

Integratioun vu regenerativen Energien mat Fokus op d'Wandenergie

En illustrative Plausibilitéis-Check iwver d'Aspekter vun der
Integratioun

- an der Fläch
- an d'Stroumnetz
- an de Stroummaart



Integratioun vu regenerativen Energien mat Fokus op d'Wandenergie

Plausibilités-Check

Mir ginn eis ambitiéis Ziler beim Klimaschutz a bei dem Ausbau vun regenerativen Energien, déi a méiglechst noer Zukunft eisen Energiebedarf zu 100% decke sollen.

An der öffentlecher Diskussioun gëtt virun allem der Wandenergie e groust Potenzial bescheinegt, als staarke Pilier fir d'Stroumproduktioun vun der Zukunft, an als noutwendegt Instrument fir de Klimaschutz.

Informatiounen zu de Wandanlagen héiere sech meeschtens esou un : „Eng Wandanlag versuergt ronn 1.400 Haushälter ganzjäreg vollstänneg mat Stroum, an doduerch gi ronn 3.000 Tonnen CO₂ agespuert.“

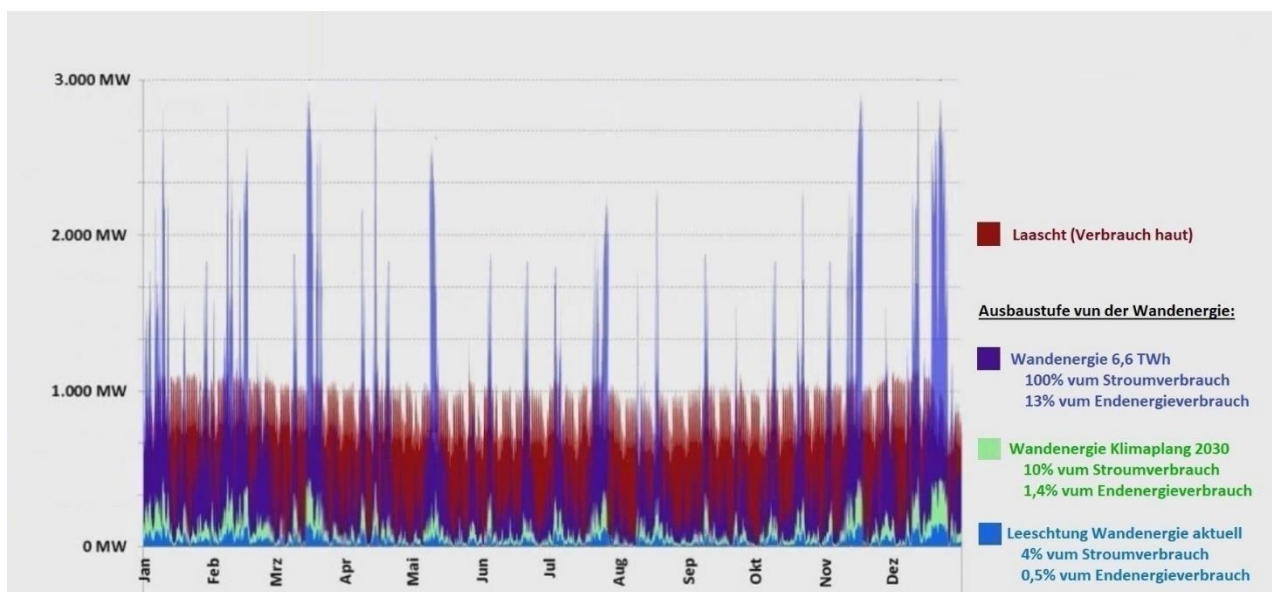
E verstärkten Ausbau mat ëmmer méi grouss dimensionéierten industrielle Wandanlage provozéiert awer och héich negativ Impakter op Natur a Landschaft. Et ass also sënnvoll de potenzielle Notze fir d'Energieproduktioun a méi konkret Zuelen ze faassen, fir Schued a Notze kënnen ofzeweien.

Bei enger Energiewend däerf ee net den Iwwerbléck iwwer dat gantz verléieren : esou stellen déi 1.400 Haushälter knapp 0,6% vun allen Haushälter duer, de Stroumverbrauch vun den Haushälter entsprécht 14% vum gesamte Stroumverbrauch, an de Stroumverbrauch huet en Undeel vun 13% um gesamten Endenergieverbrauch (ronn 20% ouni Tanktourismus). Eng Wandanlag entsprécht also engem Undeel vu ronn 0,01% (1 Zéngtausendstel) vum Endenergieverbrauch. Et ass e laange Wee fir op 100% ze kommen !

A folgendem graffe Plausibilités-Check gëtt gewisen, wat konkret um Terrain dofir misst ëmgesat ginn.

Op der Basis vun de konkreten Opzeechnungen vun de Wandstroumaspeisungen an hirer Auswärtung (zum Beispill d'Analys *Windenergie in Deutschland und Europa*, VGB 2018) kann ee verschidden Ausbauhorizonter vun der Wandenergie an hir technesch Auswierkungen fir Lëtzebuerg graff simuléieren.

Esou Ausbaustufen vun der Wandenergie si beispillhaft op der Grafik hei drënner duergestallt mat hirem Leeschtungsverlaf iwwer e Joer. Déi verschidden duergestallten Elementer gi Schrëtt fir Schrëtt erläutert.



Simulatioun vum järeleche Leeschtungsverlaf fir dräi Ausbaustufen vun der Wandenergie am Verhältnis zu dem järeleche Laaschtverlaf vun haut

Als Hannergrond weist d'Grafik rout agefierft de schwankende Laaschtverlaf vum haitege Stroumverbrauch iwwer e ganz Joer gekuckt. De järeleche Stroumverbrauch bedréit ronn 6.600 Gigawattstonnen (GWh). Mat 8.760 Stonnen am Joer läit d'mëttel Laascht also bei ronn 750 Megawatt (MW), mat Maximalwäerter knapp iwwer 1.000 MW.

Fir dat d'Stroumnetz stabil ass, muss déi produzéiert Leeschtung déi an d'Netz agespeist gëtt exakt op dem selwechte Niveau ewéi d'Laascht leien. Fir dat d'Leeschtung genau an deem richtege Moment mat dem richtege Niveau agespeist gëtt brauch ee reegelbar Kraaftwierker. Dat ass eng physikalesch Tatsaach.

Dacks gesäit ee Statistike mat der energetescher Joresproduktioun vu regenerative Stroumquellen am Verhältnes zum järeleche Stroumverbrauch, an et entsteet den Androck, dat dësen Undeel just misst multiplizéiert an ausgebaut ginn fir eng honnertprozenteg „Stromwende“ ze realiséieren. D'Wandenergie ass awer „volatil“ a produzéiert an der Realitéit grouss an abrupt Leeschtungsschwankungen, déi duerch dës abstrakt statistesch Joreswäerter komplett maskéiert ginn.

Fir sech dem techneschen Impakt vun dëser „Volatilitéit“ bewusst ze ginn féiere mer dofir hei net e Raisonement iwwer déi järelech produzéiert ENERGIE, mee iwwer d'LEESCHTUNGEN vun der Wandstromproduktioun, well dëse Leeschtungsverlaf jo zu all Zäitpunkt am perfektem Aklang mat der variabler Laascht (Verbrauch) muss sinn, fir dat e Stroumnetz iwwerhaapt ka stabil gehale ginn.

De Leeschtungsverlaf vun der Wandenergie gëtt an der Grafik op dräi Ausbaustufe gewisen.

Déi éischt Stuf ass déi aktuell Situatioun (hellblo Leeschtungsverdeelung) ; hei gi mer pragmatesch vun engem järeleche Produktiounsniveau vu knapp 300 GWh aus (255 GWh am Joer 2018). Aktuell liwwere ronn 70 Wandanlagen also ongeféier 4% vum Stroumverbrauch respektiv 0,5% vum Endenergieverbrauch. D'Leeschtung (tëschent Null a Spëtzen iwwer 100 MW) bleift wäit ënner der Laascht. Dës homeopathesch Dosis kritt ee wuel nach gutt an d'Netz integréiert wa reegelbar Kraaftwierker d'Residuallaascht droen, mee op der aner Säit léisst sech mat 0,5% Undeel am Energieverbrauch leider och kee Weltklima retten.

