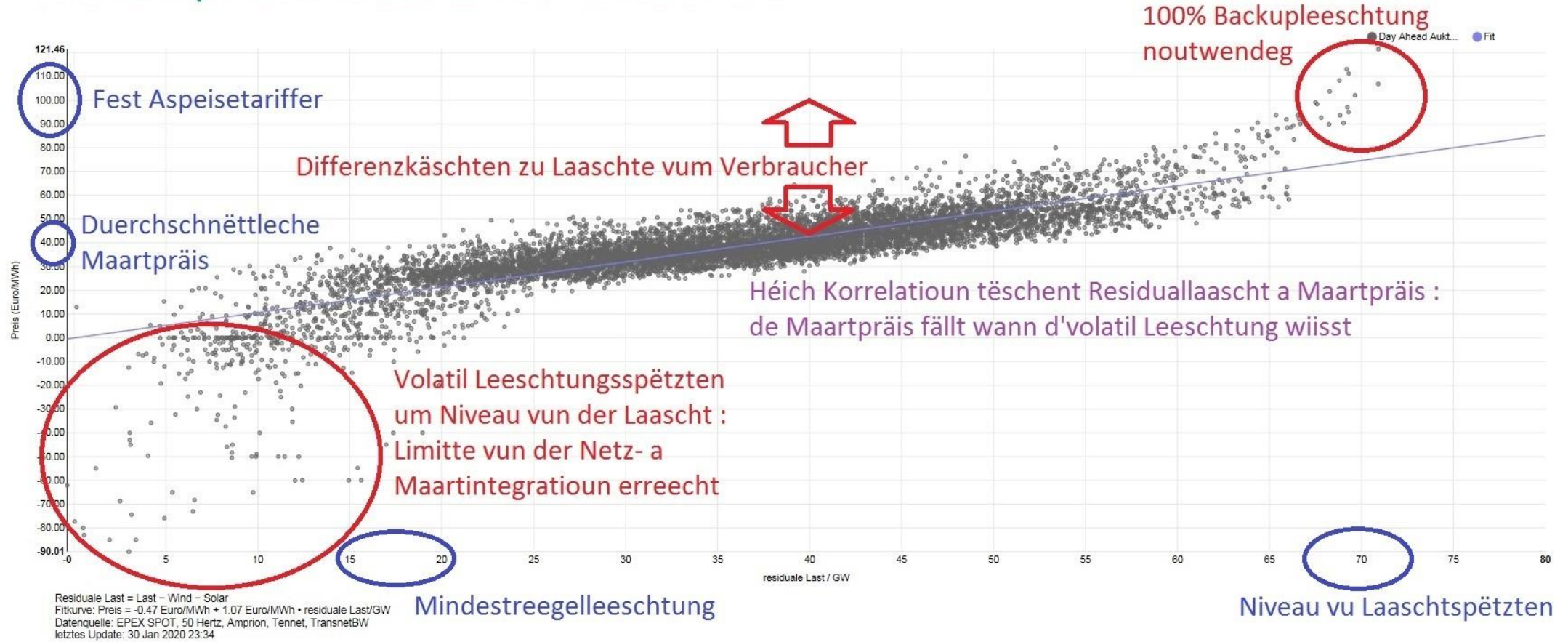
D'Maartpräisser reagieren op d'Residuallaascht. Beispill : Weekend vum 9. Februar 2020 mat dem Stuermdéif Ciara. Déi volatil Leeschtung liwwert quasi de gesamte Verbrauch. Huet Däitschland d'Stroumwend gepackt ("100% Erneuerbare !") oder ass Däitschland just nëmmen op déi physikalesch an ekonomesch Limitte gestouss ?

Börsenstrompreise vs. residuale Last in Deutschland in 2019



Residuale Last = Last - Wind - Solar
 Fitkurve: Preis = -0.47 Euro/MWh + 1.07 Euro/MWh • residuale Last/GW
 Datenquelle: EPEX SPOT, 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW
 letztes Update: 30 Jan 2020 23:34

Börsenstrompreise vs. residuale Last in Deutschland in 2019



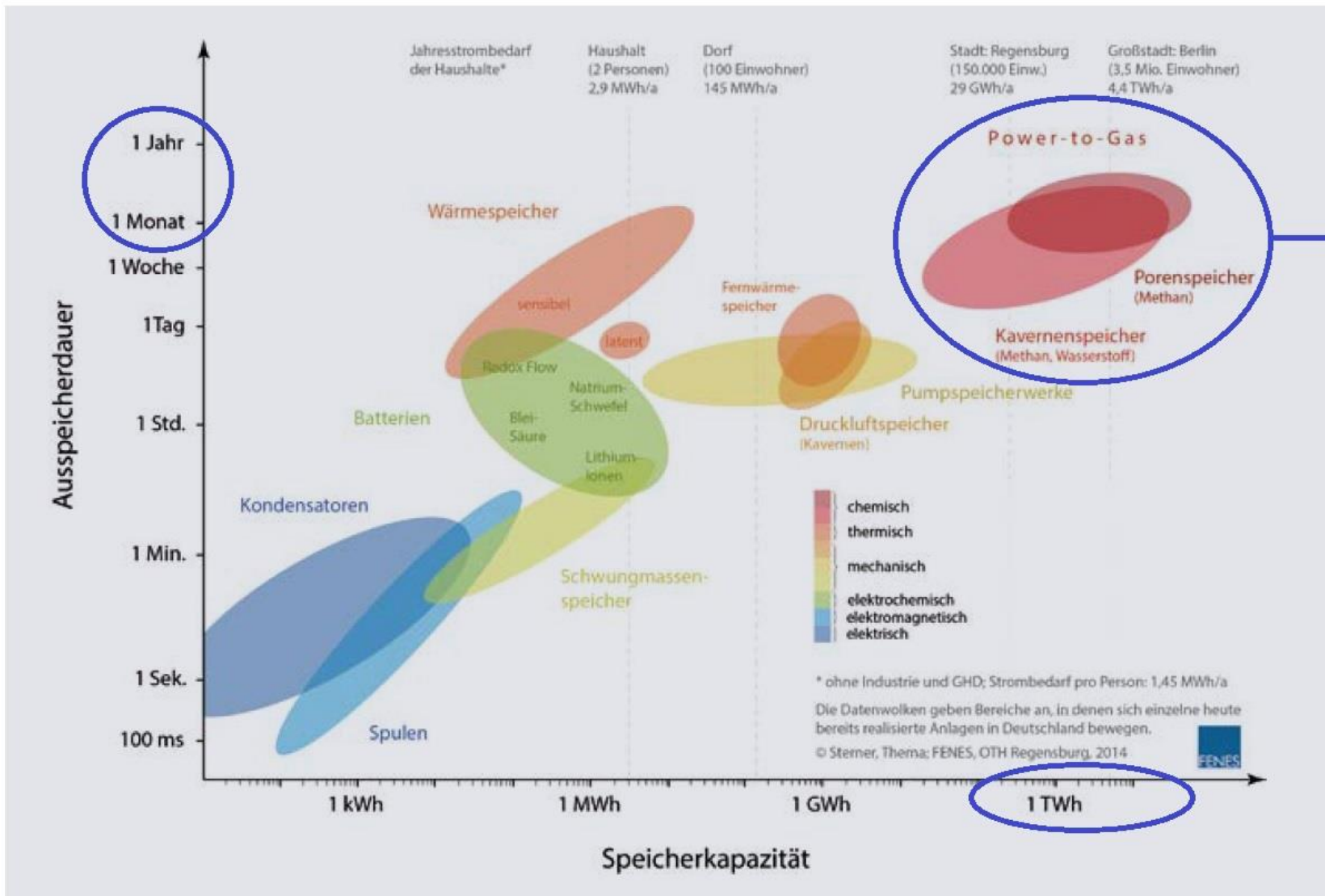
D'Praxis weist dat volatil Stromquellen sech net an e maartwirtschaftleche System integréieren :

- * wat volatil Stromquelle méi produzéieren, wat d'Präisser méi falen, wou se zäitweis nach missten dropbezuelen ;
- * wat volatil Stromquelle manner produzéieren, wat d'Präisser méi klammen, wou se dee Moment awer net dovunner profitéiere kënnen.

An engem maartwirtschaftleche System kënne volatil Stromquellen also net konkurrenzfäeg zu konventionelle Kraaftwierker ginn, dofir bleiwe se ëmmer op fest Aspeisetariffer ugewisen, an d'Verbraucher müssen d'Differenzkäschte finanzéieren.

Speicherkapazitäten vs. Ausspeicherdauern real existierender Speicher in Deutschland

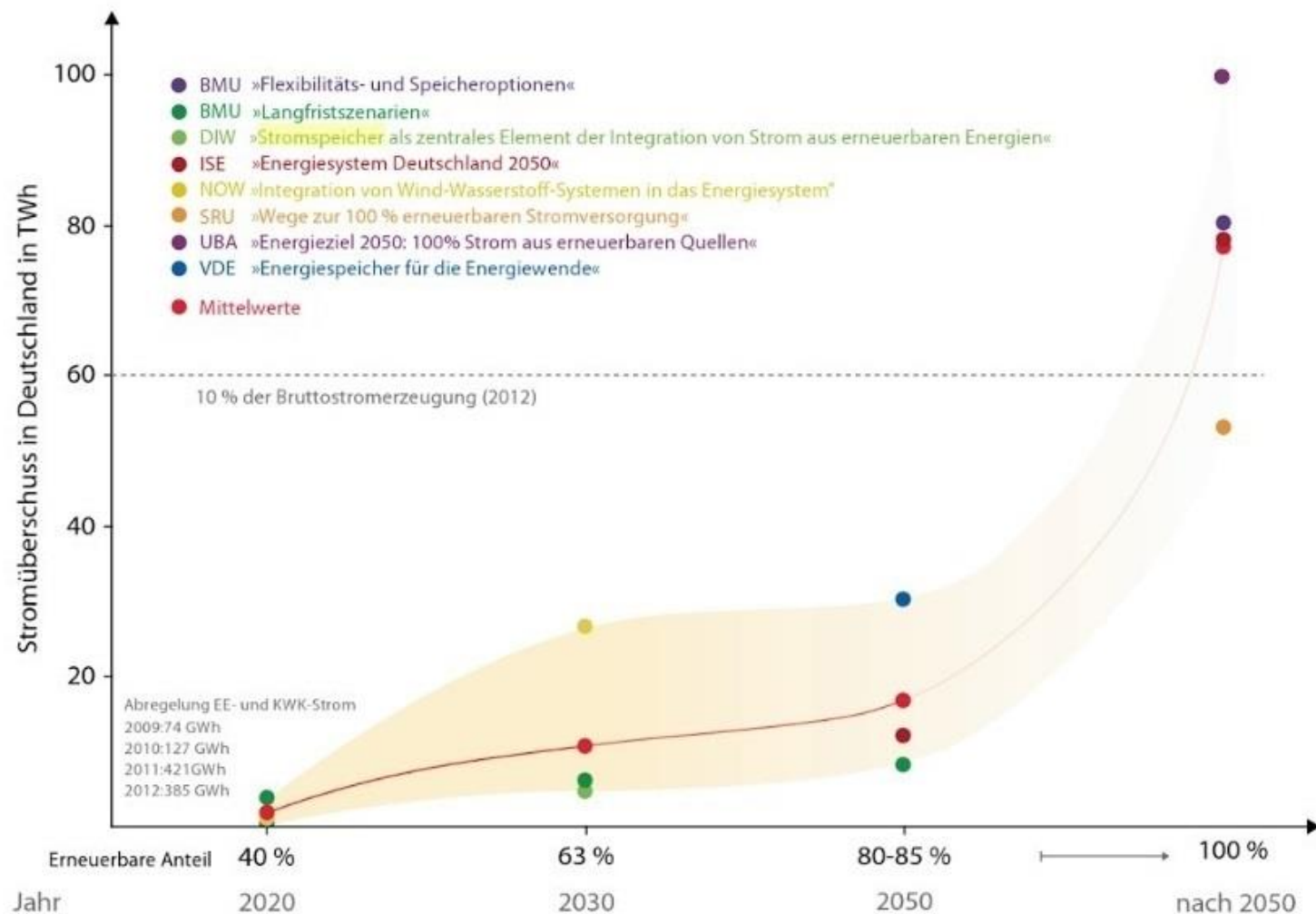
Abbildung 3-5



Wann d'Pufferstrategie mat thermesche Kraaftwierker, Ofreegelen an Exporter op déi physikalesch Limitte stéisst, da kënnen déi saisonal Leeschtungsschwankungen nëmme mat Hëllef vu saisonale Späicher kompenséiert ginn.

Wéi eng Späicherkapazität géif an Däitschland gebraucht ginn ? ...an zu Lëtzebuerg ?

Wat stellt esou eng Späicherkapazität an der Praxis duer ?



Abschätzung der Stromüberschüsse (Flexibilitäts- und Speicherbedarf) in Deutschland bis 2050.

Vergleichbare Späicherbedarf fir Lëtzebuerg

bezunn op eisen Energieverbrauch :

100% Stromwend : ca. 1 TWh

100% Energiewend : ca. 6 bis 7 TWh

Wat stellt e Späicher vun 1 TWh duer ?

