

Kritesch Lektür vun der Äntwert vum Minister fir Energie op d'parlamentaresch Fro n°3206

An der parlamentarescher Fro n°3206 vum 26. November un de Minister fir Energie gi ganz konkret Punkten ugeschwat, woubäi sech konkret technesch Äntwerten erwaart ginn. Folgend Kärfro gëtt gestallt :

Wéi e Gesamtkonzept, wéi eng technesch Léisungen, a wéi eng zentral an dezentral Späicher opgeschlësselt no kuerz-, mëttel- a laangfristige Kapazitéiten ginn an Etüden ënnersicht a gi konkret ëmgesat an engem Energiesystem deen zu 100% op regenerativen Energië baséiert, fir esou d'Versuergungssécherheet iwwer dat ganzt Joer ze garantéieren an engem Kontext wou haaptsächlech op wiederofhängeg, d.h. volatil Energiequelle muss zeréckgegraff ginn ?

Nodeem weder an der Rifkinstrategie, nach am nationalen Energie- a Klimaplang, nach am Klimaschutzgesetz konkret Äntwerten op dës wesentlech Fro ze fanne sinn, de Minister fir Energie awer scho widderhuel an der Ëffentlechkeet d'Ausso gemaach huet dat all technologesch Léisungen do sinn a nach just missten ëmgesat ginn, konnt een elo dovunner ausgoen, dat hei d'Geleeënheet ergraff gëtt fir Kloerheet ze schafen, well et geet schliisslech ëm eng komplett Neigestaltung vum Energiesystem, op deem de gesamte Fonctionnement vun eiser Gesellschaft berout, an et geet dorëm den Energiesecteur an extreem kuerzer Zäit ze dekarboniséieren fir déi negativ Auswierkungen vum Mënsch op d'Klima op e Minimum ze reduzéieren.

An der Äntwert op déi gestallte Fro gëtt de Minister fir Energie aleedend folgend generell Informatioun :

"D'Regierung huet d'Konzept vum Stockage am Kader vum "Plan national intégré en matière d'énergie et de climat" (PNEC) als e wichtegt Element opgegraff. Domadder soll haut an an der Zukunft d'Integratioun vu méi héijen Undeeler un erneierbarem Stroum an de System facilitéiert ginn."

Dozou kann ee soen, dat et an engem System mat 100% regenerativen Energien awer net just drëm geet fir d'Integratioun vu "méi héijen" Undeeler ze "facilitéieren", mä dat et dorëm geet fir d'Integratioun vun der gesamter Energieproduktioun an de System technesch iwwerhaapt emol machbar ze maachen, an zwar esou dat et wirtschaftlech ze droen ass, an och méiglechst ëmweltverdréiglech ass.

Et sollt och kloer gestallt sinn, dat et hei ëm de gesamten Energiesecteur geet, a net just ëm de Stroumsecteur deen haut just 13% vum gesamten Endenergieverbrauch ausmécht.

Als technesch Moosname ginn an der Äntwert vum Minister fir Energie folgend Optiounen reng pauschal genannt, ouni op konkret Detailer anzegoen oder ze quantifizéieren, esou wéi et awer gefrot war :

- den Transport vum Stroum iwwer grouss Distanzen, a geographesch Ausgläichseffekter bei verschiddene lokale Wiederkonditiounen ;
- d'Verstärkung vu Netzkapazitéiten ;
- d'Späicherung, z.B. mat dem Pompspäicher vun der SEO zu Veianen, oder mat dezentrale Späicher an Autoconsummatioun ;
- d'Laaschtsteuerung, also d'Upasse vum Verbrauch un d'Stroumproduktioun ;
- d'Sektorkopplung, d.h. d'Kopplung vun de Secteuren Elektrizitéit, Transport a Wäermt ;
- de Waasserstoff als Energieträger respektiv Späicheroptioun.

Et ginn och nach folgend divers Moosname genannt :

- e regulatorischen a legale Kader fir d'Integratioun vum Stroum a fir Flexibiliséierungsmoosnamen op engem nationalen an op engem europäesche Plang ;
- d'Préiwung vun enger finanzieller Ënnerstëtzung vun dezentrale Späicher.

An der Äntwert vum Minister fir Energie fënnt een och eng indirekt Erklärung fir d'Feele vu konkreten an op Zuele baséierten Detailer : et wier net méiglech e Gesamtkonzept ze quantifizéieren, well et keng Previsiounen iwwer d'Entwécklung vum gesamte System géif fir esou déi noutwendeg Späicherkapazitéiten ze ermëttelen.

Et gëtt just op eng Etüd vu Creos verwisen : *"Am Stroumberäich kann zousätzlech eng rezent Etüd "Scenario Report 2040" vum Netzbedreier Creos evoquéiert ginn, di analyséiert, dass d'Leeschtung, déi d'Netz op nationalem Niveau wäert mussen zu Spëtzenzäite liwweren, däitlech wäert steigen, an dass Flexibilitätsoptiounen, wéi Späicher, kënnen hëllef den d'Hauss e Stéck weit ze limitéieren."*

D'Feststellung, dat d'Leeschtung am Netz zukünfteg wäert steigen, an dat d'Hauss duerch Späicher ka limitéiert ginn, ass vun enger bemierkenswäerter Trivialitéit.

Wann d'Äntwert vum Minister fir Energie wierklech den aktuelle Wëssensstand reflektéiert, da confirméiert sech dat déi politesch gewollten Energiestrategie, vun där enorm vill ofhänkt, absolut keng konkret Basis huet, a just eng "navigation à vue" ass, ouni dat et konkret technesch Léisunge gëtt fir eng regenerativ Energieversuergung esouwuel quantitativ ewéi qualitativ sécherzestellen.

Dobäi wier et awer duerchaus méiglech fir eng quantifizéiert Analys iwwer e Gesamtkonzept mat noutwendige Produktiouns- a Späicherkapazitéiten ze erstellen, fir op d'mannst eng Virstellung vu Gréisstenuerdnungen ze kréien. De Fraunhofer Institut zum Beispill berechent a sengen aktuelle Projektione fir d'Joer 2050, dat een a verschiddenen Zenarien déi aktuell däitsch Wand- a Solarenergie mat engem Facteur 5 bis 8 multiplizéiere misst, fir zesumme mat anere regenerativen Energien ronn 50% bis 60% vum haitegen Endenergieverbrauch ze bestreiden (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE : *Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem*, Februar 2020).

Hei ginn a komplexe Simulatiounen all Energiesectoren optimal matenee vernetzt (Sektorkopplung). Jee no Verbrauchszenario muss dobäi méi oder manner Energie nach importéiert ginn. Wann ee mat hire Rechenhypothesen déi importéiert Energie, déi jo och emissionsfräi sollt hiergestallt ginn, mat an d'Wand- a Solarproduktioun géing integréieren, da misst dës par rapport zu haut jee no Zenario mat bis zu 15 multiplizéiert ginn.

Wann een den däitsche Modell op den haitege Lëtzebuerger Energieverbrauch als Referenzwäert iwwerdréit, da kann een iwwerschlägg folgend Gréisstenuerdnung fir den Ausbau vu regenerativen Energien berechnen : ënner der Voraussetzung dat eis Aker- a Bëschfläche quasi komplett fir d'Energieproduktioun aus Biomass mobiliséiert ginn, an dat nach ronn 15% vum Energieverbrauch aus diversen anere net volatilen Energië kënn (Solarthermie, Waasserkraaft, Wärmepompelen...), da misst eis aktuell Wand- a Solarenergie mat engem Facteur 200 multiplizéiert ginn fir den Energiebedarf ze decken.

Bei enger Ëmsetzung um Terrain wieren dat vun der Gréisstenuerdnung hier ronn 10.000 Onshore Wandanlage vun 3 MW plus ronn 500 Km² Fotovoltaikfräiflächenanlagen. Déi dofir noutwendeg Fläche missten am In- an europäeschen Ausland mobiliséiert ginn. Et wier eng gesamt saisonal Späicherkapazitéit vun ongeféier 6 bis 7 TWh erfuerdert (Waasserstoff, Methan, synthetesch Kraaftstoffer, Wäermt).

Dobäi kann een als Aarbechtshypothes e méi oder manner héijen zukünftegen Endenergieverbrauch postuléieren, an déi uewe genannte Wäerter an enger éischer Approche linear interpoléieren.

Déi genannte Gréisstenuerdnung sinn an den zwou Grafiken an der Annexe synthetesch duergestallt.

Am Folgende ginn all déi technesch Moosnamen, déi an der Äntwert vum Minister fir Energie graff ugefouert ginn, op hier Plausibilitét hin ofgecheckt.

Dëse Plausibilités Check baséiert op konkreten Erkenntnesser, déi haaptsächlech an Däitschland beim Versuch vun der Ëmsetzung vun enger volatiller Stroumwend gemaach an dokumentéiert ginn.

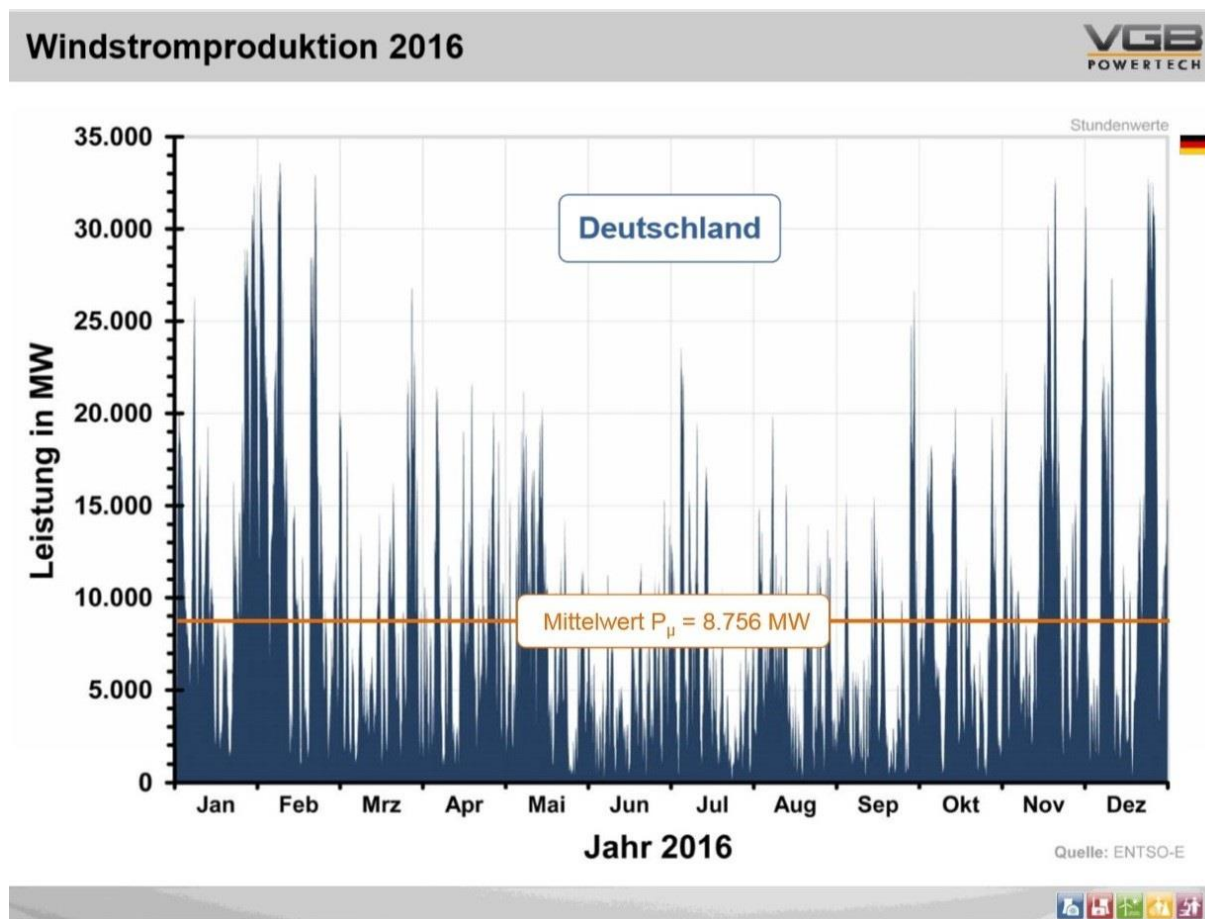
Strategie 1 : E méiglechst héijen a geographesch wäit verbreeten Ausbau vun de Wandanlagen

Intuitiv kéint een den Androck hunn, dat ëmmer iergendanzwousch de Wand bléist an dat een duerch e méiglechst héijen a geographesch wäit verbreeten Ausbau Ausgläichseffekter erreeche kann. Wann z.B. d'Onshoreanlagen inaktiv sinn, da kéint een op d'Offshoreanlagen zielen. Mat dëser Method wier et da méiglech, dat d'Fluktuatione vum Wandanlagekollektiv sech géigesäiteg kompenséieren.