Dofir kréie mer elo en ambitiéis Energie- a Klimaplang. An der Grafik ass dat déi hellgréng duergestallten zweet Ausbaustuf, d'Projektioun „Klimaplang 2030“. No den Zuele vum Energieministère (PNEC) soll fir dësen Horizont d'järelech Wandstromproduktioun bei knapp 700 GWh leien. Konkret bräicht een dofir iwwer 120 industriell Wandanlagen aus der 3 Megawatt Klass.

D'Grafik weist wéi de schwankende Leeschtungsverlaf vun dësem Wandanlagekollektiv ëmmer nach relativ wäit ënner dem Laaschtverlaf erop an erof ziddert. Ënner der Konditioun dat d'Netz korrekt ausgebaut gëtt a reegelbar Kraaftwierker d'Residuallaascht liwweren, kann d'Netz also stabil gehale ginn.

Wéi ambitiéis ass de Klimaplang 2030 awer wierklech ? Dëse relativ realistesch Ausbauniveau stellt en Undeel vun 10% am Stroumverbrauch duer, a knapps 1,4% vun eisem aktuellen Endenergieverbrauch.

Bei dësen technesch machbaren Ausbauraten däerf ee net presséiert sinn. Kënne mer eis mat der aktueller Klima Urgence de Luxus erlaben, fir eis Zäit an eis Ressourcë mat ineffikassen Instrumenter ze verléieren ?

An Däitschland, mat dem weltwäit drëttgréissten Ausbau, läit den Undeel vun der Wandenergie Enn 2019 bei ronn engem Fënneftel vun der Bruttostroumproduktioun. Dat si just nëmme 5% vum däitschen Endenergieverbrauch. Mat engem Undeel vu 5% ass de Bäitrag fir de Klimaschutz awer marginal a steet a kengem Verhältnes zu dem enormen Opwand (ronn 30.000 Wandanlage mat iwwer 60.000 Megawatt).

Wandenergie a Fotovoltaik hunn zesummen Enn 2019 en theoreteschen Undeel vu 29% an der däitscher Stroumproduktioun erreecht. Bei dësem volatile Stroumundeel kënt een op e **kritesche Plaffong**, wou déi **onkontrolléiert Leeschtungsspëtzen iwwer de Laaschtverlaf vum Verbrauch eraus wuessen**. Däitschland kämpft elo reegelméisseg mat der Netzstabilität a muss e groussen Deel vum volatile Stroum verwerfen.

Wa mer elo konsequent weiderdenken komme mer op déi däischterblo gefierften Ausbaustuf an der Grafik, déi theoretesch Projektioun „100% vum Stroumverbrauch“ (Hypothesen : mëttlere Verbrauch vu 750 MW).

Op der Basis vu statisteschen Erfahrungswäerter huet dës Ausbaustuf folgend Charakteristiken :

- D'geliwwert mëttel Leeschtung läit bei engem Fënneftel vun der installéierter Leeschtung. Et bräicht een also eng Nennleeschtung vu ronn $5 \times 750 = 3.750$ MW, d.h. konkret z.B. ronn 1.250 Wandanlage vun 3 Megawatt (wann een d'Wierkungsgradverloschter bei enger Späicherung vernoléisst).
- D'maximal Leeschtungsspëtzen leien op engem Niveau vu ronn 70% bis 75% vun der installéierter Nennleeschtung bei engem grössere Wandanlagekollektiv, d.h. ronn 2.700 MW.

D'Grafik weist, dat dee Moment d'Leeschtungsspëtzen zäitweilg bis zu véiermol iwwer dem Verbrauch leien. Se weist och, dat trotz Maximalausbau de Leeschtungsverlaf heefeg wäit ënner dem Verbrauch bleibt (rout Flächen an der Grafik déi net vun der bloer Fläch verdeckt ginn).

D'Wandstroumproduktioun ass also zu kengem Moment „bedarfsgerecht“. Esou kann een e Stroumnetz net bedriewen. Et geet also net duer fir den haitegen Undeel einfach ze multiplizéieren an auszubauen.

Wéi kann een elo op där enger Säit mat ze héije Leeschtungsspëtzen ëmgoen ?

Bei engem Undeel vun iwwer 30% am Stroumverbrauch ass déi produzéiert volatil Leeschtung zäitweis méi héich ewéi d'Laascht (Verbrauch). Et gëtt „Iwwerschoss-Stroum“ produzéiert, dee net an d'Netz kann integréiert ginn. Wat mécht een domat ?

Wéi e Potenzial hätt zum Beispill de *Power to gas to power (P2G2P)*, also d'Späicherung vun dem net integréierbare Stroum an der Form vu Gas, fir d'Leeschtungsschwankungen auszegläichen ?

An der Grafik gesäit een, dat déi produzéiert Leeschtungsspëtzen ganz héich ausfallen bis ongeféier **véiermol de Laaschniveau**, mee dat dës Leeschtungsspëtzen gläichzäitg awer och relativ rar sinn.

Dofir wier de P2G2P an engem bestëmmten Ëmfang nëmme onreegelméisseg a relativ seele gefrot. Dat bedeit also en héije noutwendegen Dimensionnement vun den Elektrolyseuren, déi awer dann iwwer länger Zäit am Chômage technique sinn, esou dat déi rar awer héich Spëtzen net wirtschaftlech kënne genotzt ginn. Héich Schwankungen am Betrib hunn och en Impakt op d'Liewensdauer vun Elektrolyseuren.

P2G2P huet e klengen Wirkungsgrad, esou dat e groussen Deel vun der Energie bei deem Prozess verluer geet. D'Verloschter leien an engem globale System vun der Gréisstenuerdnung hier bei **ongeféier 50%**.

Fir de Verloscht am 100%-Zenario ze kompenséieren, muss d'Zuel vun de Wandanlagen also verduebelt ginn op iwwer 2.500 Anlagen. Konkret heescht dat : flächendeckend iwwer sämtlech Lëtzebuerger Fräiflächen verdeelt steet am Schnëtt all 700m eng ronn 200 Meter héich industriell Wandanlag.

Onafhängeg vun der technescher Machbarkeet stelle sech hei vill Froen fir de Natur- a Landschaftsschutz.

Déi ronn 2.500 Wandanlage produzéiere net brauchbar Leeschtungsiwwerschëss an der Gréisstenuerdnung vun iwwer 4 Gigawatt, déi mat Elektrolyse missten ofgebaut ginn (analog Gréisstenuerdnung bei engem Mix mat Fotovoltaik). Als nëmmen ee Glidd an der Späicherketten, stelle schonn eleng déi noutwendeg Elektrolyseuren mat dëser Kapazitéit Investitiounskäschten duer an der Gréisstenuerdnung vun engem héijen eestellige Milliardebetrag.

Aktuell Anlage mat Elektrolyseuren ewéi um Bild hei drënner schaffen am Megawatt Beräich.



Als konkret Beispill : d'Anlag um Bild (Falkenhagen, Däitschland) huet eng Kapazitéit vun 2 Megawatt, also 0,002 Gigawatt. D'Elektrolyseuren sinn an enger hallwer Dose Container ënnerbruecht.

Fir eng noutwendeg Kapazitéit vu 4 Gigawatt bräicht een also ronn 2.000 där Anlagen zu Lëtzebuerg.

Vun der Gréisstenuerdnung hier misst also duerchschnëttlech an all Gemeng eng 20-mol esou grouss P2G Zentral ewéi hei um Bild mat iwwer 100 Container opgeriicht ginn. Dat ass d'Realitéit um Terrain.

Duerch d'Wirkungsgradverloschter bei der Späicherung gëtt dann d'Energieproduktioun vu ronn 1.250 industrielle Wandanlage nees vernicht. All dës sënnslos opgeriichte Wandanlage bedeiten en enormen Impakt op Natur a Landschaft, entsprechen engem Investitiounsverloscht vu ronn 7 Milliarden Euro, a stellen e sënnslose Materialverbrauch vu ronn 5 Milliounen Tonne Bëtong, Metaller a Glasfaser duer.