Pompspäicherwierker:

ca. 200 PSW (Veianen)

ca. 1.000 PSW (Moyenne Däitschland)

Batterien :

ca. 100 Milliounen Hausspäicher (10 KWh)

ca. 20 Milliounen Elektroautoen (50 KWh)

ca. 7 Milliounen Tonnen Lithium Batterien

Gas (1 TWh_{th}) :

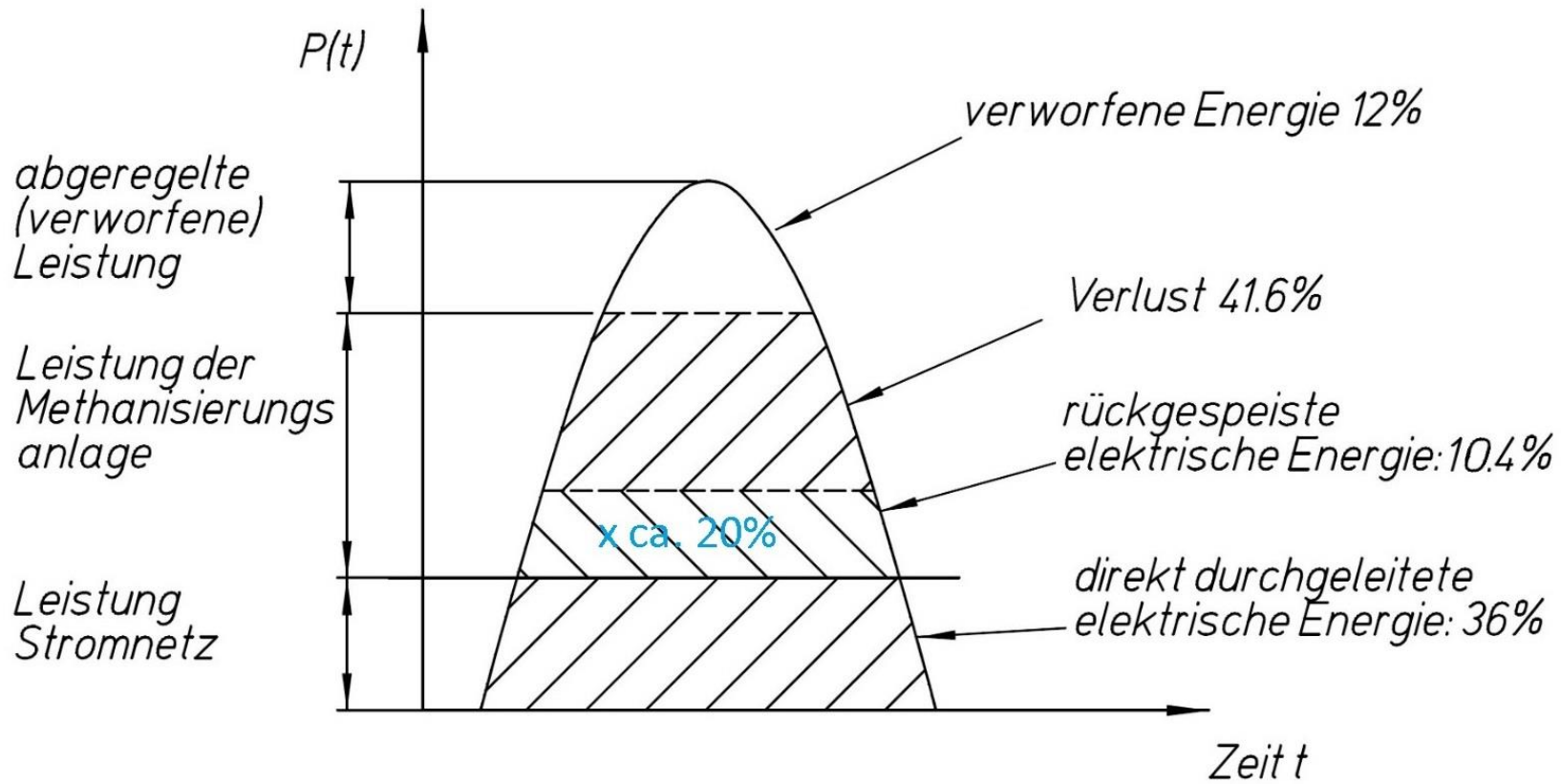
Methan 100 Milliounen Nm³ (z.B. ca. 300 Kugelgastanken
 Diameter 40m Drock 10Bar)

Waasserstoff 333 Milliounen Nm³

Flässege Waasserstoff (-253°C) 423.000 m³

Problematik bei enger saisonaler Speicherung : héich Wirkungsgradverloschter

Beispill : Power to Gas to Power



Wirkungsgraden :

STROUM > GAS :

Elektrolyse : 60% bis 70%

Methanatioun : 80%

Compressioun : 90%

Fuiten : 95%

Total Stroum > Gas : ca. 45%

GAS > STROUM :

GT : 35% (40% Volllaascht)

GuD : 55% (60% Volllaascht)

Moyenne Gas > Stroum : ca. 45%

STROUM > GAS > STROUM : ca. 20%

Direkt integriéiert elektresch Energie : 36%

Zousätzlech elektresch Energie iwwer P2G : 10% aus 64% net integriéierbarer elektrescher Energie

Gesamte Verloscht : 54%

"This modeling, therefore, shows that it is possible to transform the energy system of Luxembourg, which is highly dependent on energy imports today, into a sustainable energy system in 2050, which is mainly supplied by renewable energy sources."

Undeeler par rapport zu eisem haitegen Endenergieverbrauch :

PV : 5% (Diecher + ca. 30 km² Fräiflächchen)

Wind : 6% (ca. 600 3MW-Anlagen)

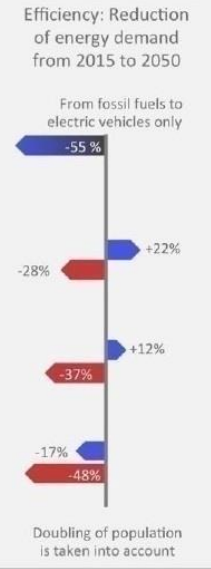
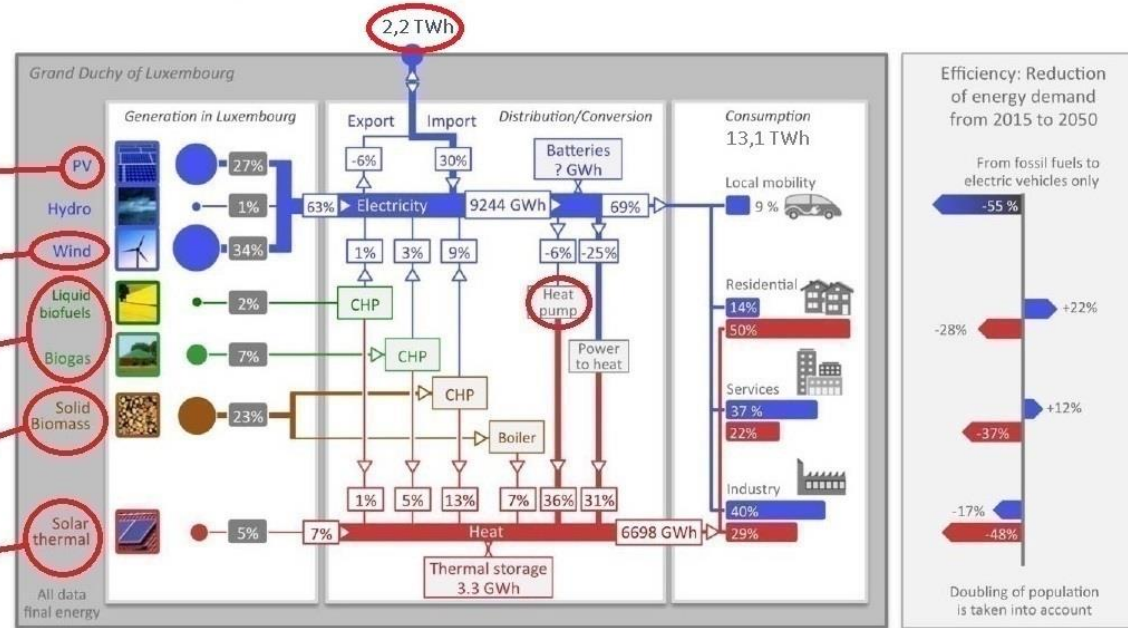
Biomass : 2% (ca. 250 km² Agrarflächchen)

Fest Biomass : 4%

Solarthermie : 1%

Wärmepumpelen : 3%

TOTAL : 21% (plus Nettoimport 4%)

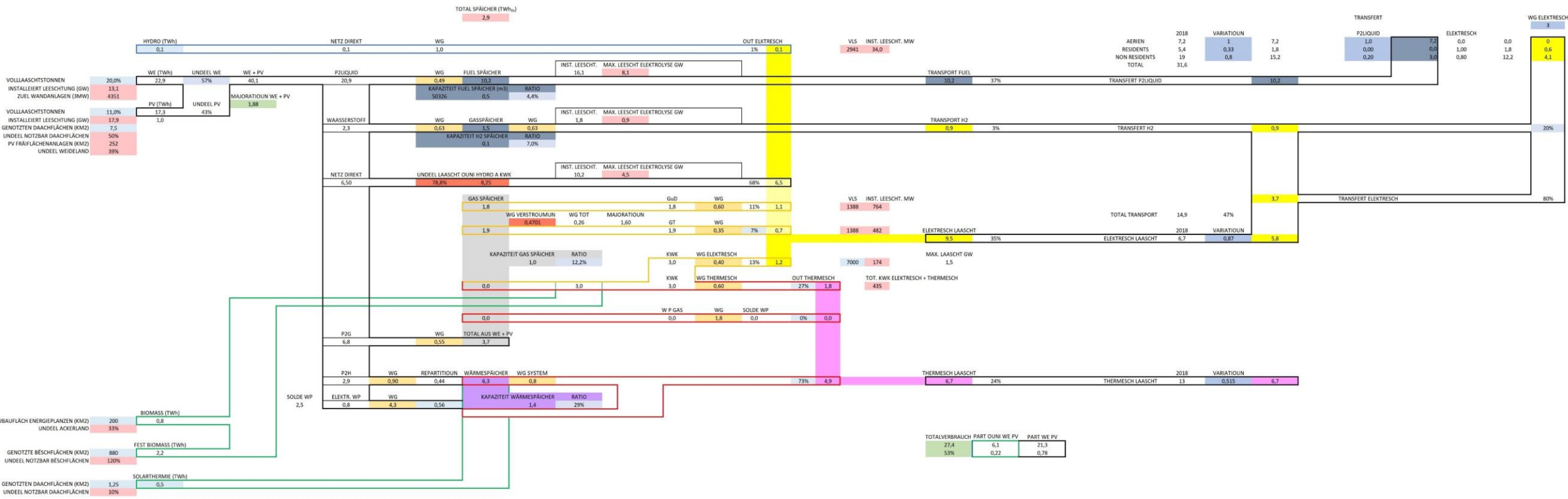


- Onrealitesch Rechenhypothesen :
- > Verbrauch vu ronn 13 TWh dee par rapport zu haut op bal e Véirels reduzéiert ass ;
 - > Stroumaustausch mat dem Ausland laangfristeg am néidegen Ëmfang net assuréiert ;
 - > System ouni saisonal Späicher, ouni Backup-Equipementer, ouni Wirkungsgradverloschter ;
 - > Ëmsetzungsméiglechkeeten um Terrain.

Mat realistesch Aarbechtshypothesen par rapport zum Verbrauch an zu dem Traitement vun der Volatilitéit géif de noutwendegen Ausbau vu regenerativen Energiequellen nach ëm e Villfaches méi héich ginn !

SEKTORKOPPLUNG MAT 100% REGENERATIVEN ENERGIEEN - ENERGIEVERBRAUCH OP 53% VUM HAITEGE NIVEAU (TIR SÄIT 169 BIS 171)

■ AARBECHTSHYPOTHEESEN ENERGIEVERBRAUCH
■ AARBECHTSHYPOTHEESEN ENERGIEPRODUKTION
■ AARBECHTSHYPOTHEESEN WIERKUNGSGRADEN
■ BERECHNUNG DIREKTASPEISUNG WE + PV
■ INSTALLEERT LEESCHTUNGEN

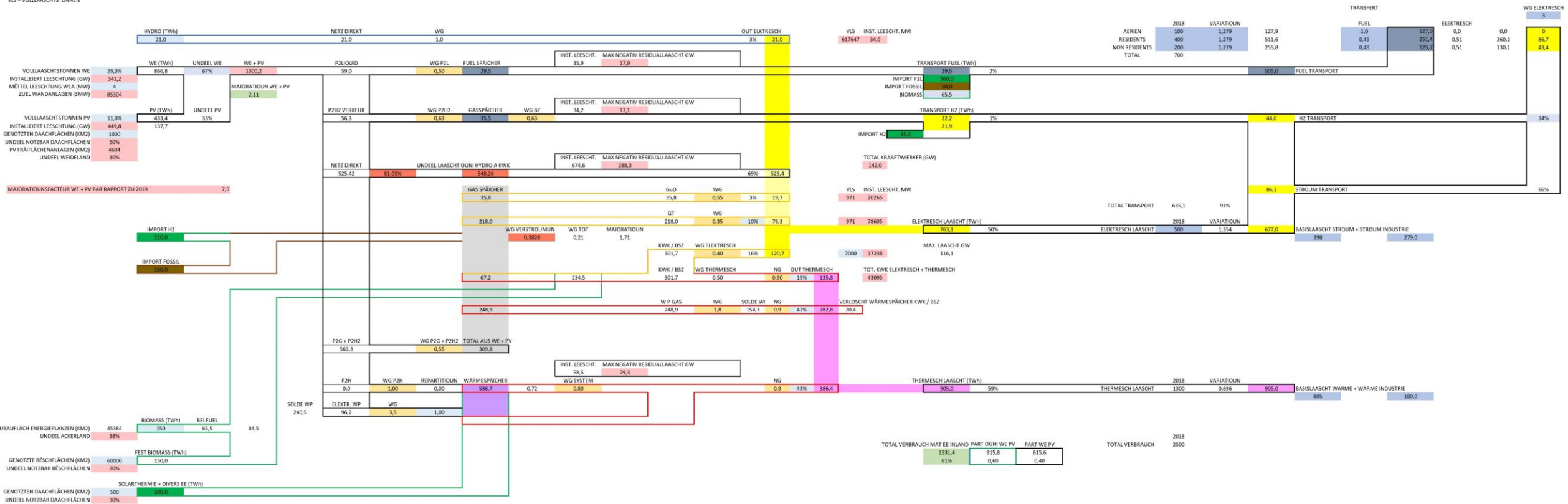


ZENARIO "BEHARRUNG" (FRAUNHOFER ISE FEBRUAR 2020)