D'Leeschtungsverdeelung vum Wandstrom, deen an d'Netz agespeist gëtt, gëtt säit enger Rei vu Joren opgezeechent an ausgewäert.

De Fachverband VGB beschreift dës Stromproduktioun an der Analys „Windenergie in Deutschland und Europa“ (Publikatioun vum éischten Deel 2017, zweeten Deel 2018).

An der Grafik hei drënner gesäit een beispillhaft déi produziéiert Leeschtung vum gesamten däitschen Onshore- an Offshorewandanlagekollektiv am Verlaf vum Joer 2016 :



Wéi een onschwéier erkenne kann, ass d'Resultat alles anescht ewéi „glat“. Am Géigendeel : d'Schwankungen sinn extrem abrupt, gläichermoosse bei Onshore- an Offshoreanlagen. D'statistesche Analyse säit 2010 weisen esouguer, dat bei der Heefegkeetsverdeelung vun den agespeiste Leeschtungen den Ecart-type zum Mëttelwäert zesumme mat der installéierter Leeschtung wiisst, d.h. konkret dat d'Schwankungen bei all zousätzlechem Ausbau net ofhuelen, mä ëmmer méi zouhuelen.

D'Heefegkeetsverdeelung vun der Leeschtung vum Wandanlagekollektiv, déi een op der Grafik beispillhaft fir d'Joer 2016 gesäit, gëtt säit Joren prezis erfaasst an ausgewäert :

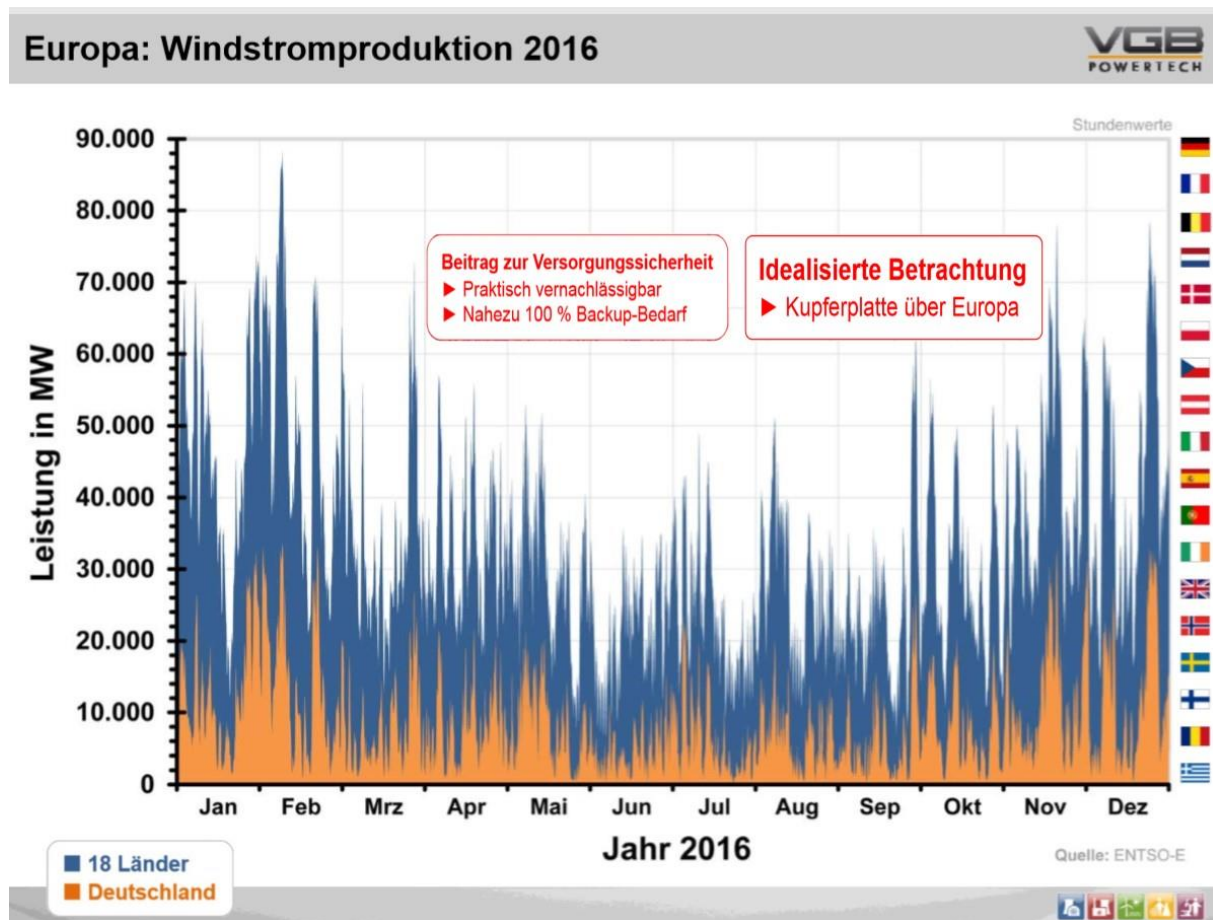
- Déi permanent verfügbar Leeschtung läit däitlech ënner engem Prozent vun der installierter Leeschtung, mat anere Wierder : et gëtt keng gesécher Leeschtung, esou dat konventionell Kraaftwierker zu quasi honnert Prozent mussen um Netz bleiwen ;
- Déi mëttel Leeschtung läit bei ronn 18% bis 20% vun der installierter Leeschtung, also ronn véiermol ënner der technesch méiglecher Auslaaschtung vu konventionelle Kraaftwierker ;
- D'Warscheinlechkeet, dat déi geliwwert Leeschtung ënner dëser Mëttelleeschtung läit bedréit ronn 60% ;
- Déi warscheinlechst geliwwert Leeschtung wärend ronn 800 Stonnen am Joer (ronn 9% vun der Zäit) läit bei nëmme 5% vun der installierter Nennleeschtung ;
- D'Hallschent vun der Zäit läit déi geliwwert Leeschtung ënner 10% bis 15% vun der installierter Leeschtung (laang an heefeg Wandflauten ouni nennenswäert Stroumversuergung) ;
- Déi installiert Nennleeschtung gëtt am Kollektiv net erreecht : d'Maximalleeschtung läit bei ongeféier dräi Véierels vun der installierter Nennleeschtung vun alle Wandanlagen, an ass relativ rar. Par rapport zu der Mëttelleeschtung ass se awer ronn véiermol esou héich ;
- D'Schwankunge sinn also abrupt a leien tëschent Null a ronn 4-mol dem Joresmëttelwäert ;
- **D'Leeschtungsschwankungen wuessen am Laf vun de Joren proportional zu der installierter Leeschtung : d'Volatilitéit steigt also mat all weiderem Ausbau vun der Wandenergie, am Contraire zu deem wat ëmmer nees behaupt gëtt ; dës dokumentéiert Tatsaach gëtt bei der aktueller Ausbaustrategie also einfach ignoréiert.**

Wann ee weess, dat de Stroum entspreechend dem Verbrauch op d'Sekonn an der exakter Quantitéit muss geliwwert ginn, kann ee sech bei dëser komplexer Warscheinlechkeetsverdeelung gutt virstellen, ewéi schwéier dësen onkontrolléierbare Stroum an d'Netz ze integréieren ass, a wéi onbrauchbar e par rapport zu konventionelle Stroumquellen ass.

Duerch Statistiken déi gemengerhand just de Joresmëttelwäert vun der Stroumproduktioun ugin, gëtt een also massiv getäuscht, well den Androck entsteet, dat de Wandstroum bedarfsgerecht zur Verfügung steet, an dat et géing duergoe fir e just mat engem Faktor X ze multiplizéieren fir eng honnertprozenteg Stroumwend ze erreechen.

D'Realitéit gesäit awer ganz anescht aus : wann de Wand- a Solarstroum bis en Undeel vu ronn engem Drëttel vum Stroumverbrauch erreecht, da wuessen déi produzéiert volatil Leeschtungsspëtzen regelméisseg iwwer de Verbrauchsniveau eraus. D'Residuallaascht tëschent Verbrauch a volatiler Produktioun, déi mat Hëllef vu konventionelle Kraaftwierker am Stop&Go Betrib permanent ausgeglach muss ginn, ass dee Moment awer negativ. Well konventionell Kraaftwierker jo bekanntlech net hannerzeg lafen, kënnen dës ze héich Leeschtungsspëtzen net méi ausgeglach ginn, esou dat d'Stroumnetz destabiliséiert gëtt. E wesentlechen Ausbau vu volatile Stroumquellen iwwer dëse limitéierte Niveau eraus ass aus physikalesche Grënn also a priori guer net méiglech.

De VGB huet d'Analys op ganz Europa ausgedeeent : können d'Schwankungen vun den däitsche Wandanlagen éieren am Verbond mat allen aneren europäesche Wandanlagen ausgeglach ginn ?
 Hei d'Resultat :



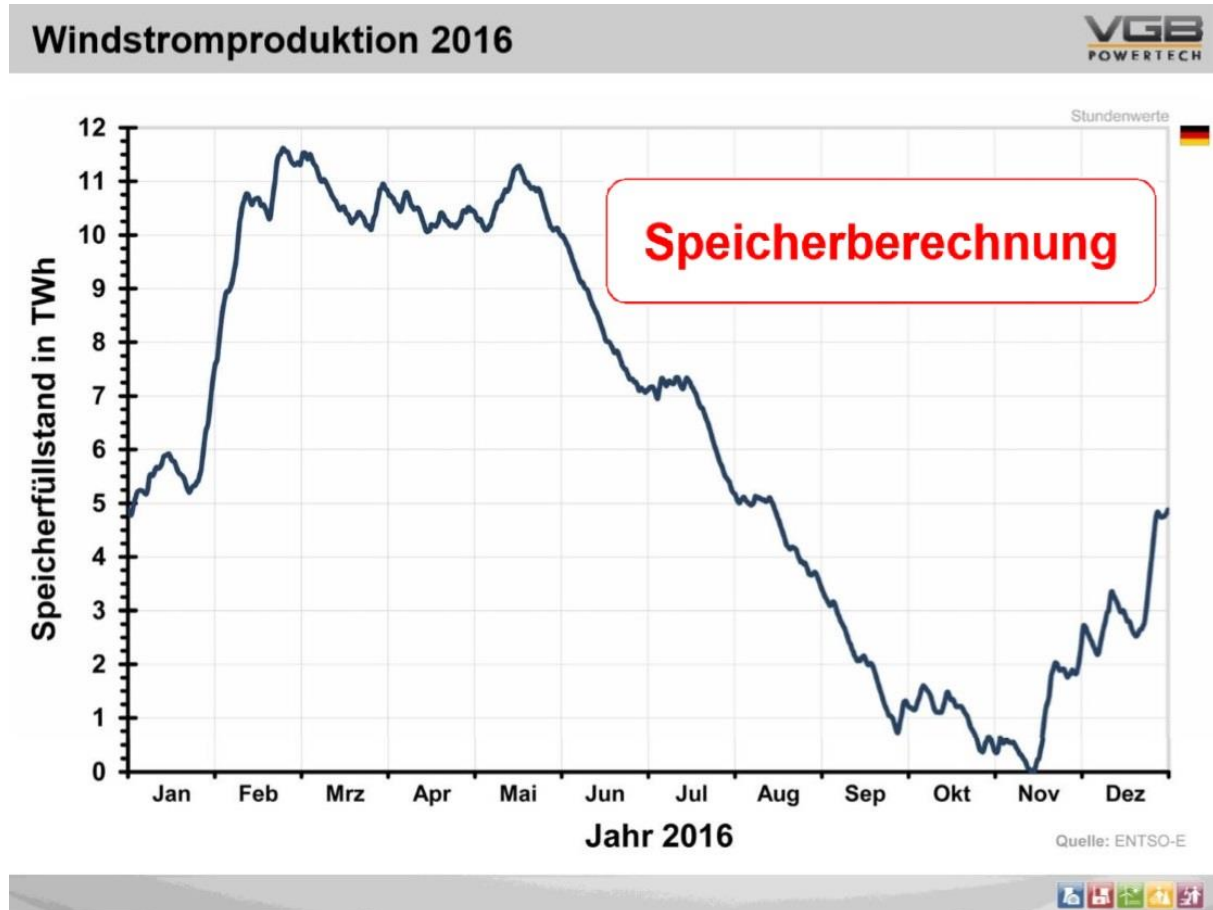
Wéi een onschwéier gesäit, sinn d'Schwankungen am europäesche Cumul quasi exakt déi selwecht. Dat huet ënner anerem domat ze dinn, dat d'Wandverhältnesser iwwer zwee- bis dräidausend Kilometer positiv korrelieren.