Wuelgemierkt si mer bei dësem Produktionsniveau nach ëmmer just am Kontext vun enger Stromwend. De Strom huet an eisem Energieverbrauch awer nëmmen en Undeel vu ronn 13% (ouni Tanktourismus 20%). Mir wieren also trotz all deem beschriwwenen Opwand nach ëmmer wäit vun enger honnertprozenteger Energiewend ewech esou wéi se elo politesch mat Wand a Sonn promovéiert gëtt.

Op dem Bild hei drënner gesäit een eng typesch Wandindustriezion an Däitschland. Hei sinn eng ronn 50 Wandanlagen ze erkennen. Eisen aktuelle Lëtzebuenger Stroumverbrauch kann ee sech also bildlech virstellen als eng **fofzgmol** esou grouss Wandindustriezion. **Wa bei enger kompletter Energiewend mat Sektorkopplung d'Wandenergie d'Hallschent vun eisem haitegen Endenergieverbrauch misst liwweren, da bräichte mer ronn 200 där Wandindustriezionen ewéi um Bild hei drënner, d. h. am Schnëtt zwou där Wandindustriezionen mat ronn 100 Anlagen an all Lëtzebuenger Gemeng.** Dat ass d'Realitéit um Terrain.



Wat wier elo den Opwand bei de Späicherequipementer, fir an engem 100%-Stroumzenario (och am Mix mat Solarstroum) de net bedarfsgerecht produzéierte volatile Stroum a Gasform ze stockéieren ?

Wann een d'Leeschtungsiwwerschëss mat hirer betreffender Frequenz op e Joer kumuléiert, gesäit een dat een eng Späicherkapazitéit an der Gréisstenuerdnung bis zu enger Terawattstonn bräicht. Wann een dës Energie a Gasform (Methan) op eisem Territoire lagert, da bräicht een zum Beispill ronn 700 Kugelgastanken mat engem Duerchmiesser vun 30m (bei ongeféier 10 bar). An all Gemeng kënn deemno en Tanklager mat duerchschnëttlech 7 Tanken ewéi op dem Bild hei drënner. Dat ass d'Realitéit um Terrain.



Zousätzlech brauche mer Reservekraaftwierker mat enger Gesamtleschtung vu ronn 1.000 Megawatt fir de Gas ze verstroumen, an e flächendeckend verstärkten Ausbau vum Stroumnetz. Hei entstinn zousätzlech Käschten an Impakter. Dat ass d'Realitéit um Terrain.

Beim P2G gëtt net ewéi gäre gesot gëtt „iwwerschëssege“ Stroum „dee souwisou do wier“ GERETT, mä hei gëtt wéinst de Wirkungsgradverloschter e groussen Deel vun der Energie, déi mat héijen Impakter, Opwand a Käschten produzéiert gouf, uschléissend mat nach méi Opwand a Käschten nees VERNICHT.

Wat bréngt an deem Kontext de Power to HEAT, wou de net bedarfsgerechte Stroum a Wäermt ëmgewandelt gëtt ? Den opwenneg produzierte Stroum gëtt mat „Exergieverloscht“ an eng mannerwäerteg well manner notzbar Wärmeenergie ëmgewandelt. Dësen irreversibelen honnertprozenteg Verloscht fir de Stroumsecteur muss nees eent zu eent duerch zousätzlech volatil Energie mat all hire negativen Impakter kompenséiert ginn, an déi net bedarfsgerecht Wäermt déi dobäi ufält misst kënne saisonal a verloschtfräi iwwe e puer Méint stockéiert ginn. Am Kader vun esou enger „Stroum-Wäermt-Sektorkopplung“ misst onbrauchbare Stroum an engem eestellegen Terawattstonneberäich entsuert ginn. Dofir bräicht ee saisonal thermochemesch Wärmespäicher, déi wéinst enger noutwendeger Kapazitéit an der Gréisstenuerdnung vun e puer Milliounen Kubikmeter Späichermedium (Investitiounskäschten an der Gréisstenuerdnung vun engem héijen zweestellige Milliardebetrag), a wéinst laangen onrentabele Späicherperioden weder techesch nach wirtschaftlech duerstellbar sinn. Dat ass d'Realitéit um Terrain.

Fazit : All déi « Power to X » Methoden, déi feste Bestanddeel vum aktuellen Narrativ sinn, entpoppe sech an der Realitéit just als deier Entsuerungsmethoden vun dem net bedarfsgerecht produzierte Wandstroum. An der Praxis si se am néidegen Ëmfang esouwuel techesch ewéi wirtschaftlech onrealistes, a kënnen an enger normaler Maartwirtschaft kaum méi ewéi Nischeprodukter ginn.

Wéi e Potenzial hätt d'Späicherung mat Batterien ? Mir bräichte bei enger „Stromwende“ ewéi gesot eng Späicherkapazitéit vu ronn enger Terawattstonn, d.h. eng Milliard Kilowattstonnen. Dat entsprécht z.B. der Späicherkapazitéit vun 20 Milliounen Elektroautoen mat 50 kWh. Dat Potenzial ass also marginal. Batterië sinn am Fong geholl och keng **saisonal** Späicher. Et ass onwarscheinlech dat z.B. Elektroautoë während e puer Méint ouni Ënnerbriechung um Smartgrid hänken a net dierfte beweegt ginn.

Batteriëspäicher mat dëser Kapazitéit stellen haut vun der Gréisstenuerdnung hier Investitiounskäschten duer vun ongeféier enger Billioun Euro. Dat bleift och bei laangfristeg Präissenkungen wirtschaftlech onrealistes. Materialverbrauch fir eng Terawattstonn Lithium Batterien : ronn 7 Milliounen Tonnen. Batterië si vun der Kapazitéit, der Späicherdauer a vun de Käschten hier gesinn also keng saisonal Léisung.

Wéi e Potenzial hu Pompspäicher ? Mir hu jo mat Veianen eng vun de gréissten Anlage wäit a breet. D'Späicherkapazitéit vu Veianen bedréit ronn 5 Gigawattstonnen, d.h. ronn 0,005 Terawattstonnen.

Mir bräichte bei enger Stroumwend eng Späicherkapazitéit vu ronn enger Terawattstonn. Dat entsprécht also der Späicherkapazitéit vun ongeféier 200-mol Veianen. Déi gesamt europäesch Späicherkapazitéit vu Pompspäicherwierker läit bei 0,3 TWh. Dat geet also emol net duer fir e klengt Land ewéi Lëtzebuerg. D'europäesch Ausbaupotenzial fir Pompspäicher ass marginal (plus 2,3 TWh, dovun ongeféier d'Hallschent a Norwegen). Pompspäicherwierker sinn an der Praxis am Fong geholl och just Kuerzzäitspäicher an dofir net fir eng saisonal Späicherung geeegent.