VERDEELUNG WANDENERGIE/FOTOVOLTAIK : 67/33

■ AARBECHTSHYPOTHESEN ENERGIEVERBRUCH
■ AARBECHTSHYPOTHESEN ENERGIEPRODUKTION
■ AARBECHTSHYPOTHESEN WERKUNGSGRADEN
■ BERECHNUNG DIREKTAFPEISUNG WE + PV
■ INSTALLEERT LEESCHTINGEN

WG = WERKUNGSGRAD
 NG = NOTZUNGSGRAD
 VLS = VOLLLAASCHTSTONNEN

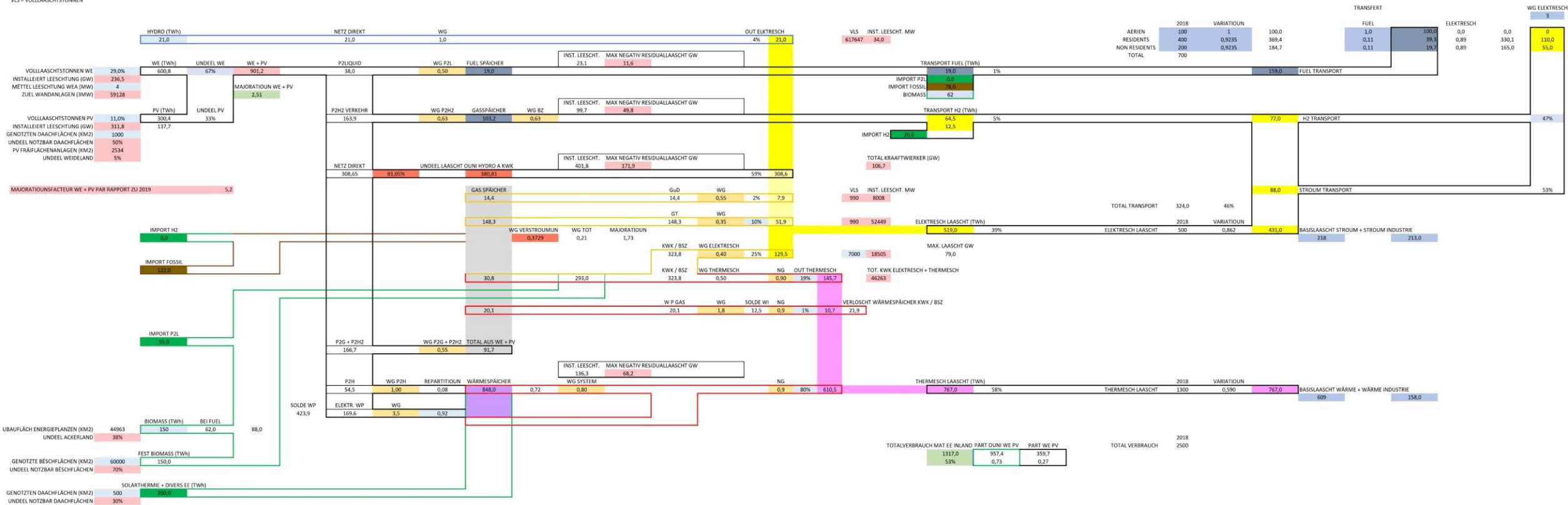


ZENARIO "SUFFIZIENZ" (FRAUNHOFER ISE FEBRUAR 2020)

VERDEELUNG WANDENERGIE/FOTOVOLTAIK : 67/33

- AARBECHTSHYPOTHESEN ENERGIEVERBRUCH
- AARBECHTSHYPOTHESEN ENERGIEPRODUKTION
- AARBECHTSHYPOTHESEN WERKUNGSGRADEN
- BERECHNUNG DIREKTASPEISUNG WE + PV
- INSTALLEERT LEESCHTINGEN

WG = WERKUNGSGRAD
 NG = NOTZUNGSGRAD
 VLS = VOLLAASCHTSTONNEN

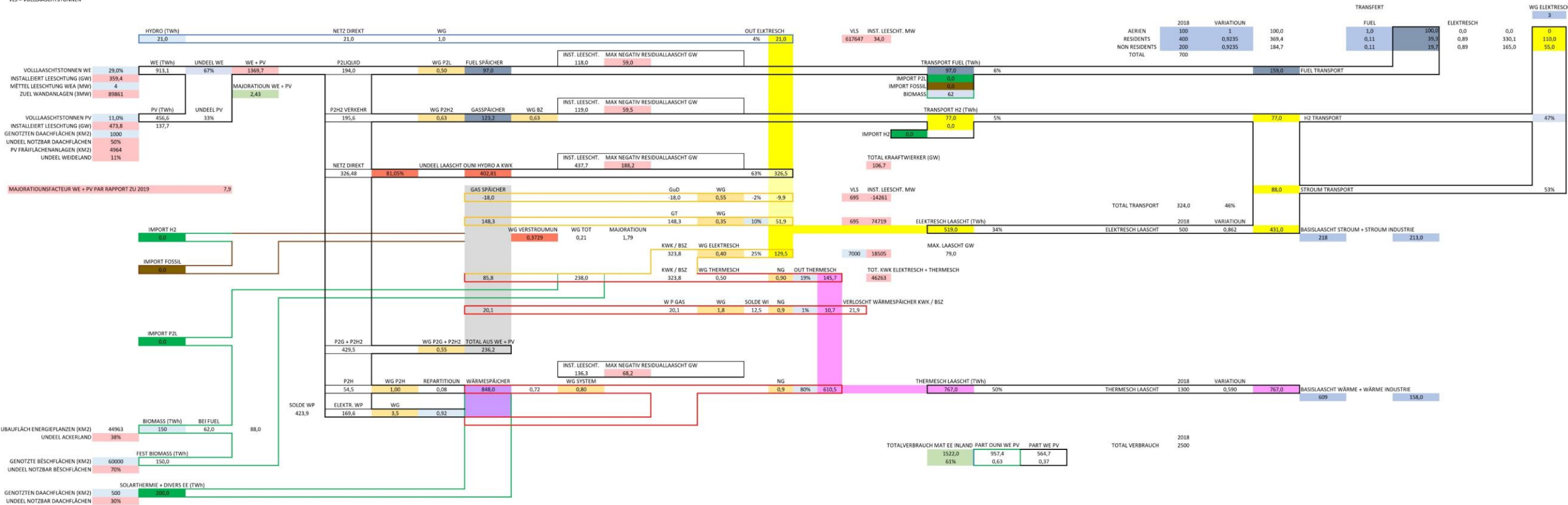


ZENARIO "SUFFIZIENZ" (FRAUNHOFER ISE FEBRUAR 2020)

VERDEELING WANDENERGIE/FOTOVOLTAÏK : 67/33

- AARBECHTSHYPOTHESEN ENERGIEVERBRUCH
- AARBECHTSHYPOTHESEN ENERGIEPRODUCTIÛN
- AARBECHTSHYPOTHESEN WERKUNGSGRADEN
- BERECHNING DIREKTAFSPESUNG WE + PV
- INSTALLEERTE LEESCHTINGEN

WG = WERKUNGSGRAD
 NG = NOTZUNGSGRAD
 VLS = VOLLAASCHSTONNEN

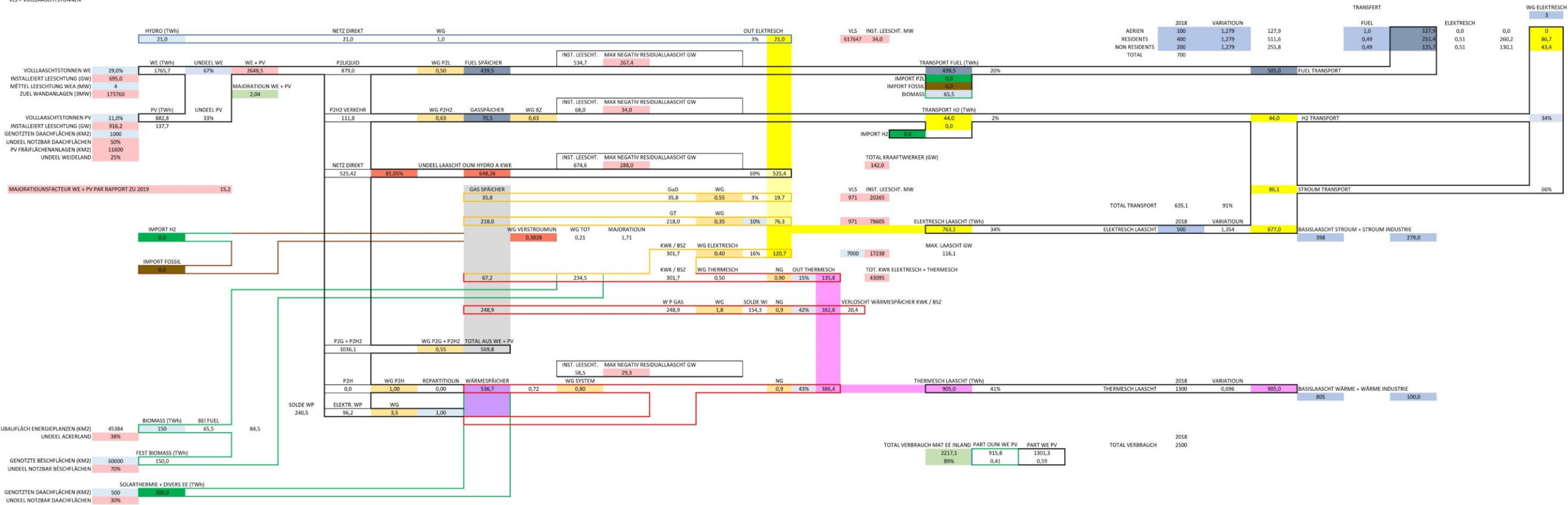


ZENARIO "BEHARRUNG" (FRAUNHOFER ISE FEBRUAR 2020)

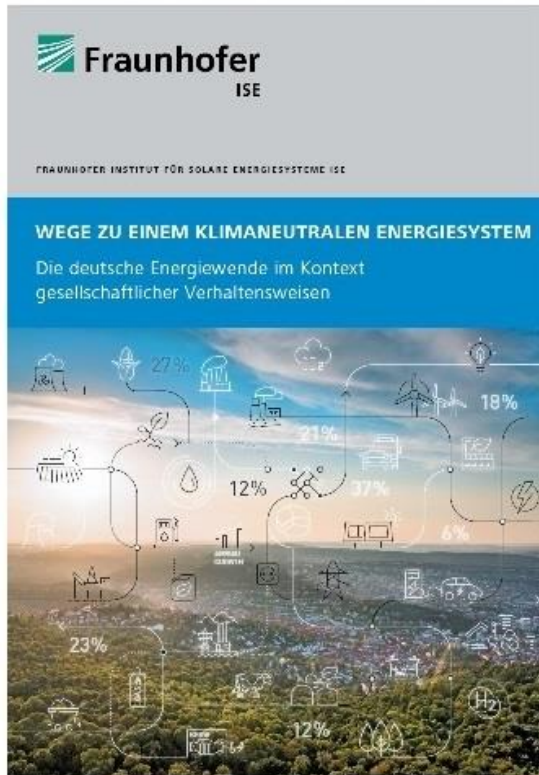
VERDEELING WANDENERGIE/FOTOVOLTAIK : 67/33

- AARBECHTSHYPOTHESEN ENERGIEVERBRUCH
- AARBECHTSHYPOTHESEN ENERGIEPRODUKTIE
- AARBECHTSHYPOTHESEN WERKUNGSGRADEN
- BERECHNING DIREKTASPEISUNG WE + PV
- INSTALLEERT LEESCHTINGEN

WG = WERKUNGSGRAD
 NG = NOTZUNGSGRAD
 VLS = VOLLAASCHSTONNEN



Informationen aus de Modellrechnungen vum Fraunhofer ISE (Februar 2020) :



Aarbechtshypothesen :

- Zenario **Beharrung** : Endenergieverbrauch op engem vergläichbare Niveau ewéi haut ;
- Zenario **Suffizienz** : Endenergieverbrauch reduzéiert op ronn 60% vun haut ;
- Potenzial vun eegener regenerativer Energie :
tëschent 53% (Suffizienz) an 61% (Beharrung) vum aktuellen Endenergieverbrauch ;
jee no Verbrauchzenario muss nach méi oder manner Energie a Form vu Brennstoffer (Waasserstoff, synthetesch Kraaftstoffer...) importéiert ginn fir de gesamte Verbrauch ze decken ;
- An deem beschriwwene Kontext misst d'Ernergieproduktioun vu Wind a Fotovoltaik tëschent ronn 5 (Suffizienz) an 8 (Beharrung) multiplizéiert ginn par rapport zu 2019.

Wann een d'Brennstoffimporter mat an d'Ernergieproduktioun vu Wind a Fotovoltaik integréiere géif, da misst d'Windenergie an d'Fotovoltaik vun der Gréisstenuerdnung hier mat engem Facteur 8 (Suffizienz) bis 15 (Beharrung) multiplizéiert ginn : déi däitsch Windenergie a Fotovoltaik misst also am Kontext vun enger Sektorkopplung ëm eng ganz Gréisstenuerdnung ausgebaut ginn (mol zéng).