Strategie 2 : En Ausbau vum europäesche Stroumnetz fir d'Leeschtung geographesch ze verdeelen

Well d'Leeschtungsverdeelung vun den eenzele Länner an der Grafik hei driwwer einfach cumuliert ginn, ass et grad esou ewéi wann et e perfekt ausgebauten a verloschtfräit Stroumnetz géif, déi sougenannte „Kupferplatte“. Hei gëtt deem vill zitéierten noutwendegen Netzausbau – deem seng haiteg Defiziter eng korrekt Energiewend verhënnere géifen – also scho virgegraff. Et gesäit een also, dat esouguer e perfekt europäescht „Supergrid“ näischt un der Problematik vun der Volatilitéit ännert. Wéi kéint et och ? D'Stroumproduktioun muss zu all Moment am Gläichgewicht sinn zum Verbrauch. Wann de Stroum net bedarfsgerecht ass, ännert sech och näischt dorun, wann en iwwer grouss Distanzen transportéiert gëtt (déi europäesch Laaschtganglinien lafe relativ synchron). De Netzausbau gëtt just noutwendeg wéinst de beschriwwenen héije Leeschtungsspëtzen. D'Netz späichert awer kee Stroum.

Den europawäite Netzausbau ass also just eng Konsequenz vun der Volatilitéit, awer keng Léisung fir d'Volatilitéit an de Grëff ze kréien a fir de Stroum bedarfsgerecht ze liwweren.

Fir ze verdäitlechen wéi en héijen techneschen Impakt d'Volatilitéit vun der Wandstromproduktioun huet, a wéi een Ausgläich ee misst schafen, fir dëse Strom op engem gläichméssege Niveau ze halen, kann een deen dofir noutwendege Späicherbedarf op der Basis vun der enregistréierter Leeschtungsverdeelung ausrechnen. Beispill fir déi däitsch Wandstromproduktioun vum Joer 2016 :



Bei dem Verlaf vun dem Späicherfüllstand falen zwou Charakteristiken besonnesch op :

Fir d'éischt fällt op, dat et an der Berechnungsperiod nëmmen een eenzege Späicherzyklus gëtt.

Hei misst also e Späicherkollektiv geschafe ginn, dee just emol am Joer gefüllt gëtt, an just emol eidel lafe gelooss gëtt.

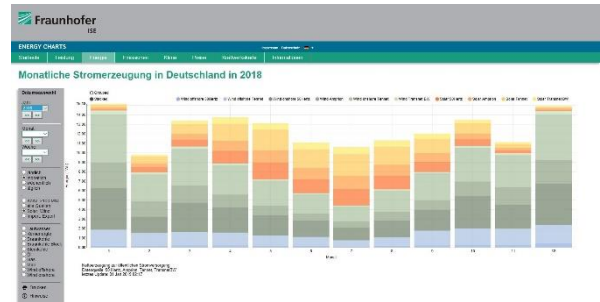
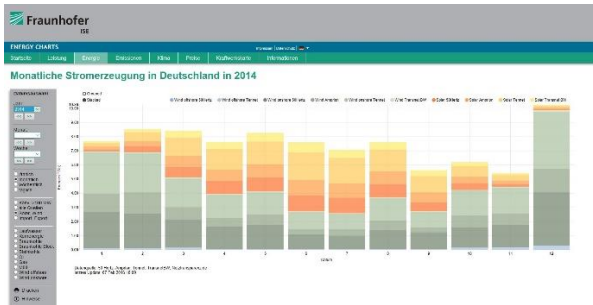
Wéi wier dat an Aklang ze bréngen mat der Exploitatioun vun z.B. Pompspäicherwierker oder Elektroautoen, déi jo alle béid Kuerzzäitspäicher sinn ? Wat hei gebraucht gëtt si saisonal Laangzäitspäicher.

Zweet Charakteristik : d'Amplitude vun der Kurv. Hei am Beispill géif eng Späicherkapazität vu knapp 12 Terawattstonne (12 Milliarden Kilowattstonne) gebraucht ginn fir eng Energieproduktioun, déi am Joer 2016 just en Undeel vun 3% am Endenergiebedarf hat. Bei enger däitscher Energiewend mat Sektorkopplung, wou d'Wandenergie revendiquéiert en Haaptpilier ze sinn, bräicht een also eng saisonal Späicherkapazität an engem dräistelligen Terawattstonneberäich.

Op d'Konsequenze vun esou enger héijer Amplitude, grad ewéi op verschidde méi oder manner konkret Späichermethoden ginn d'Strategien 5 a 6 an.

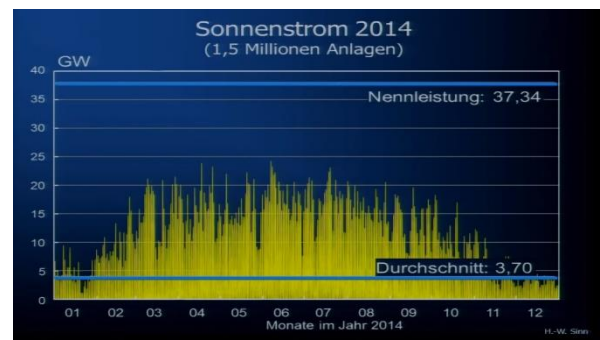
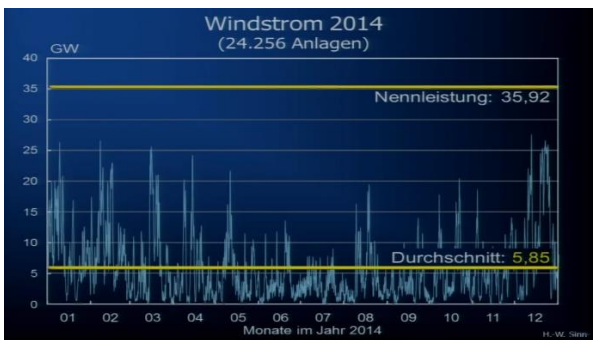
Strategie 3 : Flexibilitätsoptionen mit Synergien zwischen Wind- und Solarstrom

Wenn ein durchschnittlicher Stromproduzent auf die Nutzung von Wind- und Solarstrom überdenkt, muss er bedenken, dass Wind- und Solarstrom sich an ihrem antizyklischen Verlauf über den Jahresverlauf hinweg wesentlich ergänzen, um die Volatilität des Stromerzeugungsgepfüges (Grafiken hier dröner von Energy Charts beispielhaft für die Jahre 2014 bis 2018).

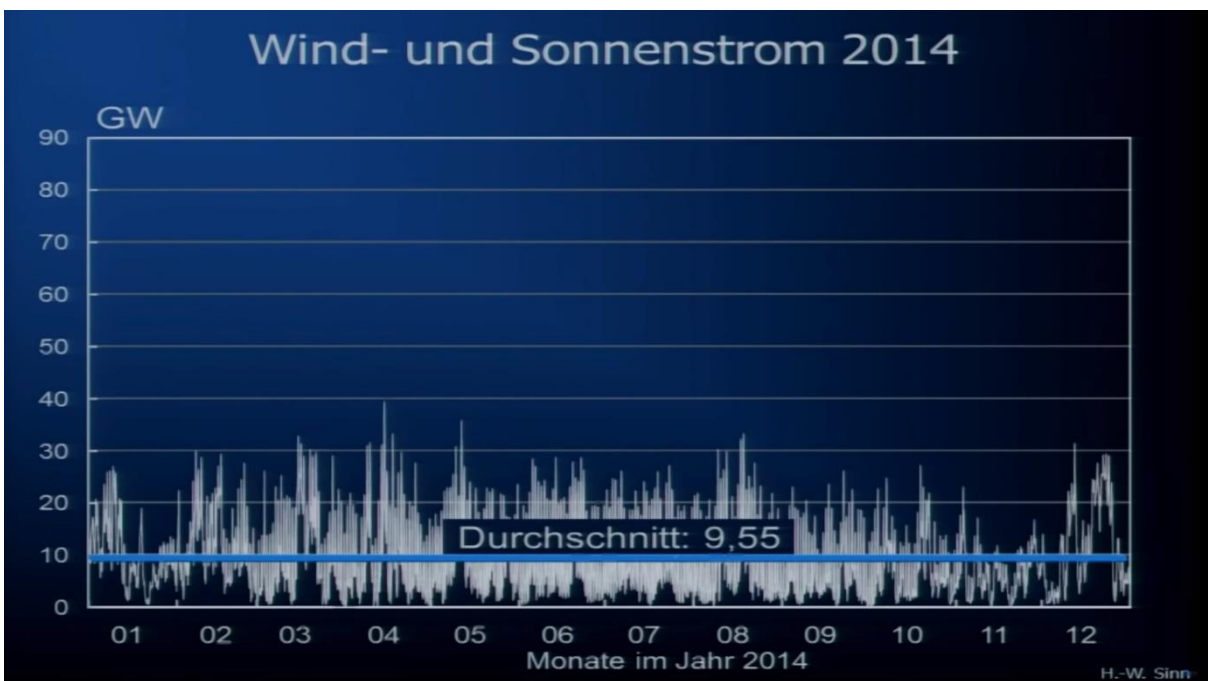


Diese Strategie lässt sich auf der Basis von der Leistungsverteilung von Wind- und Solarstrom beispielhaft für die Jahre 2014 analysieren (Hans-Werner Sinn CESifo : *Buffering volatility : A study on the limits of Germany's energy revolution*).

Die Grafiken hier dröner weisen die registrierten Leistungsverteilungen über den Jahresverlauf :



Die Überlagerung von diesen beiden Leistungsverteilungen ergibt folgendes Resultat :



Wéi ee feststelle kann, gëtt bei enger Opléisung op Stonnewäerter däitlech, dat et an der Realitéit zu kenger Verstetegung vun der volatiler Stromproduktioun kënt. Déi produzéiert Leeschtung bleift willkürlech an ass abrupte Schwankungen ausgesat : tëschent Null a Spëtzen déi ronn véiermol iwwer de Mëttelwäerter leien, déi een an de Grafike vun *Energy Charts* gesäit.

An de Grafike vun *Energy Charts*, wou d'Opléisung manner schaarf ass mat Wäerter déi op de Mount gemëttelt ginn, gëtt déi eigentlech Volatilitéit also komplett maskéiert.

Mat der Opléisung op Stonnewäerter gesäit een dann, dat de Strom net bedarfsgerecht ass, och net am Verbond vun alle Wandanlagen an alle Photovoltaikanlagen. Et kann also kee Gläichgewicht tëschent volatiler Produktioun a Verbrauch hiergestallt ginn, fir dat d'Netz kéint stabil bleiwen.

Fir den Impakt vun der Volatilitéit vum Wand- a Solarstrom nach besser ze verdäitlechen, kann ee nees fir dës gemeinsam Leeschtungsverdeelung de Späicherverlaf duerstellen deen een iwwer e ganz Joer bräicht fir d'Differenzen tëschent der volatiler Stromproduktioun an dem volatile Verbrauch auszegläichen (Grafik hei drënner).