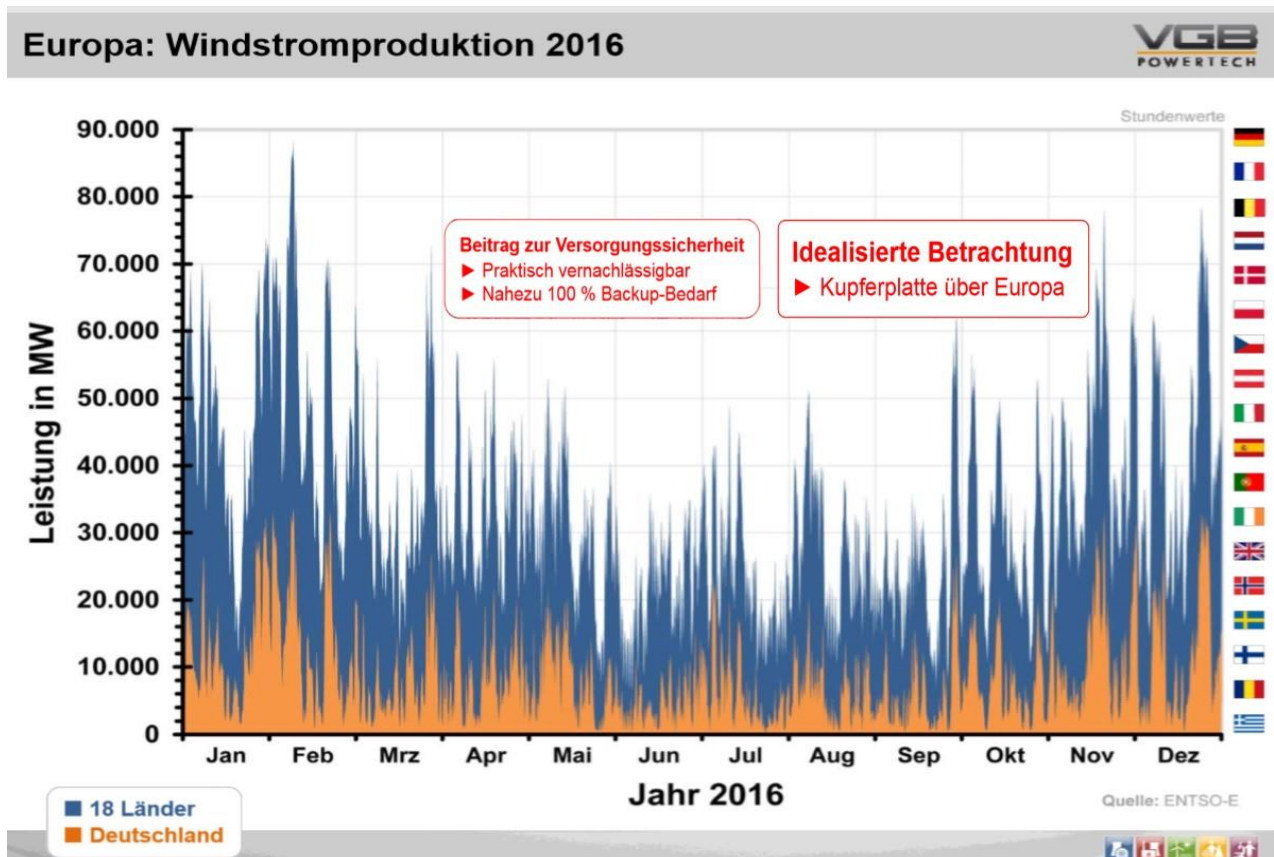
Fazit : All eenzel Späichertechnik huet also just e Potenzial am Promill- oder Prozentberäich, esou dat och hire Verbond nëmme begrenzt d'saisonal Schwankungen vu Wand- a Solarenergie ausgläiche kann.

Eng aner Méiglechkeet wier dee Moment dann fir de Strom an d'Ausland ofzusetzen.

Dës Méiglechkeet gëtt an Zukunft awer ëmmer méi schwiereg. D'Projektione vun den Iwwerdronungsnetzbedreier weisen scho kuerzfristeg Deckungslücken an der Stromversuergung, well esouwuel d'Leeschtungsschwankungen vun de volatile Stromquellen wéi och d'Schwankungen vun der Verbrauchslascht en héije länneriwwergräifende Gläichzäitegkeetsgrad hunn. D'Auswärtung vun de gesamten europäesche Leeschtungsschwankungen vun alle Wandanlagen weisen eng héich positiv Korrelatioun.

De Wand bléist ebe net ëmmer iergendwou wéi een intuitiv vläicht kéint mengen, mä gëtt vun de grouse Wiedersystemer iwwer Europa beaflosst. Entweder hu mer also iwwer e puer dausend Kilometer ewech korreliert Leeschtungsspëtzen bei iwwergeuerdenten Déifdruckgebieder, oder eben Leeschtungsdäller bei iwwergeuerdenten Héichdruckgebieder. Ewéi offiziell publiziert Auswärtung vun de leschten 10 Joer weisen, bleift déi gesécherht Minimalleeschtung vun ALLEN europäesche Wandanlagen ZESUMMEGEHOLL op engem konstant déiwe Niveau vu ronn 4%, d.h. d'Leeschtungsdäller kënnen och net am Laf vun der Zäit duerch de wuessenden Ausbau vun der Wandenergie gefëllt ginn. **Dat heescht konkret, dat europawäit quasi kee konventionellt Kraaftwierk duerch d'Wandenergie kann ersat ginn (100% Backup).**

D'Grafik hei drënner weist ganz konkret d'Leeschtungsverdeelung vun allen europäesche Wandanlagen ZESUMMEGEHOLL beispillhaft fir d'Joer 2016. Déi erhofften geographesch Ausgläichseffekter bleiwe noweislech aus, och ënner der idealiséierter Hypothees vun engem perfekt ausgebauten a verloschtfräien europäesche „Supergrid“ ewéi hei an der Grafik ënnerstallt. **Déi quasi SIMULTAN Schwankungen vun den Anlage weisen, ewéi geféierlech all weideren Ausbau vun der Wandenergie fir d'Netzstabilität ass.**



D'Grafik hei drënner weist beispillhaft eng Berechnung vum gesamte saisonale Späicherfällstand deen 2014 iwwer e ganz Joer gekuckt an Däitschland néideg gewiescht wier, fir déi deemools vun der Wandenergie a Fotovoltaik produzéiert 83,7 Terawattstunden OUNI d'Pufferkapazitéit vu konventionelle Backup Kraaftwierker, an ouni Ofregelung autark un de Verbrauch unzepassen.



De Maximalfällstand vun dem theoreteschen kollektiven Energiespäicher **ouni Wirkungsgradverloschter** (an deem Wandenergie a Fotovoltaik och mat allen theoretesch méiglechen **positiven Synergieeffekter** perfekt geméscht sinn), läit bei dëser idealiséierter Berechnung bei ronn 11 Terawattstunden.

Och kuerzfristeg **Flexibiliséierungsmoossnamen** mat enger Glättung vum Stromverbrauch bis zu enger Woch (!) sinn hei scho mat betruecht (violett Kurv). Ewéi een an der Grafik gesäit, sinn déi positiv Auswirkungen vu „Smartgrid“ a vu „smartem Laaschtmanagement“ (= Stromrationéierung) op de saisonale Späicherbedarf zimmlech begrenzt.

De Smartgrid mat variablem Laaschtmanagement kann also just KUERZFRISTEG Schwankunge pufferen, an huet näischt mat der SAISONALER Volatilitéit ze dinn.

Bei enger kompletter Energiewend am STROUMsecteur ginn offiziell Studien fir Däitschland vun enger noutwendeger Späicherkapazitéit an der Gréisstenuerdnung vu ronn 80 Terawattstunden aus (duerschnëttleche Wäert aus Etüde vum Umweltbundesamt, vum Fraunhofer ISE, vum Sachverständigenrat für Umweltfragen, a vum Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit).

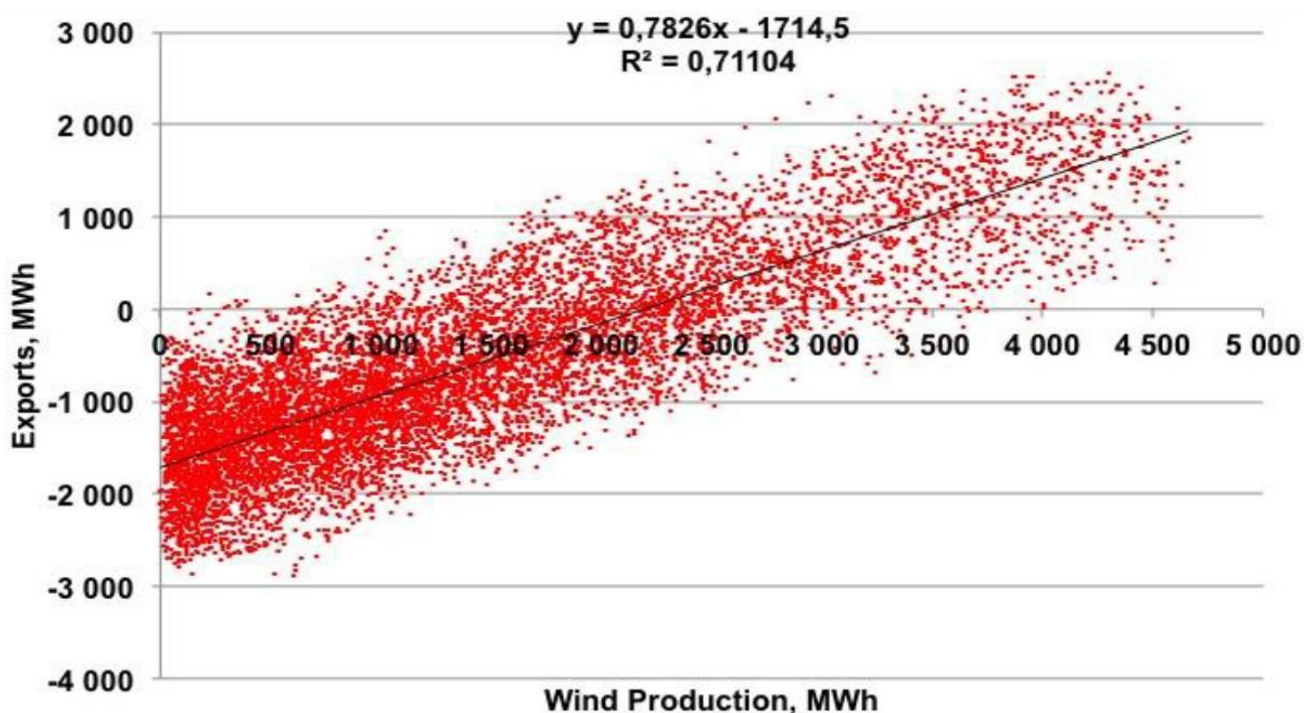
Fir eng GESAMT Energiewend mat enger Sektorkopplung zesummen mat dem Transport- a Wärmesecteur, misst dës Kapazitéit fir P2Gas, P2Liquid a Wäermt nach ongeféier mat engem Facteur 4 multiplizéiert ginn.