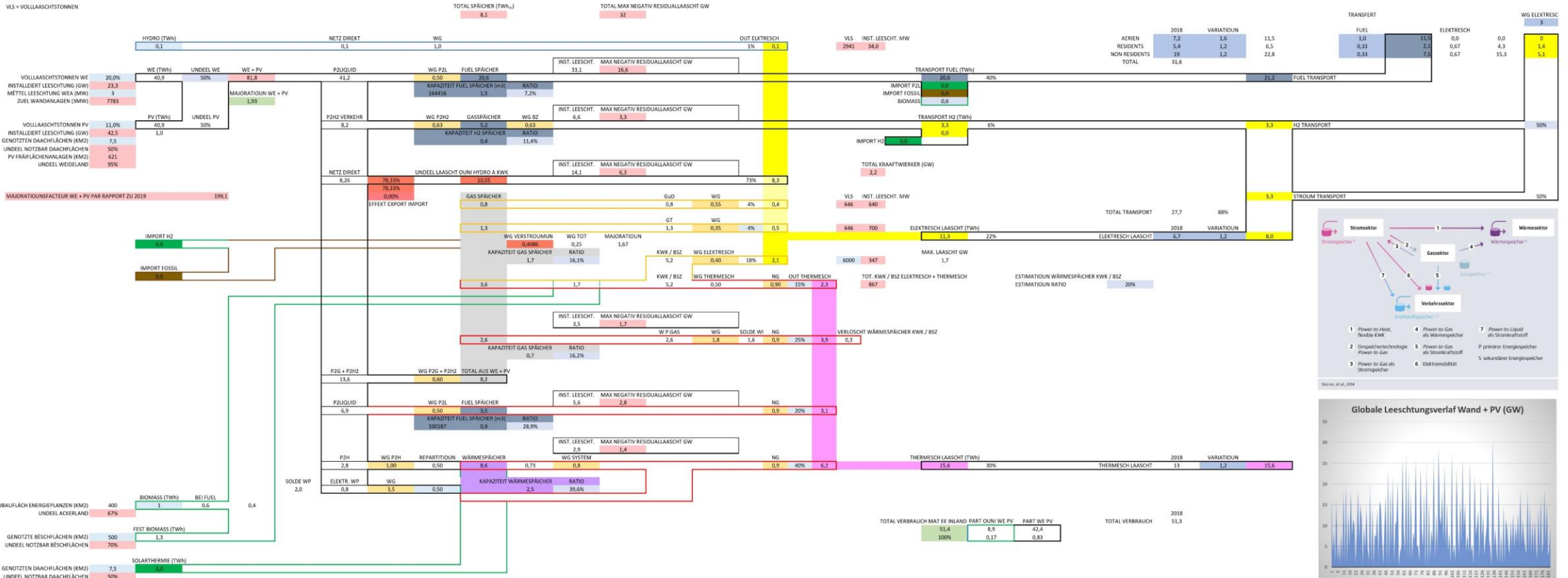
D'Lëtzebuerger Ernergieproduktioun vu Windenergie a Fotovoltaik läit haut am Verhältnes eng Gréisstenuerdnung ënner der däitscher Produktioun, a misst deemno potenziell ëm nach ganzer zwou Gréisstenuerdnungen ugehewe ginn (mol honnert) fir am Kontext vun enger Sektorkopplung e Verbrauchsniveau vun ongeféier 60% bis 100% ze decken.

ZENARIO 2050 "BEHARRUNG" : ENERGIEVERBRAUCH BLEIFT DUERCH WUESSTEM A REBOUNDEFFEKTER OP HAITEGEM NIVEAU

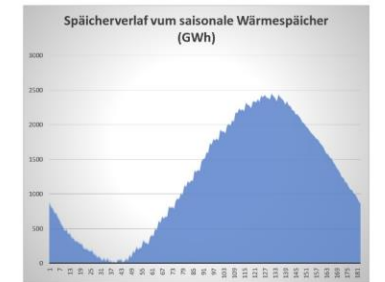
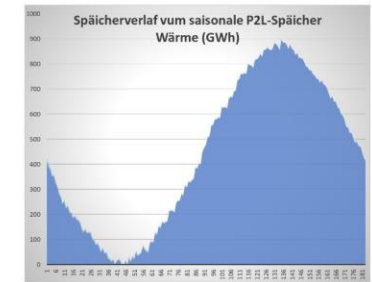
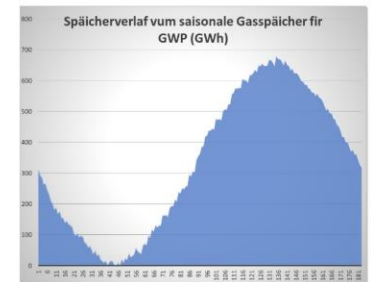
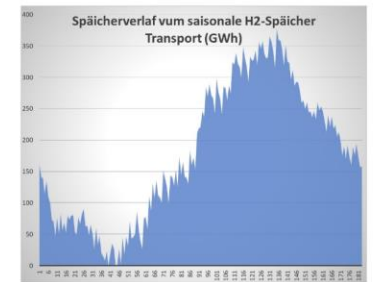
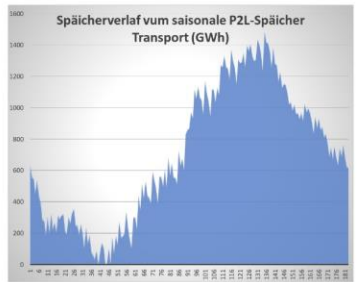
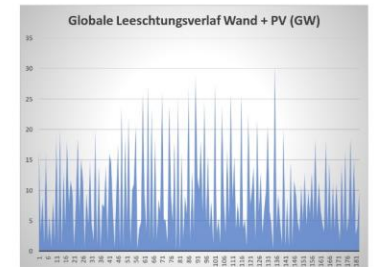
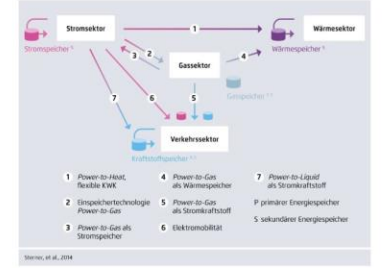
VERDEELUNG WANDENERGIE/FOTOVOLTAIK : 50/50

■ AARBECHTSPOTHESEN ENERGIEVERBRAUCH
■ AARBECHTSPOTHESEN ENERGIEPRODUKTION
■ AARBECHTSPOTHESEN WERKUNGSGRADEN
■ BERECHNUNG DIRECTAANSLUITING WE + PV
■ INSTALLEERT LEESCHTINGEN

WG = WERKUNGSGRAD
 NG = NOTZUNGSGRAD
 VLS = VOLLAASCHTSTONNEN



		VARIATION			FUEL		ELEKTRESCH		WG ELEKTRESCH	
		2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018
AERIEN	RESIDENTS	7.2	1.6	11.5	1.0	11.5	0.0	0.0	0	0
	NON RESIDENTS	5.4	1.2	6.5	0.33	2.0	0.67	4.3	1.4	1.4
	TOTAL	31.6	3.2	22.8	0.33	7.5	0.67	15.3	5.1	5.1

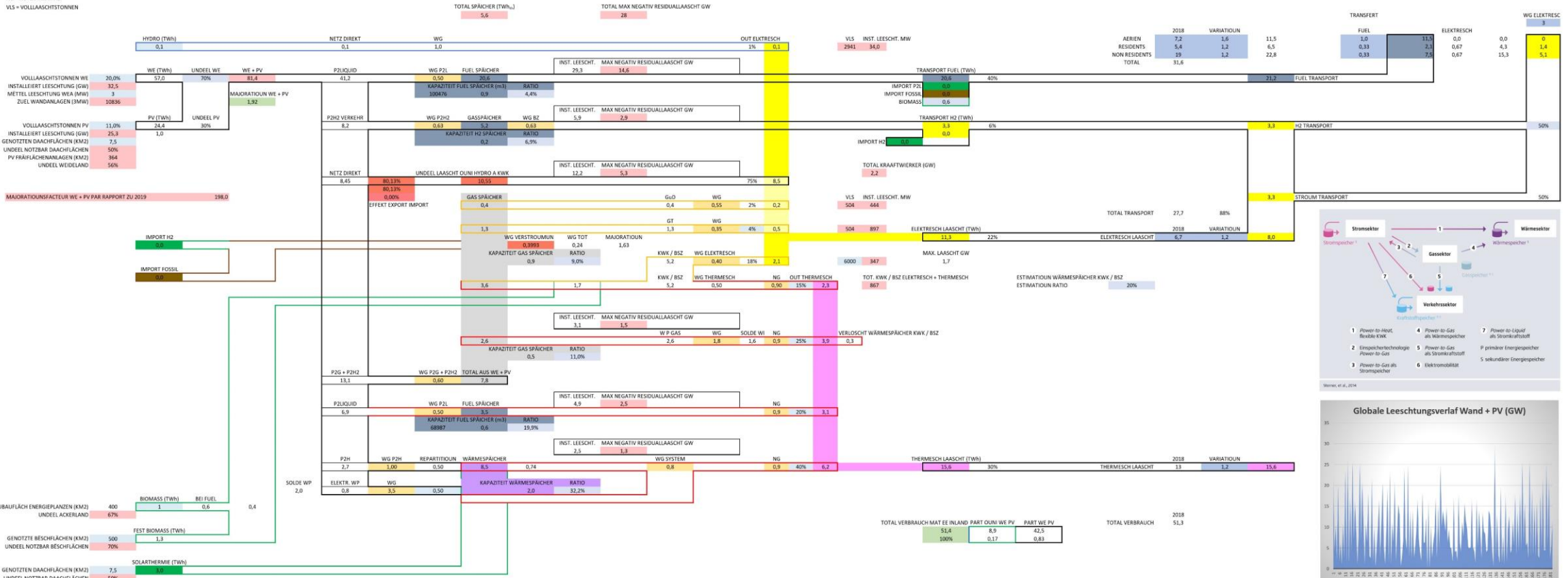


ZENARIO 2050 "BEHARRUNG" : ENERGIEVERBRAUCH BLEIFT DUERCH WUESSTEM A REBOUNDEFFEKTER OP HAITEGEM NIVEAU

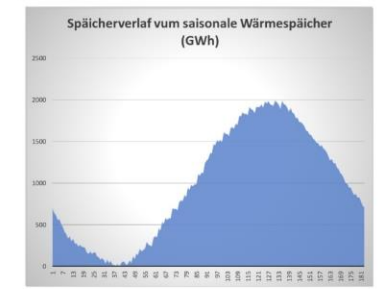
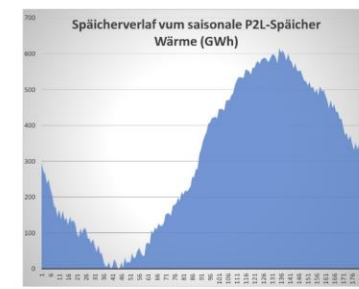
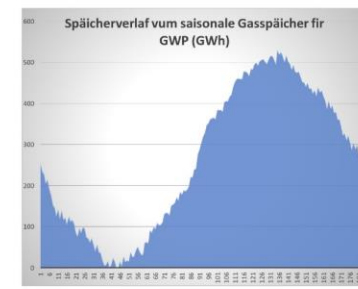
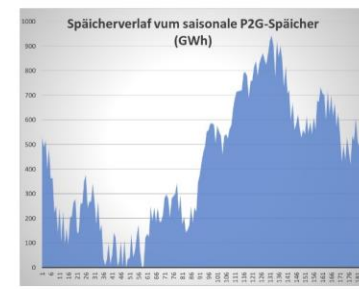
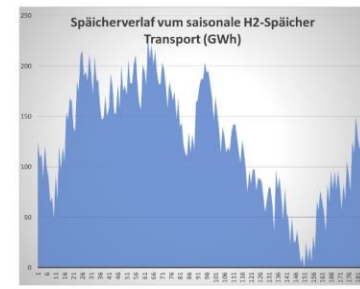
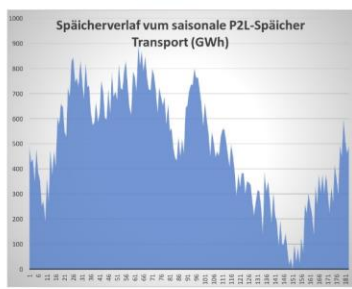
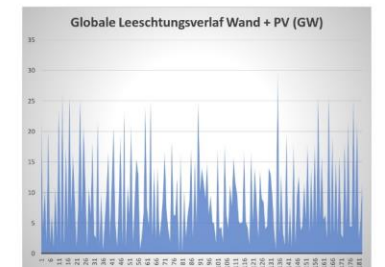
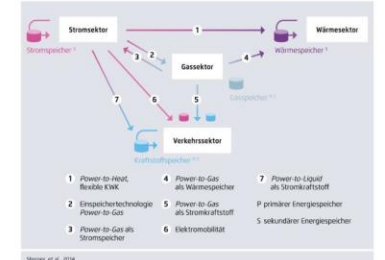
VERDEELUNG WANDENERGIE/FOTOVOLTAIK : 70/30

■ AARBECHTSHYPOTHESEN ENERGIEVERBRAUCH
■ AARBECHTSHYPOTHESEN ENERGIEPRODUKTION
■ AARBECHTSHYPOTHESEN WERKUNGSGRADEN
■ BERECHNING DIRKTAANSPRING WE + PV
■ INSTALLEERT LEESCHTINGEN

WG = WERKUNGSGRAD
 NG = NOTZUNGSGRAD
 VLS = VOLLAASCHTSTONNEN



	2018	VARIATIOUN	2018	VARIATIOUN	2018	VARIATIOUN
AERIEN	7,2	1,6	11,5	6,5	0,0	0,0
RESIDENTS	5,4	1,2	22,8	0,33	2,1	0,67
NON RESIDENTS	19	1,2	0,33	0,33	0,67	4,3
TOTAL	31,6					15,3