Et gesäit een, dat een och am Verbond vu Wand- a Photovoltaikanlagen déi charakteristesche Kurv vun engem saisonalen Stromspäicher behält :

Effektiv gëtt et just 1 Späicherzyklus (mat engem Tëschenhéich- an Tëschenhéifpunkt), an eng ëmmer nach staark Amplitude déi duerch d'antizyklische Bewegung vu Wand- a Solarstrom – ënner der Voraussetzung vun enger perfekter Vermëschung – op engem Niveau vu knapp 12 Terawattstunden limitéiert gëtt.

D'Gréisstenuerdnung vun der noutwendeger saisonaler Späicherkapazitéit kann also net reduzéiert ginn.

Strategie 4 : Reduzierung von der Volatilität durch Laststeuerung ("Demand response") am Kontext von variablen Strompreisen und einem "Smartgrid"

An der vierten Grafik zum gemeinsamen Speichervolumen für Wind- und Solarstrom sowie den Abfluss von einem variablen Lastmanagement aufgezeichnet (siehe violette Kurven gegenüber der runden Kurve).

Effektiv ist "Smartgrid" ein "Demand Response" am Wesentlichen der Versuch den Verbrauch insbesondere durch eine variable Preisgestaltung der volatilen Stromproduktion anzupassen. Der Verbrauch soll zu einem bestimmten Zeitpunkt versetzt werden, für das volatile Konsumtion und volatile Produktion im Gleichgewicht bleiben. Wenn die produzierte volatile Strom nicht mehr bedarfsgerecht ist, muss es an einer hoch digitalisierten, industrialisierten und energieabhängigen Welt dann eben rationiert werden.

Ob es eine Energiestrategie also sozial und wirklich „smart“ ist, sie ist dahingestellt, mit „Stromrationierung“ klängt in allen Fällen marketingwirksam über „Smartgrid“ ein "Demand response".

Über Berücksichtigung von den ökonomischen Abflüssen geht am Kader von der Analyse vom Ifo Institut ein "Lissage" zum Verbrauch von einem Tag bis zu einer Woche in der Grafik unten dargestellt (siehe respektive violette Kurve).

Kann man z.B. einem Elektroautofahrer, einem Benutzer oder Betreiber von digitalen Kommunikationsmitteln, oder auch nach einem Industriebetrieb zeigen, sie sollen den Gebrauch von ihren Equipementen zu einer Woche verschieben?

Mit – über ein in der Grafik gezeigt – es geht über diese „extremen Lebensbedingungen“ läßt den Abfluss von dem Speicherfüllstand zu einem kleinen Prozentbereich.

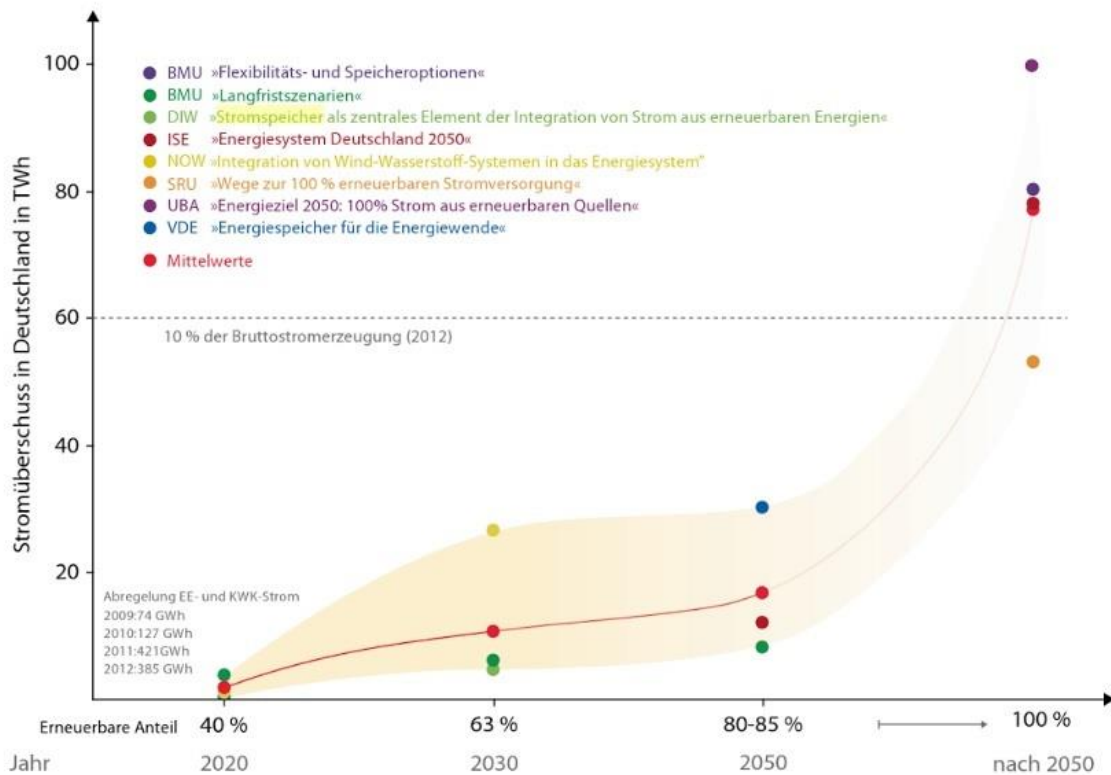
Das Resultat ist pragmatisch gesehen aber weiter nicht verwunderlich : die Volatilität von Windstrom ist ein saisonales Problem. Smartgrid ein "Demand response" begründet aber nur kurzzeitige Maßnahmen, die das Stromnetz im Bereich von Sekunden, Minuten, Stunden und nachfolgend über den Tag stabilisieren sollen. Es ist also eine Antwort auf eine ganz andere Frage.

Wie ein in der Kurve zum Speichervolumen gezeigt, muss die Antwort auf das Problem von der Volatilität ein saisonal sein, das heißt die Maßnahme muss eine wesentliche Zeitlang Perioden an der Größtenspannung von einem ganzen Jahr überspannen, an dem sie wie es über ein Jahr hinaus, wann es weisst, das die Volllaststunden von der Windenergie und von Jahr zu Jahr variieren.

Es kann man also festhalten, das es möglichst heißen Ausbau von volatilen Stromquellen für Netzstabilität und für Versorgungssicherheit kontraproduktiv sein, weil die Volatilität erwidern immer weiter zuehört, an das die Effekte von einem europäischen "Supergrid" oder von "Flexibilitätsoptionen" über "Demand response" auf die saisonale Problematik nicht marginal können sein.

Strategie 5 : Energiespäicher

Hei drënner gesäit een eng Synthees vu verschiddene Projektionen, déi fir déi noutwendeg Späicherkapazitéit am Kader vun enger däitscher Stroumwend analyséiert goufen.



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

Wéi ee gesäit, klëmmt de Späicherbedarf vun de Stroumiwwerschëss bei enger 80% Stroumwend bis op ronn 30 TWh a steigert sech bei enger honnertprozenteger Stroumwend bis op ronn 100 TWh.

Bei enger kompletter däitscher Energiewend léichen d'Stroumiwwerschëss déi ze späichere wieren iwwer 300 Terawattstunden (*Leitstudie* vum BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit).

Well et zu Lëtzebuerg an deem Sënn jo keng Projektione gëtt, kann ee ganz pragmatesch dës Zuelen an d'Verhältnes zu eisem Lëtzebuergener Energieverbrauch setzen, fir op d'mannst eng Iddi vun de Gréisstenerdnungen vun eisem Späicherbedarf ze kréien.

Ënner dëser vereinfachter Hypothees bräicht ee bei enger Lëtzebuergener Stroumwend eng Späicherkapazitéit an der Gréisstenerdnung vun 1 TWh. Bei enger kompletter honnertprozenteger Energiewend, mat dem politeschen Objektiv fir d'Klimaneutralitéit um Zäithorizont 2050 ze erreechen, léich een ewéi schonn ugangs gesot och elo mat dëser vereinfachter Hypothees an enger Gréisstenerdnung vun ongeféier 6 bis 7 Terawattstunden.

Interessant gëtt et, wann een déi noutwendeg Späicherkapazitéit fir e Referenzwäert vu 7 TWh versicht duerzestelle mat de méi oder manner gängige Späichermethoden. Eréischt an der Konfrontatioun mat Zuelen a Gréisstenerdnungen gëtt ee sech der Problematik bewusst.

Pompspäicherwierker :

Wéi vill Pompspäicherwierker bräicht ee fir op e gesamte Späicherfällstand an der Gréisstenuerdnung vu 7 Terawattstonnen ze kommen, a wéi e Potenzial bei Pompspäicherwierker gëtt et ?

Ewéi de Minister fir Energie a senger Äntwert ugëtt, huet d'Pompspäicherwierk vun der SEO zu Veianen mat 1296 MW wuel eng héich Produktiounsleeschtung. Dës Leeschtung ass awer just e puer Stonnen fir kuerzzäiteg Redispatchmoosnamen disponibel.



Am Kontext vun enger saisonal Späicherproblematik spillt awer och d'Späicherdauer eng Roll. D'Späicherwierk vu Veianen huet eng Späicherkapazitéit vu ronn 5 Gigawattstonnen. Eng noutwendeg Späicherkapazitéit vu ronn 7 TWh entsprécht also enger Zuel vu 1.400 Pompspäicherwierker ewéi Veianen. Den aktuelle Potenzial vun der saisonaler Späicherkapazitéit um Lëtzebuerger Territoire läit also emol net am Promillberäich.

A wann een déi volatil iwwerschësseg Energie an Däitschland späichert ? Déi iwwer 30 däitsch Pompspäicherwierker hunn zesummen eng Kapazitéit vu 37 Gigawattstonnen. Et bräicht een also iwwer 6.600 duerchschnëttlech däitsch Pompspäicherwierker fir den Equivalent vun 7 TWh ze späicheren. Den däitsche Potenzial fir Lëtzebuerg läit also emol net am Prozentberäich.

Déi vun der EU Kommissioun finanziert „eStorage“ Etüd iwwer de gesamten europäesche Potenzial plus Norwegen plus Schwäiz weist eng méiglech Kapazitéit vu Pompspäicherwierker, déi vun haut 0,3 Terawattstonnen op maximal 2,6 Terawattstonnen kéint realistesch ausgebaut ginn. D'Hallschent dovun a Norwegen, wou et haut iwwerens vill Waasserkraaftwierker gëtt, awer bal keng Pompspäicherwierker, fir déi een zwee zesummenhängend Becke brauch.

Dës gesamte Späicherkapazitéit an Europa läit also rechneresch ënner dem gesamte Späicherbedarf fir en eenzeg klengt Land ewéi Lëtzebuerg.

Esouguer wann et dës Kapazitéit géif ginn, wéi kéint e Pompspäicherwierk, deem säin Ëmsaz vun der Frequenz vun de Späichervirgäנג ofhängeg ass, mat nëmmen 1 bis 2 Späicherzyklen am Joer iwwerliewen? D'Aufgab vu Pompspäicher läit an der Netzstabiliséierung am kuerzzäitege Beräich, andeem se positiv a negativ Reegelleeschtung liwweren.

Pompspäicherwierker kommen also esouwuel vun der Späicherkapazitéit ewéi vun der Späicherdauer hier gesinn net als saisonal Späicher a Fro fir d'Volatilitéit vu Wand-a Solarstrom opzefänken.

Batterien :

Wéi grouss misst e Späicherkollektiv um Niveau vun de „Prosumer“ sinn fir esou e gesamte Späicherfällstand vu 7 Terawattstonnen, also 7 Milliarde Kilowattstonnen ze erreechen ?

Beispill „Hauspächter“ : Hauspächter hunn eng Späicherkapazitéit an der Gréisstenuerdnung vun 10 Kilowattstonnen. Op e puer Kilowattstonne méi oder manner bei deem engen oder anere spezifesche Produit kënnt et an dësem Vergläich net un.

Eng einfach Divisioun weist, dat déi noutwendeg gesamt Späicherkapazitéit enger Zuel vun iwwer enger hallwer Milliard Hauspächter géing entspriechen.