Wann een dës Wäerter fir eng Sektorkopplung op de Lëtzebuenger Moosstaf iwverdréit, da bedeit dat vun der Gréisstenuerdnung hier eng saisonal Späicherkapazitéit am eestellegen Terawattstonneberäich.

Materialopwand a Käschte sinn also gigantesch an entsprechen och an engem „Mix“ kaum enger machbarer Realitéit. **Et gött also weder eng technesch nach eng wirtschaftlech reell Perspektiv fir Energiespäicher an engem adequaten Ëmfang duerzestellen.** Dat heescht mat anere Wieder, dat de volatile Strom nëmme ganz begrenzt an d'Stroumnetz kann integréiert ginn.

Fir de Moment gött d'Wandenergie just an eenzelen europäesche Länner ewéi an Däitschland oder Dänemark méi staark bedriwwen, esou dat e grenziwwerschreidenden Stroumaustausch nach an engem gewësse Mooss méiglech ass. Dat ass fir dës Länner och absolut noutwendeg, well de maximal méiglechen Undeel vum volatile Strom erreecht ass, an esouguer iwverschrott, an dowéinst net méi am eegenen Netz integrabel ass.

An der Grafik hei drënner gesäit een d'Beispill vun Dänemark mat der Wandstromproduktioun aus dem Joer 2016 a Relatioun mat hire Stromexporter. All Punkt stellt eng vun den 8.760 Stonnen am Joer duer.

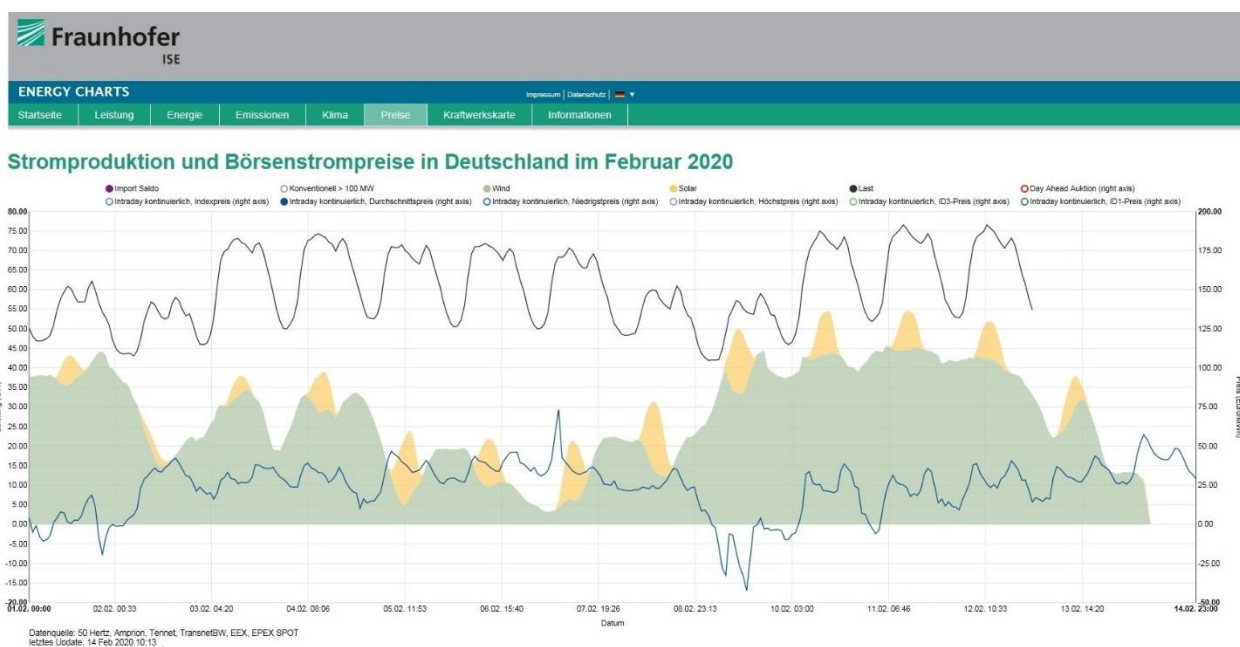


Et gesäit een däitlech déi héich Korrelatioun : engersäits muss konventionelle Strom bei niddreger Wandproduktioun ënner 2.200 MWh importéiert ginn (negativ Wäerter). Mat der Wandenergie gött et also keng Versuerungssécherheet, an et gött een och net manner ofhängeg vu konventionelle Stromquellen. Anerersäits muss bei enger Wandproduktioun iwver 2.200 MWh e groussen Deel vum volatile Strom exportéiert ginn (positiv Wäerter). Dës exportéiert Produktioun däerf awer an déi eege Verbrauchsstatistik bilanzéiert ginn, esou dat d'Illusioun entsteet, dat e méi héijen Undeel vu volatiler Energie am nationale Stromverbrauch erreecht gött an technesch méiglech wier.

Wann elo ewéi am Green Deal virgesinn d'volatil Stromproduktioun soll verstärkt ausgebaut ginn, a bei der beschriwwener synchroner europäescher Wandproduktioun d'Leeschtungsiewerschëss quasi iwwerall gläichzäiteg optrieden, dann ass de Stroumaustausch tëschent de Länner ewéi bis elo awer net méi méiglech, an dee Moment platz d'Illusioun vun der volatiler Energiewend.

Mä schonn haut ass d'Nofro no volatilen Iwwerschëss kleng. Dës Iwwerschëss destabiliséiere net nëmmen d'Stroumnetzer, mä och de Stroumhandel. Bei engem verstärkten Ausbau vu volatile Stroumquelle ginn och d'Stroumpräisser ëmmer méi volatil : bei enger niddreger Wandstromproduktioun par rapport zu der Demande, wou eng héich Residuallaascht vu konventionelle Kraaftwierker muss gedroe ginn, do klëmmt de Präis ; an ëmgedréint fir eng héich Wandstromproduktioun bei där d'Residuallaascht fält, do fale gläichzäiteg och d'Stroumpräisser.

Huele mer zum Beispill ganz konkret d'Situatioun an Däitschland déi éischt Hallschent vum Februar 2020 :



D'Residuallaascht, déi vu reegelbare Stroumquelle muss ausgeglach ginn, ass also op der Grafik déi wäiss Fläch déi tëschent dem Laaschtverlaf (schwarz Linn) an dem ieweschte Niveau vun der volatiler Leeschtung läit (gréng Wandenergie a giel Fotovoltaik). Et gesäit ee gutt an dëser Grafik, wéi héich an abrupt d'Schwankungen vun der Residuallaascht sinn.