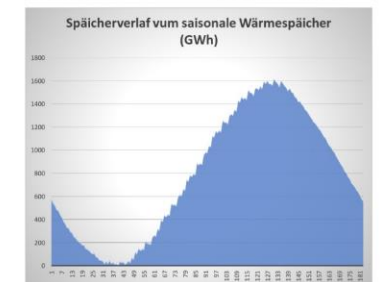
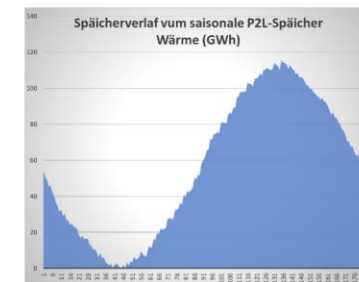
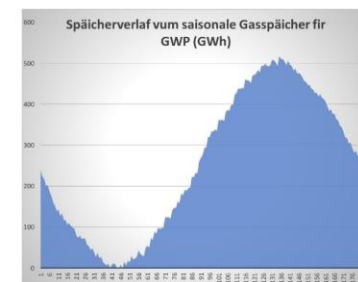
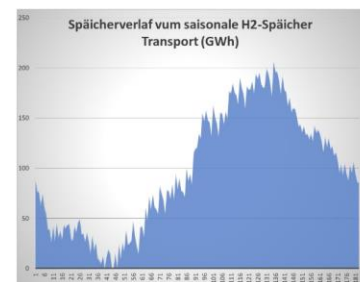
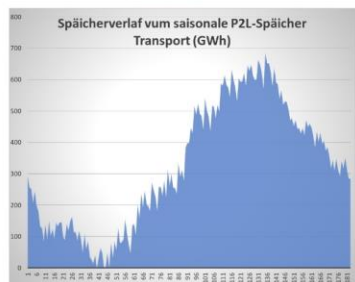
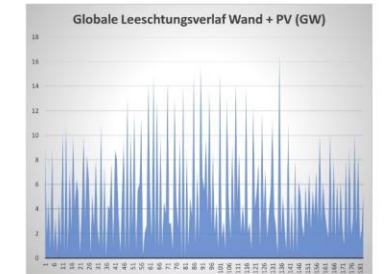
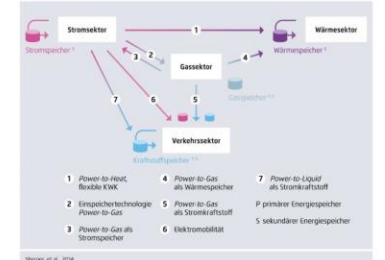
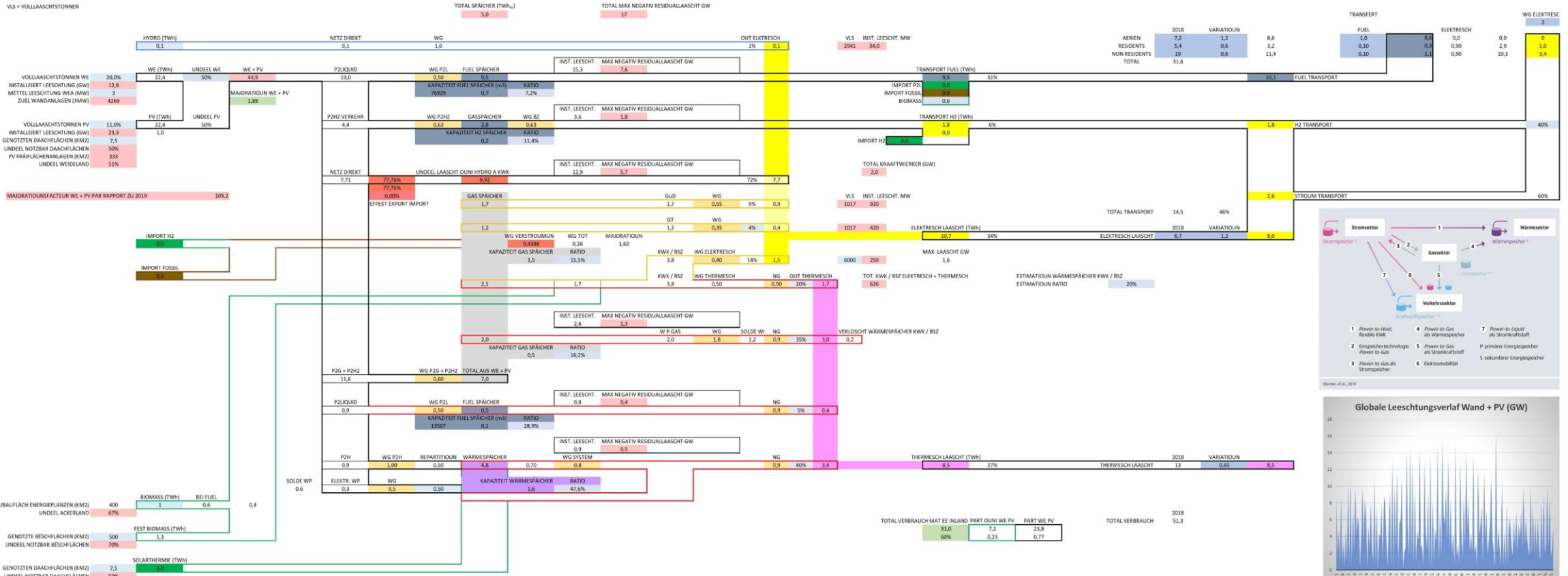


ZENARIO 2050 "SUFFIZIENZ" : ENERGIEVERBRAUCH OP 60% VUM HAITEGE NIVEAU

VERDEELUNG WANDENERGIE/FOTOVOLTAIK : 50/50

■ AARBICHTSHYPOTHESEN ENERGIEVERBRAUCH
■ AARBICHTSHYPOTHESEN ENERGIEPRODUKTION
■ AARBICHTSHYPOTHESEN WIRKUNGSGRADEN
■ BERECHNING DIREKTAFSPESING WE + PV
■ INSTALLEERT LEESCHTINGEN

WG = WIRKUNGSGRAD
 NG = NOTZUNGSGRAD
 VLS = VOLLAASCHTSTONNEN

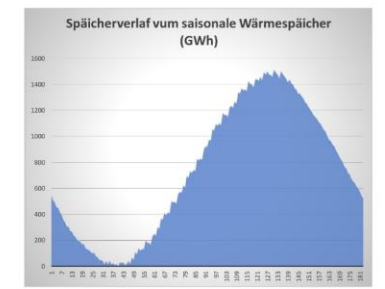
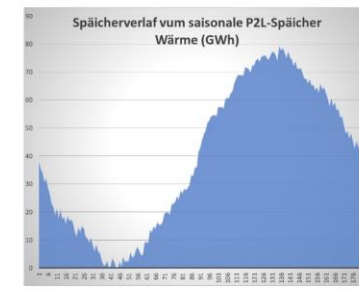
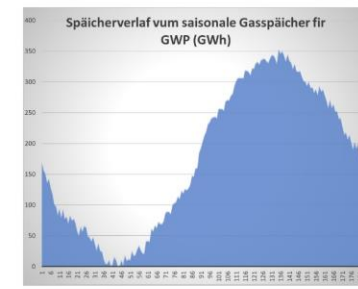
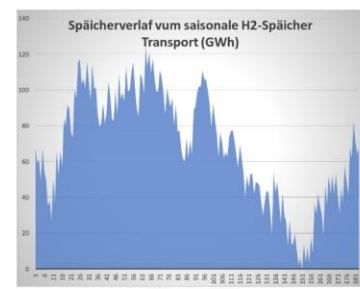
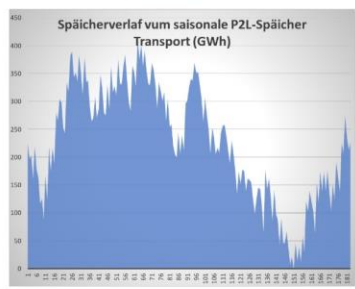
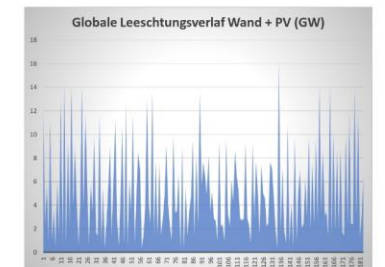
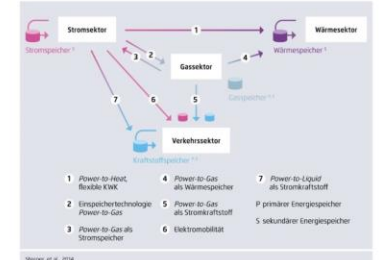
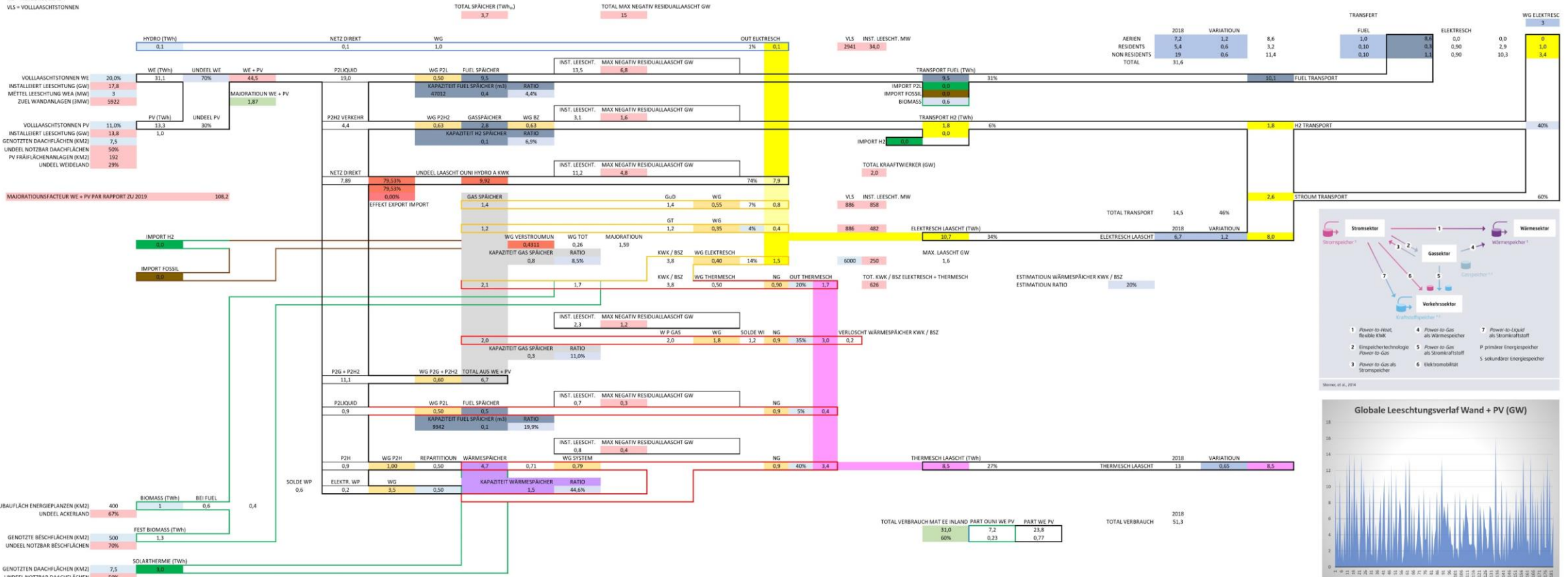


ZENARIO 2050 "SUFFIZIENZ" : ENERGIEVERBRAUCH OP 60% VUM HAITEGE NIVEAU

VERDEELUNG WANDENERGIE/FOTOVOLTAIK : 70/30

■ AARBECHTSHYPOTHESEN ENERGIEVERBRAUCH
■ AARBECHTSHYPOTHESEN ENERGIEPRODUKTION
■ AARBECHTSHYPOTHESEN WIRKUNGSGRADEN
■ BERECHNING DIREKTAFSPESING WE + PV
■ INSTALLEERT LEESCHTINGEN

WG = WIRKUNGSGRAD
 NG = NOTZUNGSGRAD
 VLS = VOLLAASCHTSTONNEN



TRANSPORTSECTEUR LÉTZEBUERG : WAASSERSTOFF - P2L - ELEKTROMOBILITEIT P2G2P (GLOBALE VERBRAUCH : BASIS 2018)



Anlag um Bild (Falkenhagen, Daitschland): Kapazität 0,002 Gigawatt

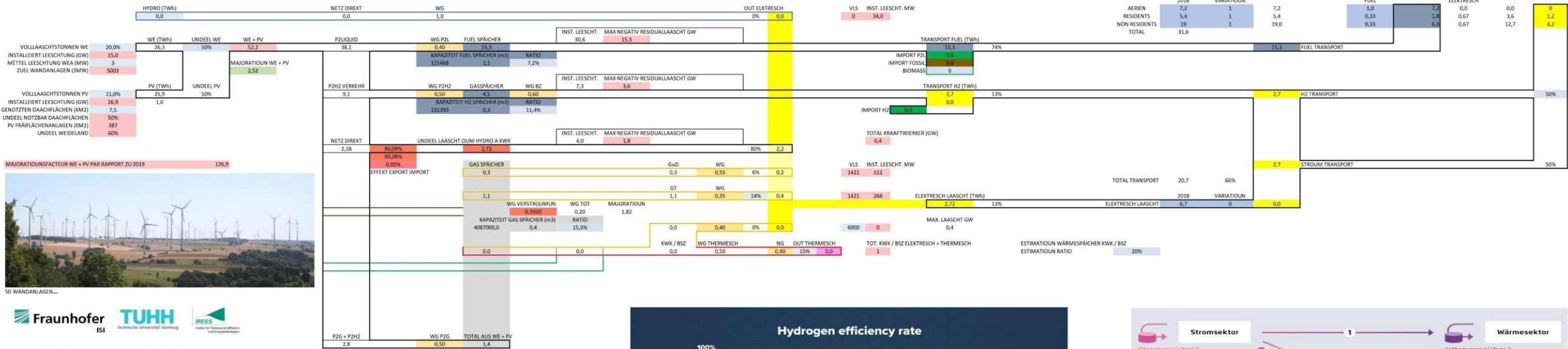
AARBECHTSHYPOTHESEN ENERGIEVERBRAUCH
 AARBECHTSHYPOTHESEN ENERGIEPRODUKTION
 AARBECHTSHYPOTHESEN WERKUNGSGRADEN
 BERECHNUNG DIREKTANPEISUNG WE + PV
 INSTALLEERT LEESCHTUNGEN