Beispill Elektroautoen : wann een eng mëttel notzbar Kapazitéit vun ongeféier 50 Kilowattstonnen unhëlt, da bräicht een ongeféier 140 Milliounen Elektroautoen zu Lëtzebuerg fir am Kollektiv op de noutwendeg gesamte Späicherfällstand ze kommen.

Wann de Lëtzebuerger Fuerpark mat e puer honnerttausend Gefierer op Elektromobilitéit ëmgestallt wier, géing dat also just e Potenzial am Promillberäich duerstellen.

Dee Niveau kéint ee natierlech just erreechen, wa jidderee bereet wier, säin Auto iwwer déi ganz Späicherdauer vun e puer Méint permanent um Smartgrid ze loossen, ouni den Auto ze beweegen.

D' „Prosumer“, déi no der Rifkinstrategie eng Schlüsselstellung fir d'Energiewend sollen anhuelen, stelle bei der dezentraler Produktioun just e klengen Brochdeel duer, a bei der Späicherkapazitéit kéime se vum Potenzial hir emol net an e Promillberäich. Batterië si natierlech och nëmme Kuerzzäitpächter.

Et stelle sech och Froen zu de Käschten an dem Ressourcëverbrauch.

Et wier optimistesches aus vergaangene "Lernkurven" op der Basis vun enger bëlleger kuelestoffbasierter Produktioun aus Asien op zukünfteg Präisentwécklungen ze schléissen. D'Gréisstenuerdnung vun der Investitioun léich bei enger Späicherkapazitéit vu 7 TWh an engem eestellige Billiounenberäich.

Wat de Materialverbrauch ugeet léich ee mat 7 TWh bei ronn 47 Milliounen Tonnen Lithium Batterien.

Trotz Recycling misst einfach ze vill Material gläichzäiteg mobiliséiert ginn.

Et gëtt och Iddien fir Batterien op engem méi industrielle Niveau ze notzen. Als Beispill sief hei de „brine4power“ genannt. Eng däitsch Firma, déi haut an ënnerirdesche Salzkavernen Gas späichert, koom op d'Iddi, fir no dem Prinzip vu Redox-Flow-Batterien d'Elektrolytflëssegkeeten a groussen ënnerirdesche Salzkavernen ze stockéieren, an esou grouss Späicherkapazitéiten ze schafen, déi vun der Leeschtung onofhängeg sinn.

D'Kapazitéit vun enger Anlag déi een uviséiert läit bei ronn 700 Megawattstonnen. Dofir bräicht een zwou Kavernen an engem Salzstäck vun jeeweils 100.000 Kubikmeter, insgesamt also 200.000 Kubikmeter fir d'Elektrolytflëssegkeet ze stockéieren. Virausgesat et huet een och eng Geologie mat Salzstäck. Präislech soll et net méi deier ewéi Pomspächter ginn.

Huele mer un mir hätten déi adequat geologesch Formatiounen (wat net de Fall ass), an dat dës Technik iergend eng Kéier technesch a wirtschaftlech machbar wier : wéi vill där Anlage bräicht ee fir e gesamte Späicherfällstand vu 7 Terawattstonnen, also 7 Milliounen Megawattstonnen ?

Eng einfach Divisioun weist nees, dat een ongeféier 10.000 där Anlagen fir Lëtzebuerg bräicht. Insgesamt e Volume vun 2 Milliarde Kubikmeter Elektrolytflëssegheet. E Präisniveau am Billiounen Beräich.

Bei der Energiespäicherung – esouguer bei industrielle Methoden déi technesch funktionéieren ewéi Pompspäicherwierker – muss ee sech bewusst sinn :

- D'Volatilitéit vu Wand- a Solaranlage kritt ee net mat Kuerzzäitspäicher an de Grëff ; saisonal Fluktuationen brauchen saisonal Späicher mat enger laanger Späicherdauer an der Gréisstenuerdnung vun engem Joer.
- Bei der Späicherung vu volatile Stromquellen gi gewaltig Kapazitéiten gebraucht déi technesch nëmme schwéier duerstellbar sinn. Och an engem Mix vu verschiddene Stromquellen a Späichermethoden bréngt déi potenziell méiglech Späicherkapazitéit nëmme e Brochdeel vun deem wat global noutwendeg wier.
- Déi héich noutwendeg Kapazitéiten bréngen héich Investitiounskäschten, an déi laang Späicherdauer héich Exploitatiounskäschten. Et geet net duer dat Léisungen technesch machbar sinn, se müssen och wirtschaftlech duerstellbar sinn, soss stéisst ee séier op maartwirtschaftlech an och op plangwirtschaftlech Grenzen.

Strategie 6 : „Power to X“ am Kader vun enger Sektorkopplung

Hei sollen e puer Methoden just ganz graff a qualitativ matenee verglach ginn.

Power to gas : de net bedarfsgerechte Strom aus volatile Quellen gëtt geholl fir iwwer Elektrolyse Waasserstoff hierzestellen. Fir de Gas méi einfach ze manipuléieren a ze stockéieren kann een en iwwer de Prozess vun der Methanatioun duerno a Methan ëmwandelen. Dëse Gas kann een direkt verwenden, iwwer länger Zäit an Tanklager oder an ënnerirdesche Kaverne stockéieren, a spéider dann och nees a Gaskraaftwierker zeréckverstroumen.

Zesumme mat der Zeréckverstroumung wier dat dann dee Moment „Power to Gas to Power“.

De Waasserstoff kann och weiderverschafft ginn zu flëssege Kraaftstoffer (Power to Liquid).

Power to heat : de Strom gëtt op direktem Wee a Wäermt ëmgewandelt. Dee Moment gëtt e net méi zeréckverstroumt. Eng praktesch Uwendung fir Haushälter wieren hei z.B. Wärmepumpen.

Fir dëse qualitative Verglach kann ee folgend Krittäre betruechten :

- D'Fäegkeet fir d'Energie saisonal ze späicheren ;
- D'Fäegkeet fir déi gespäichert Energie nees an der Form vu Stroum zeréckzeginn – Stroum gëtt als déi „nobelst“ Form vun Energie ugesinn, well se déi héchsten Exergie huet an esou en héchstméiglechen Undeel vu „notzbarer“ Energie opweist ;
- D'Fäegkeet fir déi gespäichert Energie wéinstens nach an der Form vun engem Brennstoff zeréckzeginn, deen awer méi eng niddereg Exergie ewéi d'elektresch Energie huet ;
- De Wirkungsgrad fir de Stroum, an de Wirkungsgrad vun der ganzer Prozessketten.

Power to Gas to Power :

D'Energie ka saisonal gespäichert ginn, an duerno nees als elektresch Energie recuperéiert ginn. Qualitativ wier deemno jo alles an der Rei, mä quantitativ gi bei der ganzer Prozessketten ronn 70% bis 80% vun der elektrescher Energie verluer. Dowéinst kann een hei bal net méi vu „Späicherung“ schwätzen, mä éischer vun enger „Entsuergung“. Dat huet näischt mat der Onfäegkeet vun Ingenieuren ze dinn, mä mat thermodynamesche Gesetzer, an déi kann een och net mat weiderer Fuerschung ausser Kraaft setzen.

No der Heefegkeetsverdeelung vun der produzéierter Leeschtung kéint ongeféier e gudden Drëttel vun der volatiller Stroumproduktioun direkt an d'Netz integréiert ginn. Wann de Rescht dës Prozessketten duerchleeft, léich de Gesamtwirkungsgrad an der Gréisstenuerdung vun ongeféier 50%. Dat heescht mat anere Wieder, dat d'Hallschent vun de volatile Produktiounsanlage fir näischt operéiert gouf (sënnlos Baukäschten, Subsiden, Ëmweltpakter) oder dat déi volatil Produktiounsanlage misste verduebelt ginn fir dës Verloschter nees ze kompenséieren (duebel Käschten, Subsiden, Ëmweltpakter).

Ënner gudde Bedingungen kann een Deel vun der Ofwäermt, déi bei de Prozesser entsteet, nach recuperéiert ginn. Fir de Stroumsecteur, deen ëmmer méi wichteg gëtt, ass dës Energie awer zu 100% verluer.

Anlage fir d'Elektrolyse vum volatile Stroum gëtt et haut a Form vu klengen Pilotanlagen am Megawatt Beräich. Fir eng grousttechnesch an industriell Notzung gëtt et nach vill „Fuersungsbedarf“. De schlechte Wirkungsgrad bleift awer trotz weiderer Fuerschung op engem déiwe Niveau.

D'Investitiouns- an Exploitatiounskäschte fir dëse System sinn haut nëmme schwéier ofschätzbar, mä et kann een dovun ausgoen, dat se „wirtschaftlech nëmme schwéier duerstellbar“ sinn (Elektrolyseuren, Filière vum CO₂ fir d'Methanatioun, Stockage vum Gas, Backup-Gaskraaftwierker, ...asw.).

Technesch a wirtschaftlech Problemer leien och an der Natur vun der Saach, well dës Installatiounen net kontinuéierlech schaffe kënnen, mä ofhängeg si vum Approvisionnement mat volatillem a net bedarfsgerechte Stroum.

Wéi vill Gas misst elo gespäichert ginn mat engem Energiegehalt an der Gréisstenuerdnung vu 7 TWh (vereinfacht Hypothees ouni Afloss vu Wierkungsgradverloschter bei der Aspäicherung a bei der Ausspäicherung) am Kader vun enger honnertprozenteger Energiewend?

Bei gasförmegem Waasserstoff entsprécht dat engem Volume vun iwwer 2,3 Milliarden Normkubikmeter. Wann een de Waasserstoff verflässegt, gëtt dat Ganzt e wéineg méi „kompakt“ : ronn 3 Milliounen Kubikmeter flässege Waasserstoff, deen op -253°C misst erofgekilt ginn. Bei deem Killprozess kann awer nach ronn d'Hallschent vun der Energie zousätzlech verluer goen.

Et kann een de Waasserstoff och weider ëmwandelen a Methan. Bei deem Prozess geet da „nëmme“ ronn e Véierel vun der Energie verluer.

En Energiegehalt vu 7 TWh entsprécht engem Volume Methan vu ronn 700 Milliounen Normkubikmeter. Wann een dëse Gas géing zum Beispill a klassesche Kugelgastanken mat engem Duerchmiesser vu 30 Meter bei engem Drock vun 10 Bar lagere, da bräicht een iwwer 5.000 där Gastanken.

Esou Quantitéiten kënnen just ënnerirdesch gespäichert ginn, virausgesat et verfüegt een iwwer déi dofir adaptéiert Geologie.

Waasserstoffstrategie mat Power to Gas a Power to Liquid :

De Power to Gas/Liquid ass analog zu der viregter Method, just dat de Brennstoff net méi zeréckverstroumt gëtt. Energie ka saisonal gespäichert ginn, an duerno als Brennstoff recuperéiert ginn.

Wéinst dem schlechte Wierkungsgrad vum „Power to Gas to Power“ gëtt beim einfache Power to Gas op d'Zeréckverstroumung verzicht. Dee Moment verléiert ee „just“ ronn d'Hallschent vun der initialer Energie.

Ouni Zeréckverstroumung läit de "Wierkungsgrad" fir de STROUM dofir awer bei Null Prozent !

Hei ginn also Wand- a Solaranlagen opgeriicht, déi am Endeffekt kee Strom méi produzéieren, mä kënschtleche Gas (oder flässege Kraaftstoff beim Power to Liquid) mat engem niddrege Wierkungsgrad.

Wéinst dem niddrege Wierkungsgrad beim Power to Gas respektiv Power to Liquid gëtt quantitativ relativ wéineg Brennstoff produzéiert. Dat heescht, dat hei manner kënschtleche Brennstoff produzéiert gëtt, ewéi duerch eng Flexibiliséierungsmoossnam ewéi „**Power to Heat**“ bei fossile Brennstoffer kéint agespuert ginn.

Mä och de Power to Heat huet wesentlech Nodeeler a kann de Power to Gas net ersetzen.

Beim Power to Heat gëtt den opwenneg produzéierte Stroum 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 kënnen saisonal a verloschtfräi iwwer e puer Méint stockéiert ginn.