Wann d'Gesamtreeschtung net op d'Gesamtlaascht perfekt ofgestëmmt ass, da kënt et onweigerlech zu engem Blackout. Op dëser Grafik gëtt also däitlech wat reegelbar Kraaftwierker Dag fir Dag a Stonn fir Stonn leeschte mussen fir dat et net esouwäit kënnen.

Op der Grafik gesäit een zum Beispill fir Freides 07.02.2020 géint 8 Auer Moies :

- déi gesamt geliwwert volatil Leeschtung läit just op 5% vun hirer gesamter installéierter Leeschtung vun 110 GW ; **d'Wand- a Fotovoltaikanlage falen also quasi alleguer zesumme gläichzäiteg aus ;**
- 50 GW bei der Residuallaascht mussen vu konventionelle Kraaftwierker geliwwert ginn, also den Equivalent vu ronn 50 Kuelekraaftwierker oder Atomkraaftwierker ;

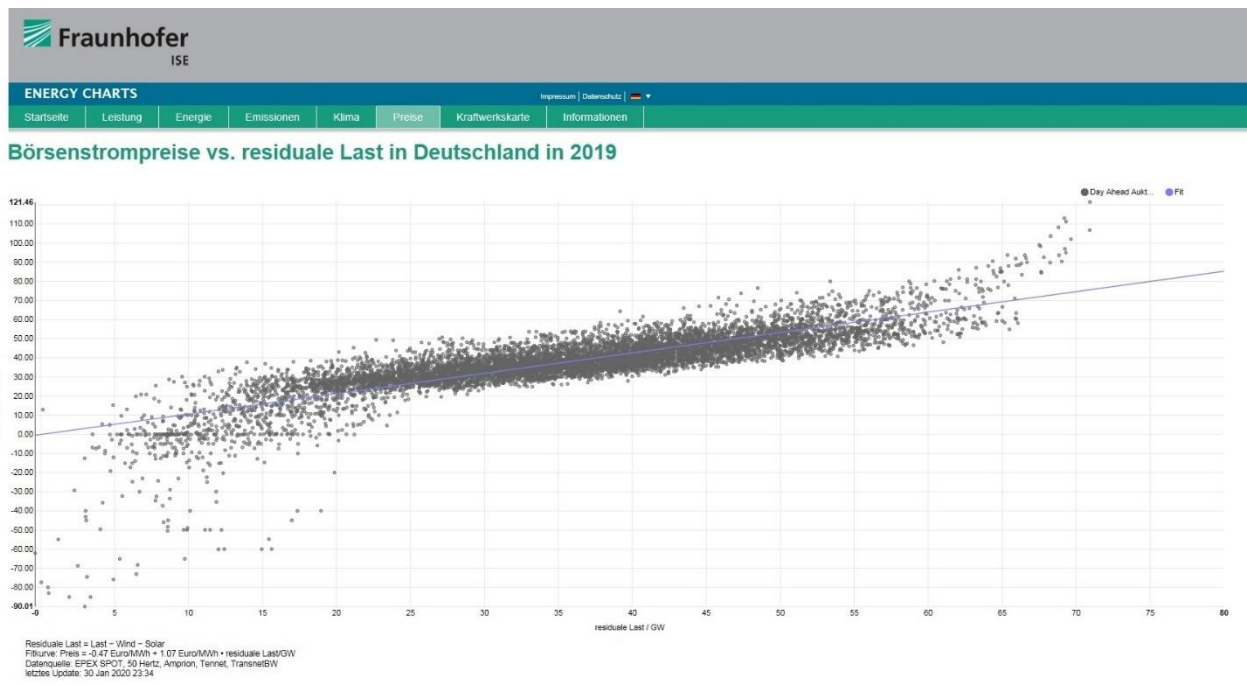
- de kuerzfristege Maartwäert vum Stroum klëmmt bei dëser niddreger volatiler Leeschtung bis op 73 Euro pro Megawattstonn.

Just zwee Deeg méi spéit, Sonndes 09.02.2020 ëm d'Mëttesstonn ass d'Situatioun awer eng ganz aner: déi duerch d'Stuermdéf Ciara geliwwert Leeschtung vun alle Wandanlagen plus d'Fotovoltaik liwwere bal 90% vun der Laascht.

Dat ass dann ee vun de puer Momenter am Joer, wou an der ëffentlecher Diskussioun da prompt déi „iwurfälleg“ Schléissung vun de konventionelle Kraaftwierker gefuerdert gëtt.

D'Grafik weist, dat dee Sonndeg Mëtteg mat héije volatile Leeschtungsspëtzen de kuerzfristege Stroumpräis bis op MINUS 42 Euro pro Megawattstonn gefall ass. Dat heescht dat een 42 Euro dofir BEZUELT huet, fir dat e Keefer engem de Stroum ofhëlt. Dorënner leide natierlech och déi konventionell Kraaftwierker déi hir Produktioun an esou Momenter net komplett op Null kënnen zeréckfueren, well ëmmer e gewëssen Undeel vu konventioneller Leeschtung gebraucht gëtt fir d'Netzfrequenz stabil ze halen, a well d'Kraaftwierker net séier genuch prett wieren, fir nees héichgefuer ze ginn wann de Wand an d'Sonn méi spéit nees abrupt noloossen. Eng komplett Ofschaltung ass ëmmer och mat héije Käschte verbonnen.

De kuerzfristege Stroumpräis fluktuéiert also mat der Residuallaascht. Och hefir gëtt et an Däitschland ganz konkret a systematesch Opzeechnungen : op der folgender Grafik gëtt eng Punktwollek duergestallt, op där all Punkt eng vun den 8760 Stonnen am Joer 2019 duerstellt mat hirer respektiver Residuallaascht (horizontal Achs) an dem betreffende kuerzfristegen Handelspräis vum Stroum (vertikal Achs).



D'Grafik weist (nieft der héijer Korrelatioun tëschent Residuallaascht a Stroumpräis), dat de kuerzfristege Maartwäert quasi déi ganz Zäit ënner dem duerschnëttleche Niveau vum plangwirtschaftlechen Akafspräis vun der volatiler Stroumproduktioun läit, a NEGATIV gëtt wann d'Residuallaascht ënner 20 GW läit, bis zu MINUS 90 Euro pro MWh.

De vollekswirtschaftleche Schued deem an Däitschland bei dëser Wäertvernichtung entsteet muss all Joer vun der Bundesnetzagentur am viraus ofgeschätzt ginn, fir ze berechnen wéi héich déi sougenannt „EEG-Umlage“, mat där de subventionéierte Stroum finanziert gëtt, fir den däitsche Stroumverbraucher ausfällt. Dëse Finanzéierungsmodell, deem d'Differenz tëschent plangwirtschaftlechtem Aspeisetarif an dem reelle Maartwäert op den Endverbraucher ëmverdeelt, gëtt grad esou gutt an Däitschland applizéiert wéi och zum Beispill a Frankräich oder zu Lëtzebuerg.

Ouni Perspektiv op Energiespäicher gëtt et haut also just eng „**Pufferstrategie**“ mat Hëllef vu konventionelle Kraaftwierker, an enger begrenzter Méiglechkeet fir e grenziwwerschreidende Stroumaustausch. Wann dës Strategie laangfristeg bei engem héije volatilen Ausbau iwwerhaapt nach technesch opgeet, ass se op alle Fall vun engem vollekswirtschaftleche Standpunkt aus alles anescht ewéi akzeptabel.

Wa keng vun all den uewe genannte Strategië méi gräift, da bleift ouni Späicher just nach d'Ofreegelung vun de net brauchbare Leeschtungsspëtzen : dat bedeit bei der observéierter Heefegkeetsverdeelung vun de Leeschtungswäerter dann eng Perte vun iwwer 50% vun der Stroumproduktioun. Dat entsprécht am Kontext vun enger Lëtzebuenger STROUMwend dee Moment der Produktioun vun iwwer 600 sënnslos opgeriichten industrielle Wandanlagen, gläichbedeitend mat enger sënnsloser Investitioun vu ronn 3 Milliarden Euro, an engem sënnslose Ressourcëverbrauch vu ronn 3 Milliounen Tonne Baumaterial.