WG = WIERKUNGSGRAD
 NG = NOTZUNGSGRAD
 VLS = VOLLAASCHTSTONNEN

VERDEELUNG WANDENERGIE/FOTOVOLTAIK : 50/50

TOTAL SPÄICHER (TWh_{th})
 Reserve 10%
 2,0

TOTAL MAX NEGATIV RESIDUALLAASCHT GW
 21



MAJORIATIONUNFAKTOR WE + PV PAR RAPPORT ZU 2019 126,9



50 WANDANLAGEN...



Klimabilanz, Kosten und Potenziale verschiedener Kraftstoffarten und Antriebssysteme für Pkw und Lkw

Endbericht

von
 Martin Wietschel et al.
 Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI
 Breslauer Str. 48
 76139 Karlsruhe

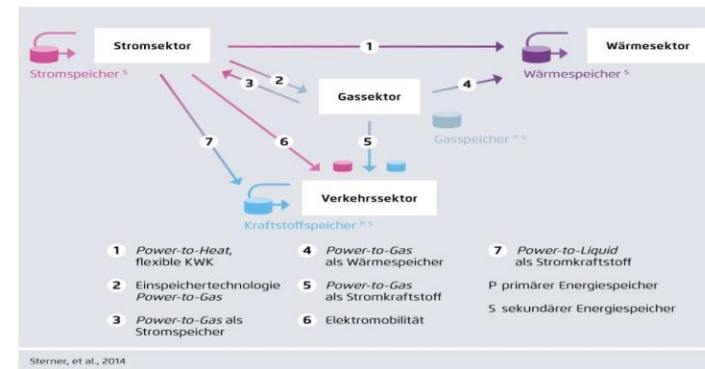
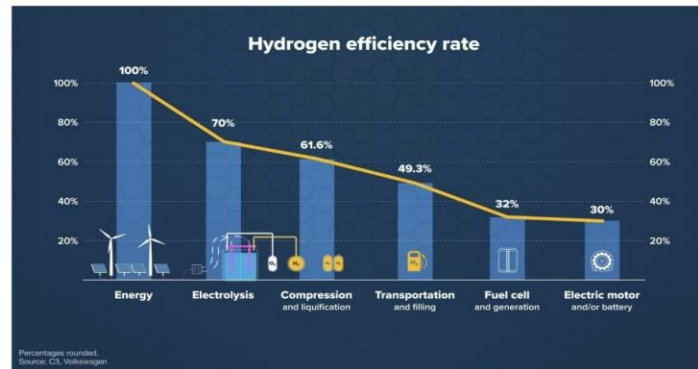
Unterauftragnehmer:
 Technische Universität Hamburg (TUHH),
 Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft (IUE), Hamburg
 (Ansprechpartner: Sebastian Timmerberg)

IREES GmbH – Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien,
 Karlsruhe (Ansprechpartnerin: Natalja Ashley-Belbin)

Gefördert vom Biogasrat e.V.
 Karlsruhe, September 2019

2.1.3 Herstellung von synthetischem Methan

Die Umwandlung von Strom in synthetische Kraftstoffe wird als Power-to-X (PtX) bezeichnet. Unter Power-to-Gas (PtG) versteht man die Herstellung eines gasförmigen Zielproduktes, wie Wasserstoff (H₂) oder Methan (CH₄) und unter Power-to-Liquid (PtL) die Herstellung eines flüssigen Energieträgers, wie Otto- oder Dieselmotorkraftstoff, Kerosin oder auch Ethanol. Diese Art der Kraftstoffe wird oft auch als synthetische Kraftstoffe oder eFuels („e“ steht dabei für Elektrizität) bezeichnet. Der Einsatz von PtX-Technologien in einem relevanten Maßstab bedingt einen erheblichen Ausbau von EE-Stromerzeugung (Herstellung von 1 Mio. t Dieselmotorkraftstoff benötigt ca. 30 TWh Strom im Vergleich zu einem Nettostromverbrauch in Deutschland 2018 von 527 TWh; siehe Ausfelder et al. 2018). Darüber hinaus werden bedeutende Mengen (Süß-)Wasser und eine CO₂-Quelle benötigt.



Ekonomiesch a sozial Aspekter : Materialproduktivitéit (Baumaterialien)

Niveau Energieproduktioun	7 TWh			25 TWh			50 TWh		
	Undeel Stromverbrauch	100%		50%			100%		
Undeel Endenergieverbrauch	14%			50%			100%		
	Equipementer fir 20 Joer	Equipementer fir 40 Joer	Gesamt Materialgewicht fir 40 Joer	Equipementer fir 20 Joer	Equipementer fir 40 Joer	Gesamt Materialgewicht fir 40 Joer	Equipementer fir 20 Joer	Equipementer fir 40 Joer	Gesamt Materialgewicht fir 40 Joer
Wandanlagen Eenheetsleeschtung : 3 MW 20% Volllaaschtstonnen 50% Späicherverloschter (P2G) Lafzäit : 20 Joer Eenheetsgewicht : 4.000 bis 5.000 to	2.700 Anlagen	5.400 Anlagen	22 bis 27 Milliounen to	9.500 Anlagen	19.000 Anlagen	76 bis 95 Milliounen to	19.000 Anlagen	38.000 Anlagen	152 bis 190 Milliounen to
GuD Kraaftwierk (Beispill Twinerg) Leeschtung : 350 MW 75% Volllaaschtstonnen Lafzäit : 30 Joer Eenheetsgewicht : 250 to / MW	3 Unitéiten		0,4 Milliounen to	11 Unitéiten		1,3 Milliounen to	22 Unitéiten		2,5 Milliounen to
Atomzentral (Beispill Cattenom) Leeschtung : 5.200 MW (4 Reakteren) 80% Volllaaschtstonnen Lafzäit : 60 Joer Eenheetsgewicht : 500 to / MW	1 Reakter		0,4 Milliounen to	3 Reakter		1,2 Milliounen to	5 - 6 Reakter		2,4 Milliounen to

NATURE GEOSCIENCE | VOL 6 | NOVEMBER 2013

Metals for a low-carbon society

Olivier Vidal, Bruno Goffé and Nicholas Arndt

“...for an equivalent **installed** capacity, solar and wind facilities require up to 15 times more concrete, 90 times more aluminium, and 50 times more iron, copper and glass than fossil fuels or nuclear energy...”

Ekonomesch a sozial Aspekter : Investitiouns- a Betribskäschten

Niveau Energieproduktioun	7 TWh			25 TWh			50 TWh		
Undeel Stromverbrauch	100%			50%			100%		
Undeel Endenergieverbrauch	14%			50%			100%		
	Equipementer fir 20 Joer	Equipementer fir 40 Joer	Investitiounskäschten op 40 Joer	Equipementer fir 20 Joer	Equipementer fir 40 Joer	Investitiounskäschten op 40 Joer	Equipementer fir 20 Joer	Equipementer fir 40 Joer	Investitiounskäschten op 40 Joer
Wandanlagen (onshore) Eenheetsleeschtung : 3 MW 20% Volllaaschtstonnen 50% global Verloschter (Sektorkopplung mat P2X) Lafzäit : 20 Joer Eenheetspräis : 1.500 bis 2.000 Euro / KWp	2.700 Anlagen	5.400 Anlagen	24 bis 32 Milliarden Euro	9.500 Anlagen	19.000 Anlagen	86 bis 114 Milliarden Euro	19.000 Anlagen	38.000 Anlagen	171 bis 228 Milliarden Euro
	Betribskäschten (fix 30 Euro/KW ; var 0,005 Euro/KWh) : 13 Milliarden Euro			Betribskäschten (fix 30 Euro/KW ; var 0,005 Euro/KWh) : 44 Milliarden Euro			Betribskäschten (fix 30 Euro/KW ; var 0,005 Euro/KWh) : 89 Milliarden Euro		
Photovoltaik 11% Volllaaschtstonnen 50% global Verloschter (Sektorkopplung mat P2X) Lafzäit : 25 Joer Eenheetspräis : 600 bis 1.400 Euro / KWp	100 Km ²	200 Km ²	14 bis 33 Milliarden Euro	350 Km ²	700 Km ²	50 bis 116 Milliarden Euro	700 Km ²	1.400 Km ²	100 bis 233 Milliarden Euro
	Betribskäschten (fix 2,5% CAPEX ; var 0 Euro/KWh) : 9 bis 20 Milliarden Euro			Betribskäschten (fix 2,5% CAPEX ; var 0 Euro/KWh) : 31 bis 73 Milliarden Euro			Betribskäschten (fix 2,5% CAPEX ; var 0 Euro/KWh) : 62 bis 145 Milliarden Euro		
Elektrolyse + Methanatioun Aarbechtshypothees : 50% WE a 50% PV Leeschtung : ronn 35% P _N vu WE a PV Lafzäit : 15 bis 20 Joer Eenheetspräis : 600 bis 2.400 Euro / Kwél Methan Tanken (Ø30m 10 Bar)	3,9 bis 5,3 GWp	7,9 bis 10,5 GWp	5 bis 25 Milliarden Euro	14,1 bis 18,8 GWp	28,1 bis 37,5 GWp	17 bis 90 Milliarden Euro	28,1 bis 37,5 GWp	56,3 bis 75,1 GWp	34 bis 180 Milliarden Euro
	Betribskäschten (fix 2 bis 4% CAPEX ; var 0 Euro/KWh) : 3 bis 12 Milliarden Euro			Betribskäschten (fix 2 bis 4% CAPEX ; var 0 Euro/KWh) : 10 bis 41 Milliarden Euro			Betribskäschten (fix 2 bis 4% CAPEX ; var 0 Euro/KWh) : 21 bis 81 Milliarden Euro		
	1 TWh : ronn 700 Methan Tanken, Käschten net agerechent			3,5 TWh : ronn 2.500 Methan Tanken, Käschten net agerechent			7 TWh : ronn 5.000 Methan Tanken, Käschten net agerechent		
Pomspäicher Lafzäit : 80 Joer Eenheetspräis : 200 Euro / KWh	Kapassitéit 1 TWh		100 Milliarden Euro	Kapassitéit 3,5 TWh		350 Milliarden Euro	Kapassitéit 7 TWh		700 Milliarden Euro
	1 TWh : ronn 200mol PSW Veianen oder 1.000 duerchschnëttlech däitsch PSW			3,5 TWh : ronn 700mol PSW Veianen oder 3.500 duerchschnëttlech däitsch PSW			7 TWh : ronn 1.400mol PSW Veianen oder 7.000 duerchschnëttlech däitsch PSW		
Batterien Lafzäit : 10 bis 20 Joer Eenheetspräis : 250 bis 1.000 Euro / KWh	Kapassitéit 1 TWh		0,5 bis 4 Billiounen Euro	Kapassitéit 3,5 TWh		1,8 bis 14 Billiounen Euro	Kapassitéit 7 TWh		3,5 bis 28 Billiounen Euro
	1 TWh : ronn 7 Mio t Lithium Batterien oder 30 Mio m3 Redox-Flow Batterien			3,5 TWh : ronn 24 Mio t Lithium Batterien oder 100 Mio m3 Redox-Flow Batterien			7 TWh : ronn 47 Mio t Lithium Batterien oder 200 Mio m3 Redox-Flow Batterien		
GuD Kraaftwierk (Beispill Twinerg) Leeschtung : 350 MW 75% Volllaaschtstonnen Lafzäit : 30 Joer Aktualiséierten Eenheetspräis : 900 Euro / KW	3 Unitéiten	3 Unitéiten	1,3 Milliard Euro	11 Unitéiten	11 Unitéiten	4,7 Milliarden Euro	22 Unitéiten	22 Unitéiten	9,3 Milliarden Euro
	Betribskäschten (fix 22 Euro/KW ; var 0,063 Euro/KWh) : 19 Milliarden Euro			Betribskäschten (fix 22 Euro/KW ; var 0,063 Euro/KWh) : 66 Milliarden Euro			Betribskäschten (fix 22 Euro/KW ; var 0,063 Euro/KWh) : 132 Milliarden Euro		
Atomzentral (Beispill Flamanville) Leeschtung : 1.650 MW (1 Reakter) 80% Volllaaschtstonnen Lafzäit : 60 Joer Aktualiséierten Eenheetspräis : 7.500 Euro / KW Ofrëss an Endlagerung Eenheetspräis +25%	< 1 Reakter (1.000 MW)	< 1 Reakter (1.000 MW)	6,2 Milliarden Euro	< 3 Reakter (3.600 MW)	< 3 Reakter (3.600 MW)	22,3 Milliarden Euro	< 5 Reakter (7.100 MW)	< 5 Reakter (7.100 MW)	44,6 Milliarden Euro
	Betribskäschten (fix 90 Euro/KW ; var 0,011 Euro/KWh) : 7 Milliarden Euro			Betribskäschten (fix 90 Euro/KW ; var 0,011 Euro/KWh) : 24 Milliarden Euro			Betribskäschten (fix 90 Euro/KW ; var 0,011 Euro/KWh) : 48 Milliarden Euro		
Total Mix GuD an AKW				ronn 1,5 Milliarden Euro pro Joer			Mëttlere Multiplikationsfacteur : ronn 4		
Total Mix Wand- a Solarenergie plus deelweis Power to Gas to Power (ouni Netz- a SpäicherKäschten, keng Brennstoffkäschte fir Backup) :				ronn 3,6 bis 8 Milliarden Euro pro Joer			(ronn 3 bei direkter Aspeisung vu 40% volatile Strom)		

Faktencheck Sektorkopplung :

- Noutwendegen Ausbau fir den aktuelle Lëtzebuerger Endenergieverbrauch ze decken (Gréisstenuerdnungen) :
 - 50-55% Wandenergie : ronn 10.000 Anlagen (3 Megawatt) ;
 - 30-35% Fotovoltaik : ronn 400 bis 500 Km² Fräiflächenanlagen ;
 - 10-20% divers Energien : Biomass (70% Akerland + Bëscher), Waasserkraaft, Solarthermie, Wärmepompelen.
- Vergläich vum Flächeverbrauch mat konventionelle Kraaftwierker :
 - Wandenergie (Anlagefläch) : Facteur 10 bis 100 ;
 - Wandenergie (noutwendegen Territoire) : Facteur 1.000 bis 10.000 ;
 - Fotovoltaik : Facteur 1.000 ;
 - Biomass : Facteur 10.000.
- Vergläich vum Materialverbrauch (Baugewiicht) mat konventionelle Kraaftwierker : Facteur 10 bis 100.
- Vergläich vun den Investitiouns- a Betribskäschten mat konventionellem Energiesystem : Facteur 3 bis 6.