Am Kader vun esou enger „Stroum-Wäermt-Sektorkopplung“ misst onbrauchbare Stroum an engem eestellegen Terawattstonneberäich entsuergt ginn. Fir e relativ verloschtfräie Stockage bräicht een dofir saisonal thermochemesch Wärmespäicher, déi wéinst enger noutwendeger Kapazitéit an der Gréisstenuerdung vun e puer Milliounen Kubikmeter Späichermedium (Investitiounskäschten an der Gréisstenuerdung vun engem héijem zweestellige Milliardebetrag), a wéinst laangen onrentabele Späicherperioden weder technesch nach wirtschaftlech duerstellbar wieren.

An der Äntwert vum Minister fir Energie gëtt ugefouert, dat am Kader vun enger Sektorkopplung de Waasserstoff als Energieträger an d'Kombinatioun vu Produktioun a Späicherung (sougenannt "Hybridprojeten") noutwendeg ginn, an dat Lëtzebuerg op der europäescher Bün hei wëll mat d'Jalone setzen.

Op der europäescher Bün gëtt beim Waasserstoff besonnesch op den Transportsecteur geziilt, deen haut quasi exklusiv op fossille Kraaftstoffer baséiert, an esou och besonnesch staark déi Lëtzebuenger Klimabilanz impaktéiert.

Fir bis 2050 den Transportsecteur ze dekarboniséieren, solle „gréng“ Kraaftstoffer mat regenerativer elektrescher Energie iwwer Waasserelektrolyse hiergestallt ginn. De Waasserstoff kann dobäi als gasfërmege Kraaftstoff direkt genotzt ginn, oder weiderverschaft ginn fir synthetesch Methan oder synthetesch Kraaftstoffer a flësseger Form hierzestellen.

D'Produktiounskäschte fir gréng Kraaftstoffer leien dobäi ronn fënnemol – haut esouguer bis zu zéngmol – iwwer deene vu fossille Kraaftstoffer. Et geet een dovun aus, dat d'Käschte fir regenerativ Energien esou wéi an de leschte Jore nach weider erofginn, an dat dës Kraaftstoffer zukünfteg méi gënschteg ginn.

Déi vague Äntwert vum Minister fir Energie zu der Waasserstoffstrategie wërft awer just eng ganz Rei nei Froen op :

A wéi engem Mooss ass et iwwerhaupt plausibel, dat sech dës Strategie op der Basis vu regenerative Stroumquellen duerchsetzt, an dat d'Produktiounskäschten sech verbessern, esou dat mer eng Chance hunn fir d'fossil Kraaftstoffer bis den uviséierten Horizont 2050 ze ersetzen ? Ënnerstëtze mer mat dëser Strategie net indirekt konventionell Kraaftwierker, déi am Lëtzebuenger Klimaschutzgesetz explizitt net erwënscht sinn ? Wéi stinn d'Chance fir am Kader vun enger „grénger Relance“ am Transportsecteur déi uviséiert Klimaziler ze erreechen ?

Äntwerten heirof fënnt ee nëmme mat Hëllef vu rationalen Zuelen a Gréisstenuerdungen : fir allgemeng 1 Millioun Tonnen fossille Kraaftstoff ze ersetzen, brauch ee vun der Gréisstenuerdung hier ronn 30 Terawattstonne (TWh) Stroum fir d'Produktioun vu synthetesch Kraaftstoffer (Fraunhofer ISI, September 2019), oder ronn 11 TWh fir d'Waasserstoffmobilitéit, oder ronn 7 TWh fir d'Elektromobilitéit mat deem fir d'Netzstabilitéit noutwendege *Power to Gas*.

Op der Basis vun de genannten Zuele bräicht een am Lëtzebuerger Mix vun der Gréisstenuerdung hier insgesamt iwwer 40 TWh zousätzleche Stroum. Eisen aktueller Stroumverbrauch géif mat engem Facteur 7 multiplizéiert ginn. 40 TWh entsprécht ongeféier 100-mol der aktueller Wand- a Solarenergie, a wier och wäit iwwer 20-mol méi ewéi am Klimaplang 2030 fir d'Wand- a Solarenergie projézéiert gëtt.

Reng technesch gesinn bräicht ee fir dës Quantitéit CO₂-aarme Stroum ze produzéieren entweder eng Atomzentral an der Gréisstenuerdung vu Cattenom, oder alternativ am Kader vum Green Deal ronn 8000 industriell Onshore-Wandanlagen respektiv ronn 60000 Hektar Fotovoltaikfräiflächenanlagen.

Oder alternativ eng landwirtschaftlech Fläch vun ongeféier 2 Milliounen Hektar fir „Bio“-Gas ze verstroumen ; am direkte Vergläich dozou wier de politesch geförderte *Biomass-to-Liquid*, mat Biokraaftstoffer vun der zweeter Generatioun, vum Flächeverbrauch hier gekuckt och net wesentlech méi interessant (Gréisstenuerdung tëschent 1 an 3 Milliounen Hektar). Dës Gréisstenuerdunge weisen, dat een och an engem regenerativen Mix mat héijem Opwand just e puer Prozent vum fossille Kraaftstoff ersetze kéint.

Fir mat dem produzierte Stroum de Waasserstoff am Séisswaasser vum Sauerstoff ze trennen, brauch een Elektrolyseuren mat héijen Investitiounskäschten. Déi noutwendeg Kapazitéit fir dës Elektrolyseuren ass dovun ofhängeg ob de Stroum ewéi bei konventionelle Kraaftwierker mat enger pilotabeller Leeschtung geliwwert ka ginn, oder ewéi bei der Wand- a Solarenergie héije Schwankungen ausgesat ass. Par rapport zu enger pilotabeller Stroumproduktioun brauch een do jee no Wand- a Solarmix 3 bis 4-mol méi Elektrolyseuren fir déi volatil Leeschtungsspëtzten ofzebauen, an déi deier zousätzlech Elektrolyseure misste während den heefegen Wandflauten awer nees op konventionelle Stroum zeréckgräifen fir op déi fir d'Rentabilitéit noutwendeg 4000 bis 5000 Betriebsstonnen am Joer ze kommen.

Weider Aspekter sinn de Ressourcëverbrauch bei Baumaterialien, Bauzäiten an de potenzielle Klimaschutz. D'Baugewiicht, dat fir déi diffus regenerativen Stroumquelle muss beweegt ginn, ass noweislech 1 bis 2 Gréisstenuerdunge méi héich ewéi bei konventionelle Kraaftwierker. Wäert bei esou engem industriellen Effort de Kraaftstoffverbrauch net nach just weider wuessen, an ass dat net ewéi haut nëmme op enger fossiler Energiebasis ze stemmen ? Wéi vill zousätzlechen CO₂ gëtt dee Moment bei der Ëmsetzung vun der Energietransitioun fräigesat ? Hei vermësst een eng kloer Analys op der Basis vu konkreten Zuelen am Lëtzebuerger Klimaplang, op dee sech d'Äntwert vum Minister fir Energie ëmmer nees bezitt.

Wa bei der Ëmsetzung vun der Energietransitioun op engem industrielle Niveau déi wesentlech méi deier synthetesch Kraaftstoffer an den Asaz kommen, steigen d'Käschten fir d'Fërderung, de Recycling an d'Veaarbechtung vun de Rohstoffer, an och fir d'Produktioun, den Transport an d'Opriichte vu regenerativen Anlagen. Ass dat net e finanziellen Däiwelskrees ? Wéi kann een dovun ausgoen dat d'Käschte fir Wand- a Solarenergie wéi déi lescht Joren einfach weider erofginn, zemol dës Präisentwécklung bis elo duerch eng staark asiatesch Produktioun beaflosst gouf, wou mat gerénge Loun- an Ëmweltkäschten an op der Basis vu bëllegem Kuelestrom produzéiert gouf ?

An der Äntwert op d'parlamentaresch Fro vermësst een och méi konkret Informatiounen iwwer déi zäitlech Ëmsetzung vun den ugefouerte Moosnamen. Wéi séier kéint een dës Strategie realistesch gesinn ëmsetzen, a wat bedeit dat fir d'Objektiver an der Klimapolitik ?

Fir de Lëtzebuerger Kraaftstoffverbrauch iwwer regenerative Strom ze decken, missten all Joer rekurrent e puer honnert nei Wandanlagen opgericht ginn. Bis elo waren et op eise eegenen Territoire duerchschnëttlech just e puer Unitéiten.

An der Äntwert op d'parlamentaresch Fro gëtt op den europäesche Kontext verwisen, an effektiv steet Lëtzebuerg net eleng do virun der gewalteger Erausforderung fir den Transportsecteur ze dekarboniséieren. Frankräich an Däitschland z.B. bräichten zesummen mat iwwer 100 Milliounen Tonne Kraaftstoffverbrauch iwwer 300.000 industriell Onshore-Wandanlagen (eng Offshore-Anlag kéint bei duebele Käschten och dat Duebelt liwweren) oder ongeféier 2 bis 3 Milliounen Hektar Fotovoltaikfräiflächenanlagen fir hiren Transportsecteur op dëser Basis ze dekarboniséieren.

Mat ronn 31.000 Wandanlagen hänkt awer haut schon den Ausbau an Däitschland wéinst massive Widderstänn an der Bevëlkerung, wéinst Konflikter mam Natur- an Aarteschutz, a wéinst Problemer mat der Netzstabilitéit. A parallel dozou gëtt dann eng gesécherter Leeschtung mat CO₂-fräien Atomstrom bis 2022 aus politesche Grënn ofgeschalt. Schon haut felt et awer u gesécherter Leeschtung am däitsche Netz.

D'Deutsche Energie-Agentur huet fir d'gesamt EU berechent, dat bei enger Ëmstellung vum europäesche Verkéierssecteur op grénge Kraaftstoff d'Nofro fir regenerative Strom bis zu dräimol méi héich ass ewéi déi aktuell EU-Stromproduktioun, déi zu iwwer 80% op konventionellem Strom baséiert. Dat entsprécht vun der Gréisstenuerdnung hier enger Zuel vu wäit iwwer enger Millioun industriellen Onshore-Wandanlagen. Doriwwer eraus misst een dësen Ausbau jo och nach ëm e Villfaches multiplizéieren fir déi aner Secteuren ze dekarboniséieren, ewéi z.B. Uwendungen vum Waasserstoff a verschiddenen Industriesecteuren (Stolindustrie, Düngemittelproduktioun,... etc.).

Sinn d'politesch Decideuren sech dës Gréisstenuerdnung bewosst ? Kann een do einfach ewéi an der Äntwert vum Minister fir Energie feststellen, dat d'Kapazitéitsbesoinen vun de noutwendege Moosnamen mat der Entwécklung vum gesamte System net kënnen ermëttelt ginn ?

Wat d'Ëmsetzungszäit ubelaangt läit Europa no 20 Joer Ausbau elo bei engem gesamte Verbrauchsundeel vu just ronn 3% Wandenergie an 1% Fotovoltaik. Wann technesch an ekonomesch iwwerhaapt realisierbar, bräicht ee bei realistesch Ausbauraten mat dëser Strategie also e puer honnert Joer fir Europa ze dekarboniséieren. Mir hu nom IPCC awer just 30 Joer Zäit fir d'2-Grad-Zil net ze iwwerschreiden an esou z.B. e relevant Usteige vum Mieresspiegel a weltwäit geopolitesch Konflikter ze verhënneren.

An der Wëssenschaft gëtt dowéinst och rational dofir plädéiert fir op versuergungssécher an CO₂-fräi Kraaftwierkstechnik mat enger héijer Energiedicht zeréckzegräifen, wat am Lëtzebuerger Klimaschutzgesetz awer ausdrécklech ofgeleent gëtt. A puncto Klimaschutz leien d'CO₂ Emissiounen bei der aktueller Kärenergie bei 5 Tonnen CO₂ pro GWh (Frankräich), d.h. d'Wandenergie huet nom IPCC mat 12 Tonnen CO₂ pro GWh ongeféier 2 bis 3-mol méi héich Emissiounen, an d'Fotovoltaik mat 48 Tonnen CO₂ esouguer 10-mol méi. Dëse Facteur wier nach wesentlech méi héich bei enger Späicherung vu volatillem Stroum z.B. mat Batterien. An dëse Berechnungen sinn all Prozesser bis zum Ofriichten an Entsuerge scho mat berücksichtegt. Och dat spillt mat bei der Vitesse fir d'Ziler an der Klimapolitik ze errechen. Misst een hei net op der Basis vu rationale Krittären d'Risiko vun enger entwécklungsfäeger konventioneller Technik ofweie mat den onauswäichleche Risiken déi aus den zukünftege Klimaverännerunge resultéieren ?