Well duerch déi héich Volatilitéit e groussen Deel vum Stroum net kann an d'Netz agespeist ginn, a well et weder eng technesch nach eng wirtschaftlech Perspektiv fir eng quantitativ adequat Späicherung gëtt, kann et op dëser Basis also guer keng relevant regenerativ Stroumproduktioun ginn. Hei hëlleft kee blannen Techniklawen – physikalesch Gesetzer kann een och net mat politeschem Wëllen ëmgoen.

Mir hunn elo engersäits d'Problematik vun de net integréierbare LeeschtungsSPËTZE gesinn, mee wéi kann een elo op der anerer Säit mat de LeeschtungsDEFIZITER ëmgoen déi een déi meeschten Zäit huet ?

D'Grafik (op Säit 1) mat dem potenzielle Leeschtungsverlaf vun der Wandenergie fir Lëtzebuerg weist, dat ee mat dem „100% Zenario“ trotz héijem Undeel heefeg „Deckungslücken“ an der Stroumversuergung behält : ronn 60% vun der Zäit geet d'Leeschtung effektiv net duer, an d'Residualaascht muss vu konventionelle reegelbare Kraaftwierker geliwwert ginn. Wéilt een an dësem Zenario déi induzéiert Defiziter vu ronn 2 TWh méi „nohalteg“ mat Biogas ausgläichen, misst een dofir sämtlech Lëtzebuenger Agrarfläche fir den Ubau vun Energieplanzen mobiliséieren : dat wier natierlech eng ekologesch Katastroph.

An der Praxis gesäit e kloer : Wann d'Wandenergie ëm e Facteur X ausgebaut gëtt wuesse just d'Leeschtungsspëtzen, mee d'Leeschtungsdäller kënnen net gefëllt ginn. X mol Null ass Null. Et gëtt also keng Verstetegung vun dem Leeschtungsverlaf duerch e méiglechst groussen Ausbau. Dës dacks formuléiert Behauptung ass ganz einfach falsch. An der Praxis ass ganz kloer nogewisen, dat ebe just de Contraire de Fall ass : d'Leeschtungsschwankunge ginn ëmmer méi grouss an onbeherrschbar.

Hei nach eng Kéier am Resumé den techneschen Opwand deen um Terrain misst bedriwwe ginn, just nëmme fir den HAITEGE STROUMBEDARF zu Lëtzebuerg „nohaltig a propper“ ze produzéieren :

- Ronn 2.500 Wandanlagen vu ronn 3 MW, d.h. am Schnëtt flächendeckend all 700m eng Wandanlag op alle Fräiflächen onofhängeg vun Topographie, Wandverhältnesser, Naturschutzgebidder,...etc. (eenzeggen Optiméierungspotenzial : wesentlech méi héich Anlagen mat nach méi héijen Impakter);
- Ronn 2.000 Power to gas Zentralen an der Gréisstenuerdung vun der beispillhaft gewisener Anlag an Däitschland (hei kann ee nach net emol vun Optiméierungspotenzial schwätzen : et gëtt guer keng Perspektiv fir eng Technik op engem industrielle Niveau an deem gebrauchten Ëmfang) ;
- Ronn 700 Kugelgastanken (Duerchmiesser 30m) als Methanspäicher ;
- Ronn 3 Gaskraaftwierker an der Gréisstenuerdung vun der fréierer Twinerg, en Ausbau vum Stroumnetz...etc.

Wat wiere komplementar Stromquellen zu der Wandenergie ?

Alternativ kann an dësem System eng eenzel Wandanlag vun 3 Megawatt och ersat ginn duerch e ganze Fotovoltaikpark mat enger Fläch vu ronn 8 ha, dat heescht also an der Gréisst vu ronn enger Dosen Fussballfelder (vun der Gréisstenuerdung hier kee signifikativen Optiméierungspotenzial).

2.500 Wandanlagen entsprechen also enger Gesamtfläch mat Fotovoltaikparke vun ongeféier 20.000 ha.

Konkret Beispill : e Mix aus 60% Wandenergie a 40% Fotovoltaik entsprécht um Terrain also engem Wandpark mat ronn 1.500 industrielle Wandanlage vun 3 MW an engem Fotovoltaikpark vun ongeféier 8.000 ha, just fir eisen haitege Strombedarf ofzedecken (also 13% vum haitegen Endenergieverbrauch).

Fir d'volatil Stromproduktioun vun enger eenzeger 3MW-Wandanlag mat grondlaaschtfäegem Biogas ze ersetzen, bräicht ee Felder mat Energieplanzen vun ongeféier 200 ha bis 300 ha. **Fir eise gesamten haitege Stromverbrauch mat Biogas ofzedecken, bräicht een also Felder mat Energieplanzen déi ongeféier déi dräifach Gréisst vun de gesamte Lëtzebuenger Agrarfläche géingen ausmaachen.** Bioenergien hu nieft alle bekannten ekologeschen an ethesche Problemer also och e ganz begrenzt technescht Potenzial.

All déi beschriwwen Equipementer zeechne sech duerch en héije Flächen- a Ressourcëverbrauch aus, an hunn onweigerlech grouss negativ Impakter op Natur, Biodiversitéit, Landschaft a Liewensqualitéit.

Wa gewosst ass, dat d'Potenzial vun dëse Stromquellen esou begrenzt ass, an d'Impakter esou héich, wousou ginn dës Instrumenter dann ëmmer nach esou staark politesch a finanziell gefërdert ?

Wéi ass et zum Beispill ganz konkret mat der Ëmsetzbarkeet vun der Stromwend an Däitschland ?

Am Laf vun der Stromwend sinn an Däitschland **parallel Strukturen** entstanen. Déi volatil Struktur mat Wand- a Solarenergie koom dobäi, ouni dat déi konventionell Struktur wéinst de beschriwwene Grënn konnt ofgebaut ginn. Däitschland leescht sech haut e konventionelle System deen d'Grundlaascht dréit an d'Volatilitéit puffert, an zousätzlech e volatile System, deen éischer kontraproduktiv ass.

Effektiv ass de volatile System kontraproduktiv, ewéi déi héich negativ Impakter an der Praxis weisen :

Ressourcëverbrauch (Baumaterialien) :

Déi volatil Stroumproduktiounsanlage verbrauchen op déi real produzéiert Energie bezunn enorm Ressourcë bei der Hierstellung (eng bis zwou Gréisstenuerdungen iwwer de konventionelle Kraaftwierker) mat Konsequenzen op d'Biodiversitéit, CO2 Emissiounen bei der Fërderung vu Rohstoffen, dem Traitement vu Materialien, dem Transport vu Baukomponenten an der Hierstellung/Ofrëss/Recyclage vun den Anlagen.

Technesch Impakter/Netzstabilitéit :

Däitschland kritt duerch de verstärkten Ausbau vu volatile Stroumquellen an duerch de gesetzlech festgeluechten Ofbau vu regelbare Kraaftwierker seng Netzer net méi aus eegener Kraaft stabiliséiert, mat ëmmer méi heefege negativen Impakter op d'europäescht Verbondnetz. Konkret gouf et zum Beispill am Juni 2019 de 6. , 12. a 25. e Leeschtungsdefizit vu bis zu 6.000 Megawatt am däitsche Stroumnetz, an en Zesummebrüche vum europäesche Verbondnetz konnt nëmmen duerch Noutagrëff vun de Nopeschlänner verhënnert ginn. Wann aner Länner Däitschland imitéieren, ass d'europäescht Netz net méi stabil ze halen.

Vollekwirtschaftlech Käschten an de Paradox beim Klimaschutz :

Betribswirtschaftlech gi regenerativ Energien aktuell interessant, well d'Produktiounskäschte vum Stroum op e Niveau vu konventionelle Kraaftwierker kommen. Iwwer hir ganz Lafzäit gekuckt hu Wandanlagen (mat engem CAPEX vu ronn 1.600 bis 1.700 Euro pro installéiert KW a mat 20% Vollaaschtstonnen) op den aktuelle Wäert erfogzénsten Produktiounskäschten (LCOE) vun ongeféier 80 Euro pro MWh.

Bleift ofzewaarden wéi d'Produktiounskäschten sech entwéckelen, wann d'Equipementer fir volatile Stroum net méi aus bëlleger asiatescher Masseproduktioun komme sollen, wou se op der Basis vu bëllegem Kuelestroum an ouni gréisser Ëmweltkäschten bis elo hiergestallt goufen.