Tabelle 2 : Technologiespezifische Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Luxemburg bis zum Jahr 2040 gemäß Zielszenario mit dem oberen Bandbreitenwert von 25% (im Jahr 2030).

Energieerzeugung, Technologiedetails		2017	2020	2025	2030	2035	2040
Stromsektor							
Biogas*	GWh	72	56	70	93	96	97
Biomasse**	GWh	101	192	228	271	268	338
Wasserkraft	GWh	104	93	97	100	104	107
Photovoltaik	GWh	108	197	786	1.112	1.257	1.442
Windenergie	GWh	185	211	382	674	956	1.166
EE-Strom, gesamt	GWh	570	748	1.563	2.251	2.680	3.150
Wärmesektor							
Biomasse & Biogas, netzgekoppelt	GWh	302	589	625	676	669	728
Biomasse, dezentral	GWh	672	883	1.084	1.263	1.083	1.083
Solarthermie	GWh	25	58	115	190	236	290
Wärmepumpen	GWh	52	95	207	422	507	507
EE-Wärme, gesamt	GWh	1.052	1.626	2.030	2.551	2.495	2.609
Verkehrssektor							
Biokraftstoffe, gesamt	GWh	1.282	1.632	1.563	1.485	1.738	1.749
EE-Energieeinsatz, gesamt (national)	GWh	2.904	4.006	5.156	6.287	6.914	7.508
EE-Kooperation							
EE-Kooperation Energiemengen	GWh	0	1.000	1.374	1.748	1.748	1.748

* zentrale Anlagen (Einspeisung in ein Wärmenetz)

** dezentrale Anlagen (keine Einspeisung in ein Wärmenetz, alle Sektoren)

Quelle: Eigene Darstellungen, 2019

Faktencheck fir Lëtzebuurger Energie- a Klimapolitik :

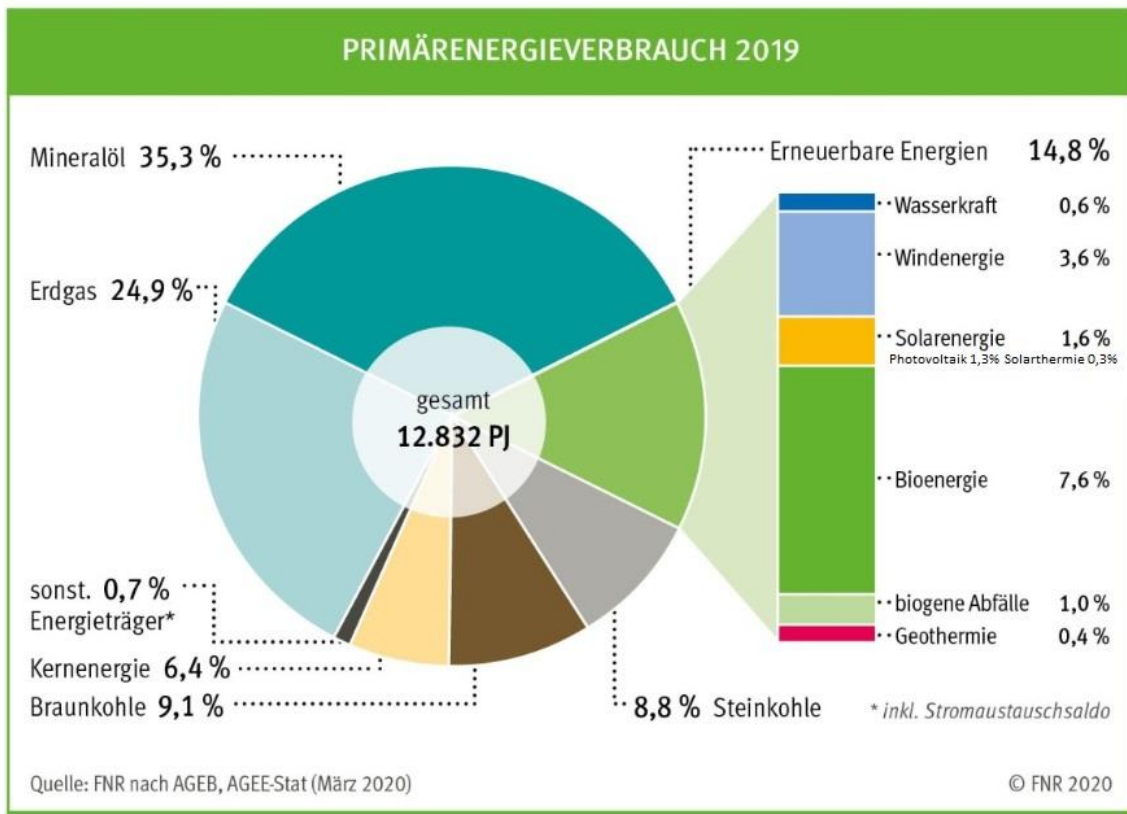
- Järlechen Zouwuess vum Energieverbrauch säit 1990 (Referenzjoer am Kyotoaccord) : knapp +1%
- Järlechen Zouwuess vum Energieverbrauch säit 2015 (COP21) : knapp +3%
- Aktuellen Energieverbrauch (Statec 2018) : 51.386 GWh
- Lëtzebuurger Wandenergie (ILR 2019) : 281 GWh aus 73 Anlagen
- Lëtzebuurger Wandenergie (ILR 2019) : 5 Promill vum Energieverbrauch
- Potenzial pro Wandanlag an der Energieproduktioun/Zäregasreduzéierung : Zéngtel Promill
- Undeel Wandenergie 2030 : 674 GWh respektiv 1,3% vum aktuellen Energieverbrauch
- Undeel regenerativ Energien ouni Kooperatiounen a Kraaftstoffimporter fir 2030 : 9%
- Undeel Wandenergie 2040 : 1166 GWh respektiv 2,3% vum aktuellen Energieverbrauch
- Undeel regenerativ Energien ouni Kooperatiounen a Kraaftstoffimporter fir 2040 : 11%
- Undeel net volatil Energien (Biomass, Waasserkraaft, Wärmepumpen...) fir 2040 : 6%
- Noutwendegen Ausbau fir "Visioun 100%" (Gréisstenuerdungen) ?
 - ronn 20% Biomass (70% Akerland + Bëscher), Waasserkraaft, Solarthermie, Wärmepumpen
 - ronn 30% Fotovoltaik : ronn 500 Km² Fräiflächenanlagen
 - ronn 50% Wandenergie : ronn 10.000 Anlagen (3 Megawatt)

Soll ee wierklech no dem Gefill goen an "emol lues ufänken an da kucke wou d'Rees hiféiert " ?

Oder soll ee net awer vläicht d'Potenzialer an d'Verhältnesméissegkeet téschent Opwand, Impakter a Notzen am Virus ofschätzen, fir dann eng rational Entscheidung ze huelen ?

Hei gesäit ee wou d'Rees hiféiert :

Ronn 31.000 Windanlagen a ronn 1,7 Milliounen Solaranlagen...



Ronn 31.000 Windanlagen, Photovoltaikfelder a Monokulturen fir Biogasanlagen schafen Biodiversitéitswüsten an eng erdréckend technesch Iwwerfriemung vun de Kulturlandschaften a Siidlungsraum.



Däitschland huet par rapport zu Lëtzebuerg e Virsprong vu ronn 20 Joer.

Wat huet dëse ganzen Opwand mat negativen ekologeschen, ekonomeschen a soziale Konsequenzen elo bruecht ?

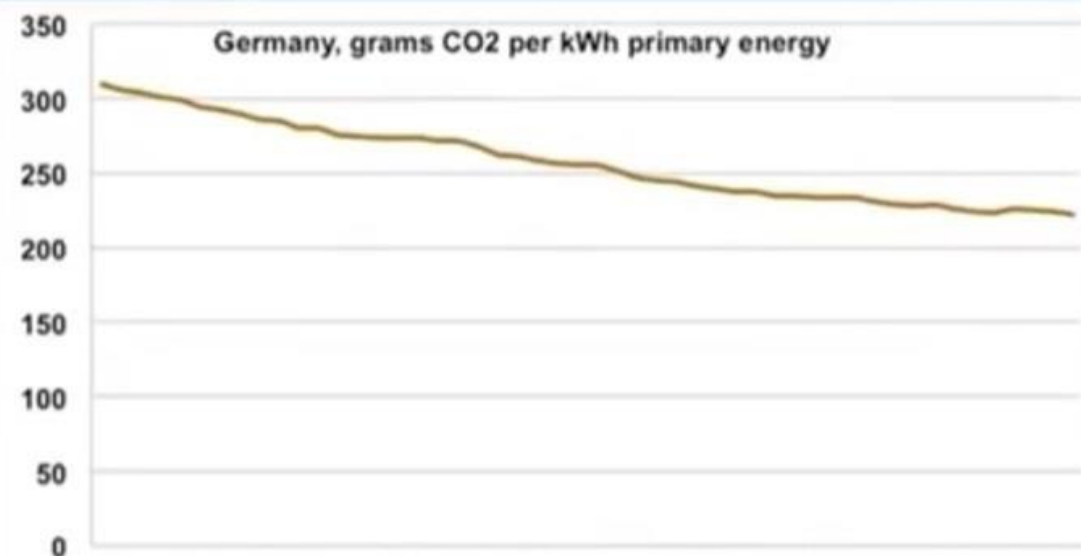
Primärenergieverbrauch : Undeel Windenergie 3,6% Undeel Fotovoltaikanlagen 1,3%

Endenergieverbrauch : Undeel Windenergie ca. 5% Undeel Fotovoltaik ronn 1,9%



Klimaneutralitéit am Energiesector bis 2050 ?

Il ne suffit pas d'investir pour décarboner...

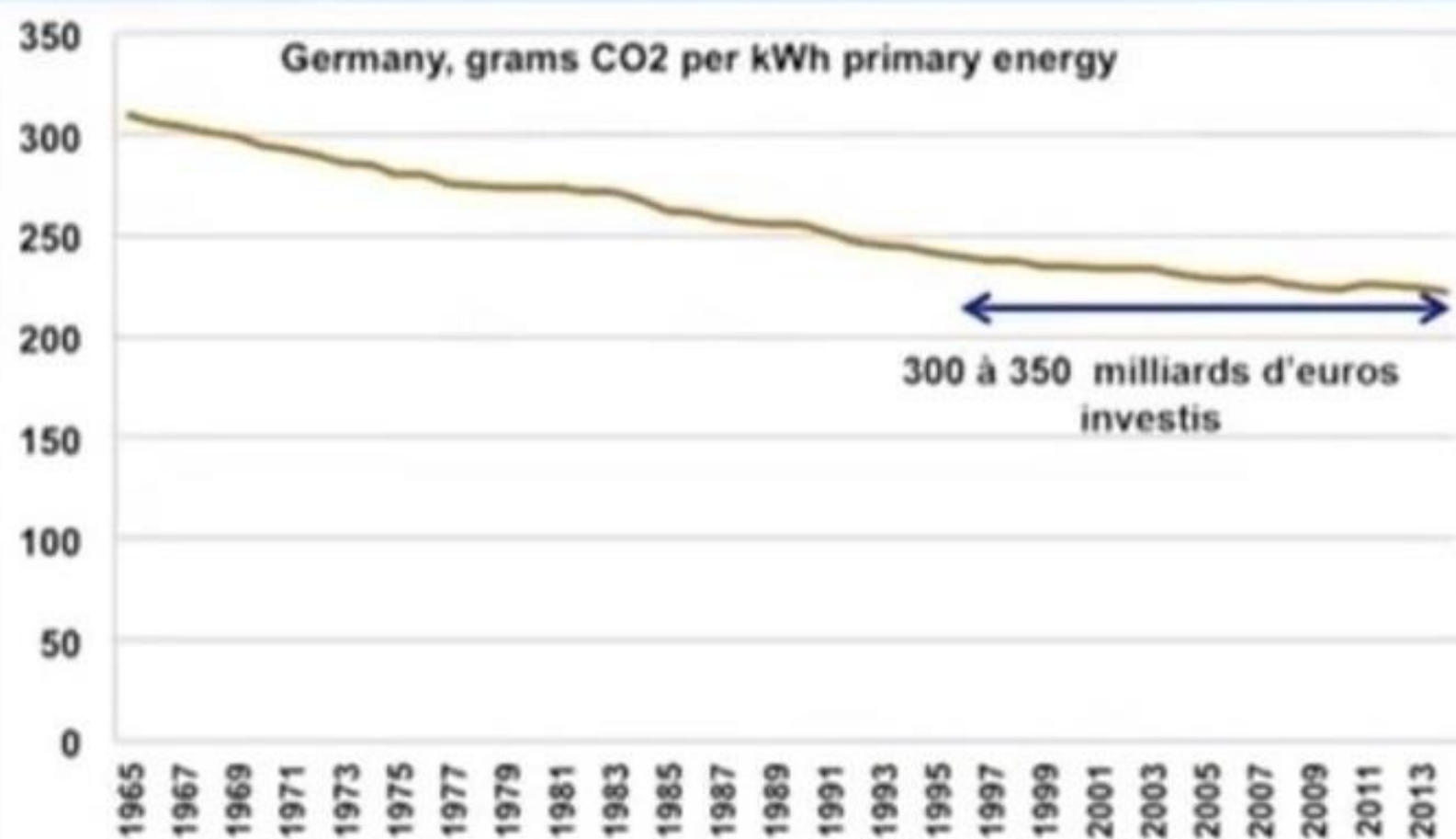


Emissions de CO2 par kWh d'énergie primaire en Allemagne depuis 1965. Jancovici, sur données BP Statistical Review

Däitschland huet e puer honnert Milliarden Euro an eng volatil Energiewend investéiert.