Vollekwirtschaftlech gesäit et awer ganz anescht aus : Et wier falsch d'Produktiounskäschten vu regenerativen Energien op der Basis vum Levelized cost of energy (LCOE) direkt mat dem LCOE vu konventionelle Kraaftwierker ze vergläichen, well des Kraaftwierker jo quasi zu 100% als Backup weiderbestinn an duerch regenerativ Anlagen net kënnen ersat ginn. An dem alternative System mat duebele Strukturen bleiwen also Investitiounen a fix Betribskäschte vu konventionelle Kraaftwierker bestoen. Fir all GWh konventionelle Stroum deen z.B. duerch Wandstroum ersat gëtt, kann een also just den LCOE vun enger Wandanlag vergläiche mat de marginale Käschten (notamment Brennstoffkäschten) vum konventionelle Kraaftwierker, déi bei der vermiddener GWh entstane wieren.

Des Grenzkäschten leien haut op engem héije Niveau bei Gaskraaftwierker mat ronn 40 bis 80 Euro pro MWh a ginn erof op ronn 10 Euro pro MWh bei Atomkraaftwierker, déi di nidderegste Grenzkäschten hunn. Bei enger Wandanlag mat engem LCOE vun 80 Euro pro MWh kascht also all eenzel duerch Wandenergie "agespuerten" MWh vollekwirtschaftlech gesinn am Verglach mat Atomenergie quasi eng Gréisstenuerdung méi deier ewéi an engem reng konventionelle System, well d'Atomkraaftwierker mat hire fixe Käschten (a Folgekäschten) als Backup musse weiderbestoen.

Wann een iwwer en Undeel vu ronn 30% volatile Stroum beim Verbrauch erauskënnt, an et viséiert een eng komplett regenerativ Energieversuergung un, da geet et mat der simpler "Pufferstrategie" awer net méi duer, an et kënnt ee net laanscht weider System- an Integratiounskäschten : e verstärkte Netzausbau, Elektrolyse a Methanatioun fir Power to Gas, Energiespäicher, 100% Backup Kraaftwierker, an zousätzlech eng Majoratioun vun der Zuel vu Wand- a Fotovoltaikanlagen fir d'Wirkungsgradverloschter vu *Power to X* ze kompenséieren (Gréisstenuerdnung mol 2). Wann een all déi uewen opgezielten **zousätzlech Equipementer a Wirkungsgradverloschter** an d'Berechnung vum **globalen LCOE** afléisse léisst, da ginn **d'Produktiounskäschten vun enger ugangs volatiler MWh vun der Gréisstenuerdnung hier mat engem Facteur dräi bis véier multiplizéiert fir dat dës MWh duerno reegelbar gëtt**. Dës Produktiounskäschte leien dee Moment also och largement iwwer deene vun aktuelle konventionelle Kraaftwierker.

Dat heescht an der Konsequenz, dat mat volatile Stroumquellen d'Energiekäschte wuessen, an dat de Klimaschutz mat de méi héijen CO₂-Vermeidungskäschten also da méi deier gëtt. Mat begrenzte finanzielle Ressourcen gëtt also manner CO₂ agespuert, an et gëtt domat also MANNER Klimaschutz bedriwwen.

De konkrete Bäitrag vu volatile Stroumquellen fir de Klimaschutz kann an der Praxis net nogewise ginn :

Effektiv müssen thermesch Kraaftwierker d'Volatilitéit vum wiederofhängege Stroum ausgläichen, wat zousätzlech CO₂ Emissiounen induzéiert. Dëst gesäit ee ganz konkret z.B. a Spuenien mat engem parallelen Opbau vu volatile Stroumquellen a Gaskraaftwierker, oder an Däitschland an a Frankräich am Kontext vun dem Ofbau vun der Kärenergie (d'Exploitatioun vun der Kärenergie ass natierlech diskutabel, mä d'Praxis weist leider, dat hiren Ofbau aus physikalesche Grënn d'Notzung vu fossile Brennstoffer férdert).

D'CO₂ Emissiounen gi mat Hëllef vu volatilen Energië net reduzéiert, wa se am Kader vum Emissiounshandel wéinst fräigesaten Emissiounszertifikater just sektoral a geographesch verlagert ginn. Wéinst der duebeler Kraaftwierksstruktur maache volatil Energien de Klimaschutz duerch relativ héich CO₂-Vermeidungskäschten manner effizient, am Géigesaz zum Emissiounshandel, mat negative wirtschaftlechen a sozialen Impakter.

Fossil Rohstoffer gi weltwäit weiderhin onofhängeg vun der Wandindustrie ofgebaut a verkaf, an et ass dës global gefördert Quantitéit vu Brennstoffer déi d'CO₂ Emissiounen bestëmmt, net eise lokalen Energieverbrauch an Europa. Zousätzlech kann eng reduzéiert europäesch Nofro d'Weltmarktpräisser vu fossile Brennstoffer reduzéieren, a stimuléiert esou hire Verbrauch ausserhalb vun Europa.

Duerch déi kleng Energiedicht an déi héich Volatilitéit gëtt den technesche Potenzial vun dëser net bedarfsgerechter Stroumproduktioun physikalesch staark begrenzt, a kann esou vum Volume hier ni e relevant Instrument am Klimaschutz ginn.

Ëmweltpakter :

Wéinst der klenger Energiedicht, der klenger Flächeproduktivitéit, a wéinst den disproportionéierten Dimensiounen (100m bis 160m Rotorduerchmiesser, 200m bis 250m Gesamthéicht, Tendenz steigend), ass d'Zerstéierungspotenzial vun den industrielle Wandanlagen an der Natur a fir d'Landschaften enorm. An Däitschland z.B. gëtt de ländleche Raum progressiv a Wandindustriezonen transforméiert (cf. Bild) :



Zu Lëtzebuerg gëtt et fir industriell Wandanlage weder Plan sectoriel nach Mindestofstänn zur Bebauung.

D'Beanträchtegung vun der Integritéit vun der Landschaft an de Noweis vum Interêt general sinn am Text vum Naturschutzgesetz keng relevant Geneemegungskrittären fir industriell Wandanlagen. D'Industrialiséierung vun de Gréngzonen duerch de verstärkten Ausbau vu volatilen Energië steet awer an engem krasse Widdersproch zu de grondleeënde Prinzippien vum Natur- a Landschaftsschutz.

Fazit vum Plausibilitéis-Check :

Déi noutwendeg Krittäre vun der Versuergungssécherheet an der globaler Wirtschaftlechkeet si net erfëllt, a mat dem niddregen technesch méiglechen Ausbaupotenzial ass d'Klimawierksamkeet nëmme marginal.

Wéinst der klenger Energiedicht an der héijer Volatilitéit kënn d'Wandenergie a kengem Land op der Welt iwwer en Undeel am Endenergieverbrauch vun e puer Prozent eraus.

Dowéinst ass d'Wandenergie éischter e politescht Symbol an der Energielandschaft.

A Länner mat engem verstärkten Ausbau, ewéi z.B. an Däitschland, gesäit een dat d'Wandenergie awer scho längst kee Symbol méi ass fir de Klimaschutz. D'Wandenergie ass an dëser realgelieftener Energiewend elo zum Symbol ginn fir eng onsécher Stroumversuergung, fir Plangwirtschaft, fir eng Wirtschaftsblos mat prekären Aarbechtsplazen, fir héich Energiepräisser, fir Materialverschwendung, fir Recyclingproblemer, fir de Wäertverloscht vun Immobilien, fir juristescht a mënschlech Konflikter, fir potenziell gesondheetlech Schiedegung, fir en ineffikasse Klimaschutz, a leider och e Symbol fir Natur- a Landschaftszerstéierung.

Mir liewen an enger Illusioun, a sinn am Gaang Zäit ze verléieren. Den éischte Schrëtt ass ze gesinn, dat mer d'Léisung nach net fonnt hunn. Reell Alternative fanne mer awer net duerch déi aktuell Plangwirtschaft an duerch Energiekonzepter aus enger virindustrieller Zäit, mä duerch Innovatioun an technesche Fortschrëtt.