Wou géing een dann déi Energiewend situéieren op der Grafik déi d'Evolution vum CO2 Gehalt vun der Energie duerstellt ?

Il ne suffit pas d'investir pour décarboner...

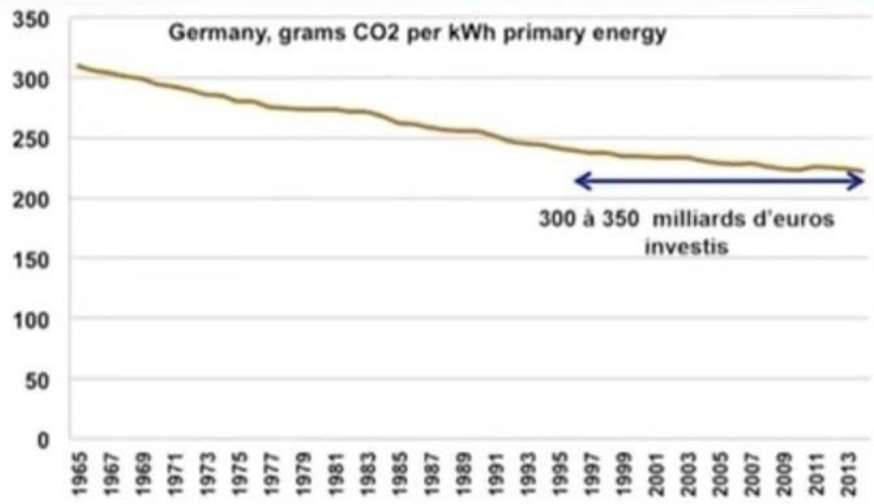


Emissions de CO2 par kWh d'énergie primaire en Allemagne depuis 1965. Jancovici, sur données BP Statistical Review

WAT EE KANN OBSERVÉIEREN :

Volatillen däitsche Modell am direkte Vergläich zum pilotabele Modell...

Il ne suffit pas d'investir pour décarboner...



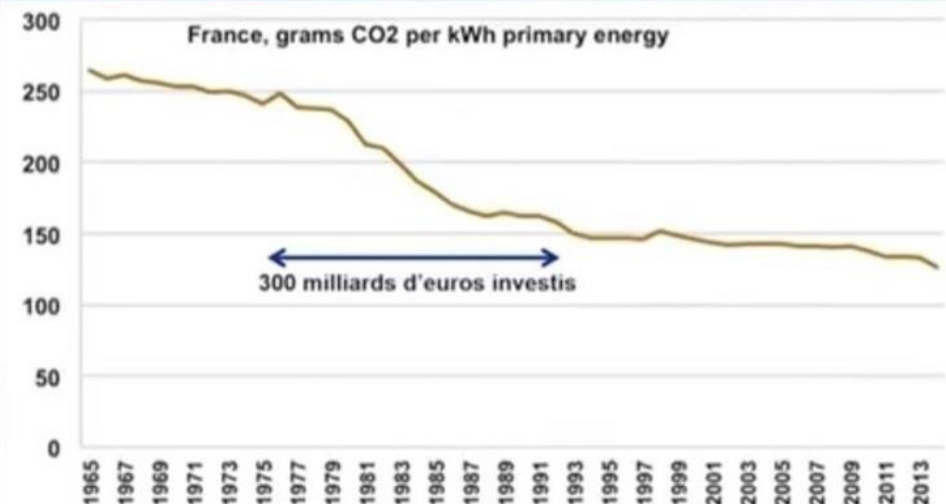
Emissions de CO2 par kWh d'énergie primaire en Allemagne depuis 1965. Jancovici, sur données BP Statistical Review



www.jancovici.com



...mais bien investir aide parfois !



Emissions de CO2 par kWh d'énergie primaire en France depuis 1965. Jancovici, sur données BP Statistical Review



www.jancovici.com



WAT EE SECH KA RATIONAL FROEN :

Wéi eng Energie- a Klimastrategie erméiglecht eng effikass Reduktioun vun den Zäregasemissiounen ?

WAT ENGEM NET MUSS GEFALEN, MÄ WAT EE NET KANN EINFACH IGNORÉIEREN :

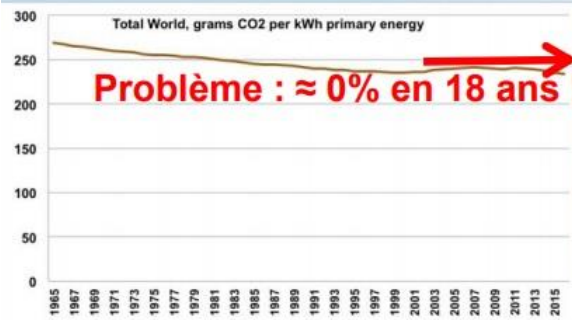
D'Kärenergie gött vun der Wëssenschaft/IPCC als versuergungssécher an CO₂-fräi Energie promovéiert, ass eng Realitéit a Staaten ewéi Russland, China, Indien, Südkorea, USA... a gött weiderentwéckelt : Kraaftwierker vun der véierter Generatioun, Léisunge fir d'Problematik vun der Kärschmelz, vum Offall, Recycling vu Brennelementer,...

Dans l'enfer de la règle de trois

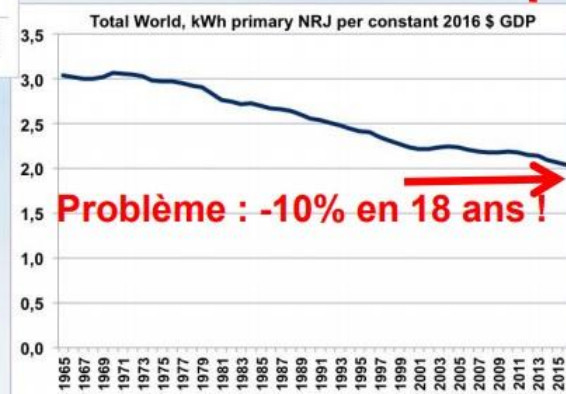
L'équation de Kaya :
A diviser par > 3 d'ici 2050...
et le sera !

$$CO_2 = \frac{CO_2}{TEP} * \frac{TEP}{PIB} * \frac{PIB}{POP} * POP$$

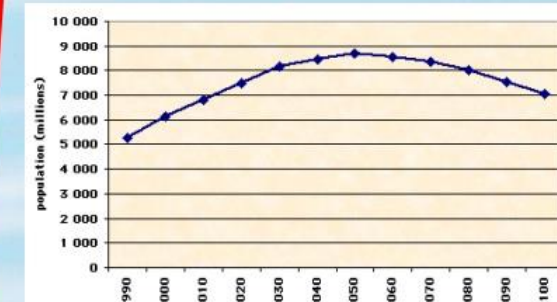
Emissions de gaz carbonique = Contenu en gaz carbonique de l'énergie * Intensité énergétique de l'économie * Production par personne * Population



Magic technique N° 2
 : ↘ CO₂ par kWh =
 nuke, ENR, CCS &
 charbon vers gaz



Magic technique N° 1 :
 ↘ NRJ par \$ de PIB



+ 2% par an = x 1,9 en
 32 ans ; + 4% par an =
 x 3,5 en 32 ans !!!

L'équation de Kaya :

$$CO_2 = \frac{CO_2}{TEP} * \frac{TEP}{PIB} * \frac{PIB}{POP} * POP$$

Faktencheck fir Lëtzebuerg :

- EU Objektiv 2030 : 55% CO₂ Reduktioun par rapport zu 1990
- Gréisstenuerdnung vun CO₂ Reduktiounen pro Joer tëschent 1990 an haut : am Promillberäich
- Noutwendeg Reduktiounen bis 2030 : ronn 5% bis 6% pro Joer (ongeféier eng Hallwéierung zu haut)
- Entwécklung vun der Kuelestoffintensitéit (CO₂/E) * (E/PIB) 2010 bis haut : ronn -4,9% pro Joer
- Entwécklung vun der Populatioun bis 2030 : ronn +2% pro Joer
- Noutwendeg Entwécklung vum PIB/Pop bis 2030 : ronn -3% pro Joer !

Wat heescht "Gréng Relance " ? CO₂ Reduktioun oder PIB ?

L'équation de Kaya :

$$CO_2 = \frac{CO_2}{TEP} * \frac{TEP}{PIB} * \frac{PIB}{POP} * POP$$

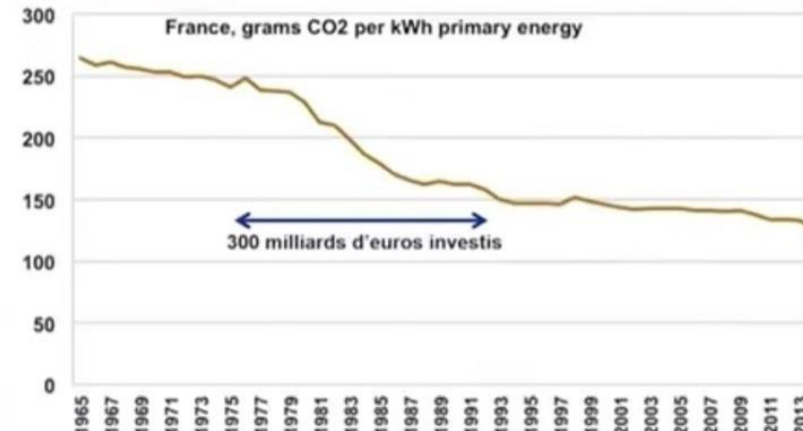
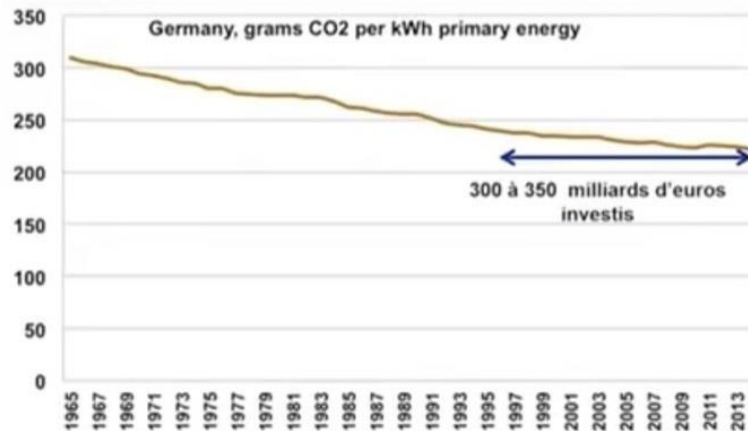
Faktencheck fir Lëtzebuerg :

- EU Objektiv 2030 : 55% CO₂ Reduktioun par rapport zu 1990
- Gréisstenuerdnung vun CO₂ Reduktiounen pro Joer tëschent 1990 an haut : am Promillberäich
- Noutwendeg Reduktiounen bis 2030 : ronn 5% bis 6% pro Joer (ongeféier eng Hallwéierung zu haut)
- Entwécklung vun der Kuelestoffintensitéit (CO₂/E) * (E/PIB) 2010 bis haut : ronn -4,9% pro Joer
- Entwécklung vun der Populatioun bis 2030 : ronn +2% pro Joer
- Noutwendeg Entwécklung vum PIB/Pop bis 2030 : ronn -3% pro Joer !

Wat heescht "Gréng Relance" ? CO₂ Reduktioun oder PIB ?

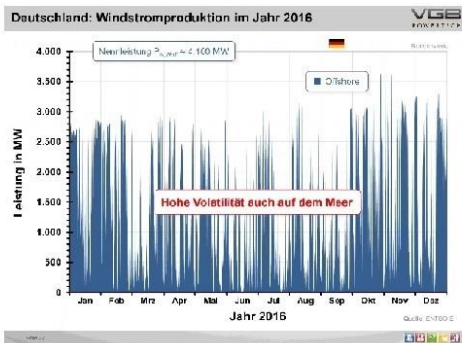
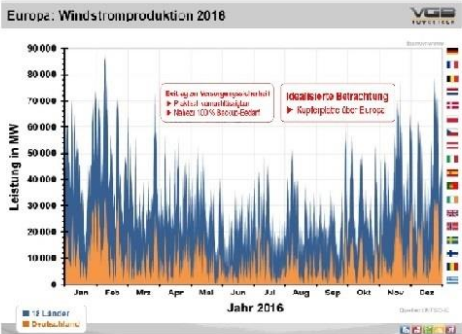
D'Anhale vu Klimaschutzziler ouni ekonomesch a sozial Katastroph fuerdert also eng effikass Reduktioun vum Kuelestoffgehalt vun der Energie (CO₂/E).

Wat ass hei rational gesinn déi besser Strategie ?



Musse mer elo, op mer wëllen oder net, d'Risiken ofweien ? Risiko Klimafolgen versus Risiko Kärenergie ?

Hu mer de Luxus vum fräie Choix, oder imposéiere sech déi méi effikass Alternative selwer ?



PERSPEKTIVEN A FROEN AM KONTEXT VUN ENGER VOLATILER ENERGIEWEND

FAKTENCHECK :

Wéi volatil ass d'Wandenergie ?

Wéi en Afloss op d'Volatilitéit hunn

- e méiglech héijen a wäit verbreeten Ausbau vun de Wandanlagen,
- e verstärkten Ausbau vun de Stroumnetzer,
- den Ausbau vun Offshore Wandanlagen,
- Synergien mat der Fotovoltaik,
- Smartgrid,
- Energiespäicher,
- eng Sektorkopplung,

esou dat eng grondlaaschtfäeg, bedarfsgerechten awer och ëmweltverdréiglech a wirtschaftlech Energieversuergung ouni konventionell Kraaftwierker ka séchergestallt ginn ?

Wéi e Potenzial huet d'Wandenergie ?

A wéi engem Verhältnes stinn Opwand a Notzen, negativ a positiv Effekter ?