An der Äntwert op d'parlamentaresch Fro n°3206 gëtt ersiichtlech, dat Lëtzebuerg kee konkrete Plang fir d'Ëmsetzung vun der Energie- a Klimapolitik huet, och net an engem europäesche Kontext, fir 2050 d'Klimaneutralitéit ze errechen.

Wann et der aktueller Klima- an Energiepolitik net méiglech ass fir plausibel nozeweisen, op wéi eng konkret Manéier déi selwer fixéiert ambitiéis Ziler erreecht kënne ginn, da muss d'plangwirtschaftlech Strategie mat de politesch geförderten a quasi imposéierten technesch Instrumenter och kënnen hannerfrot a revidéiert ginn.

Wier et net méi opportun fir am Kontext vun der Ressourcöverknappung an vun engem effikasse Klimaschutz op de Wee vun enger technologieneutraler, maartwirtschaftlecher an ëmweltfrëndlecher Approche ze goen, wou d'Politik de generelle Kader mat engem globalen a secteuriwwergräifenden Emissionshandel setzt ouni plangwirtschaftlech anzegräifen ?

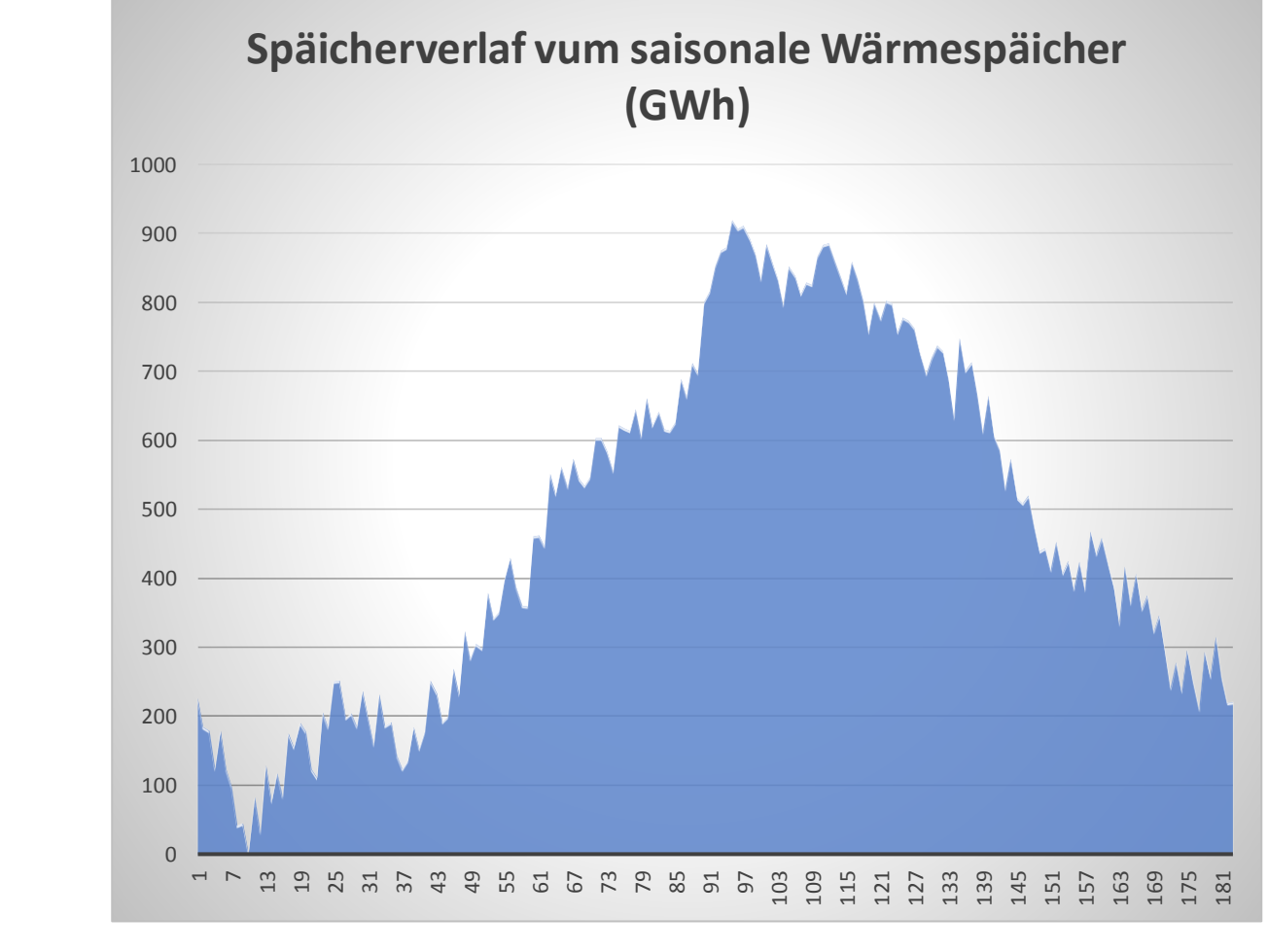
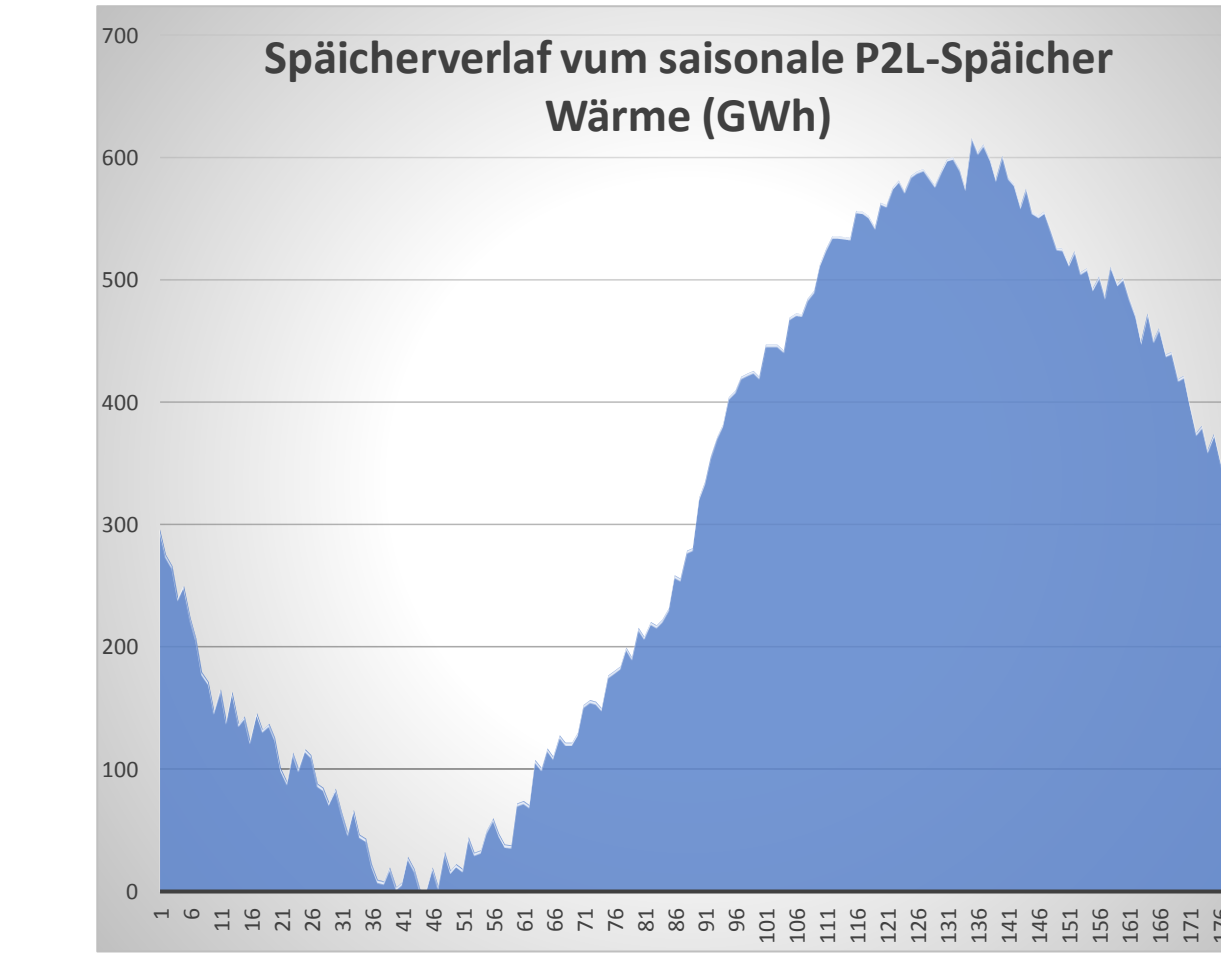
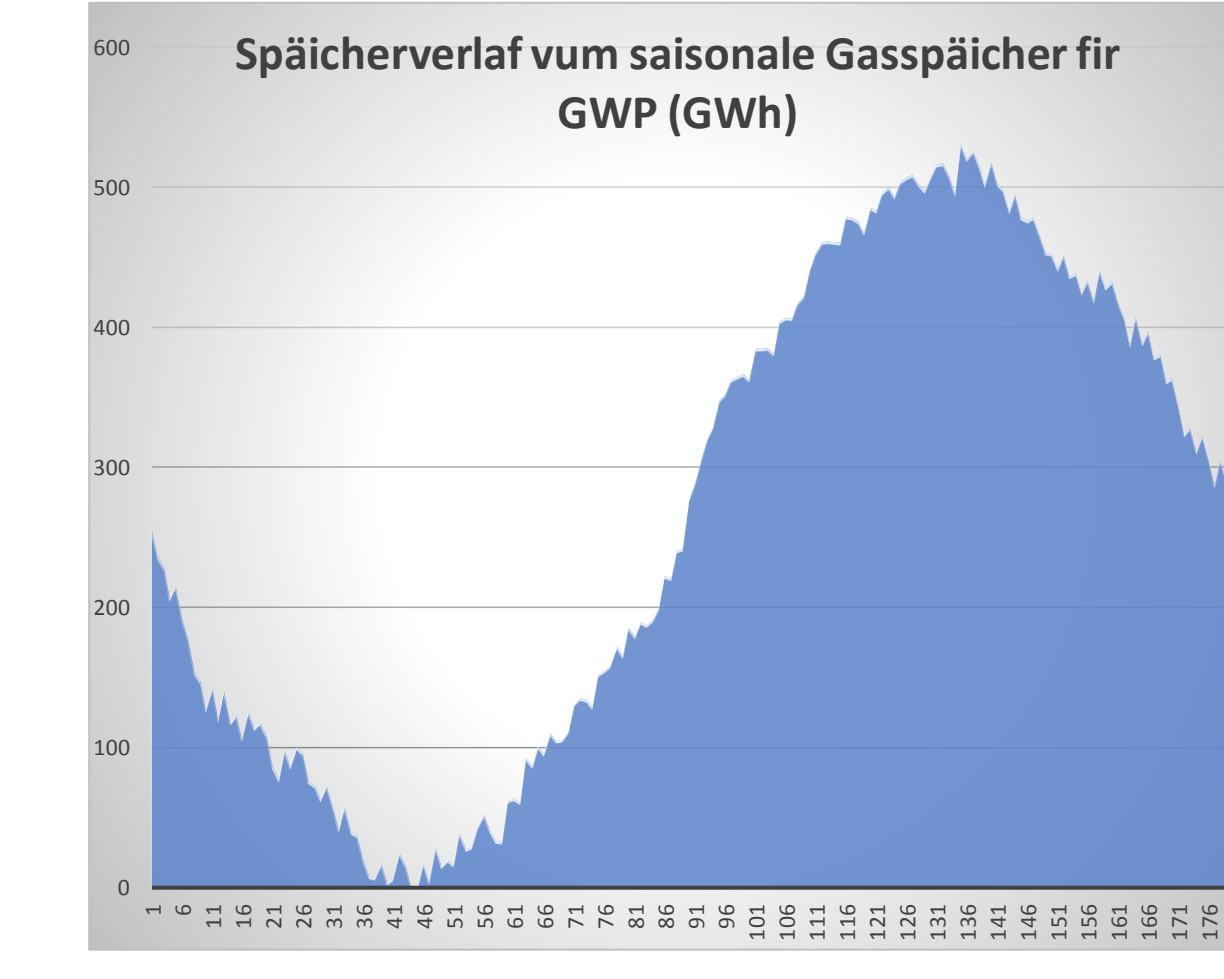
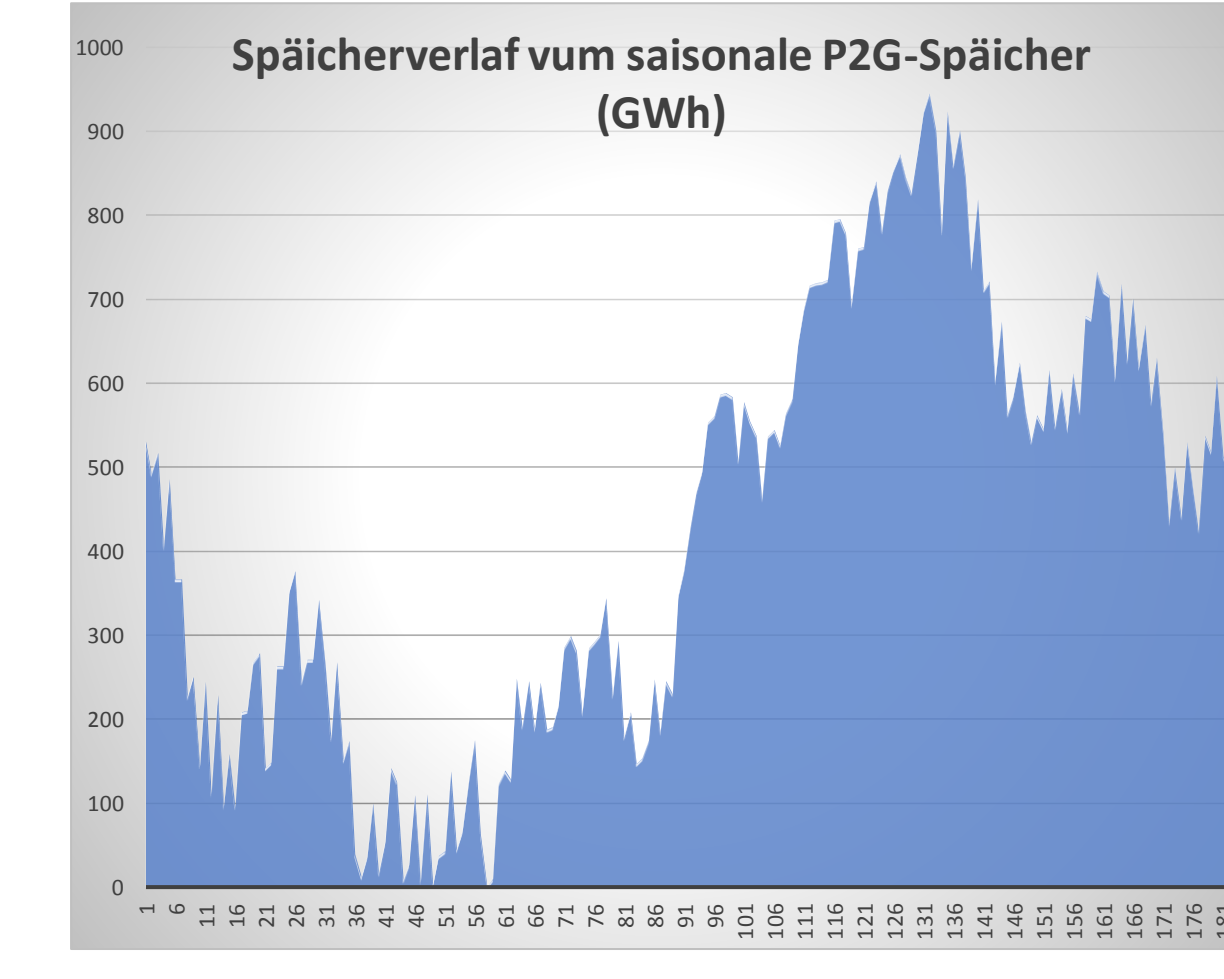
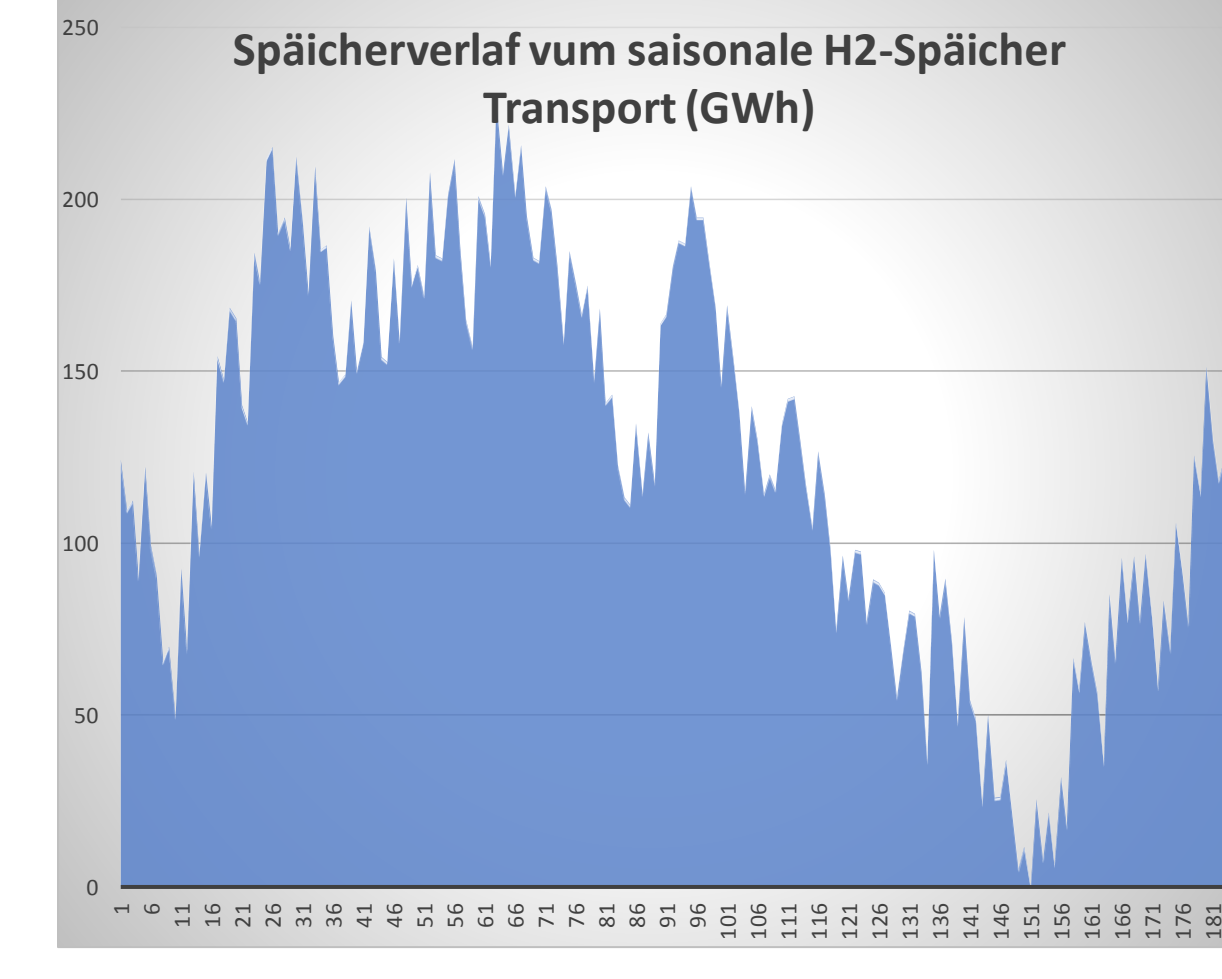
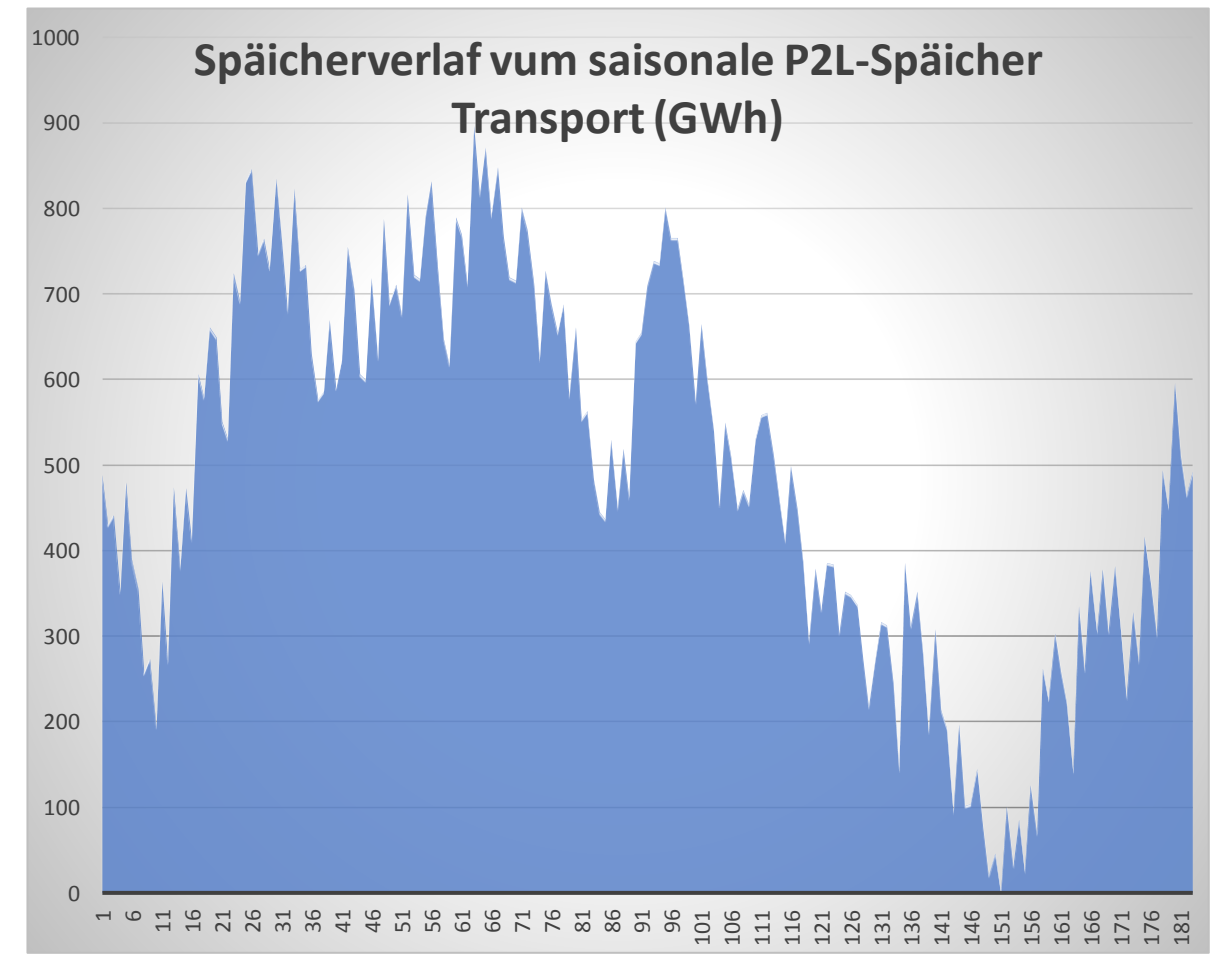
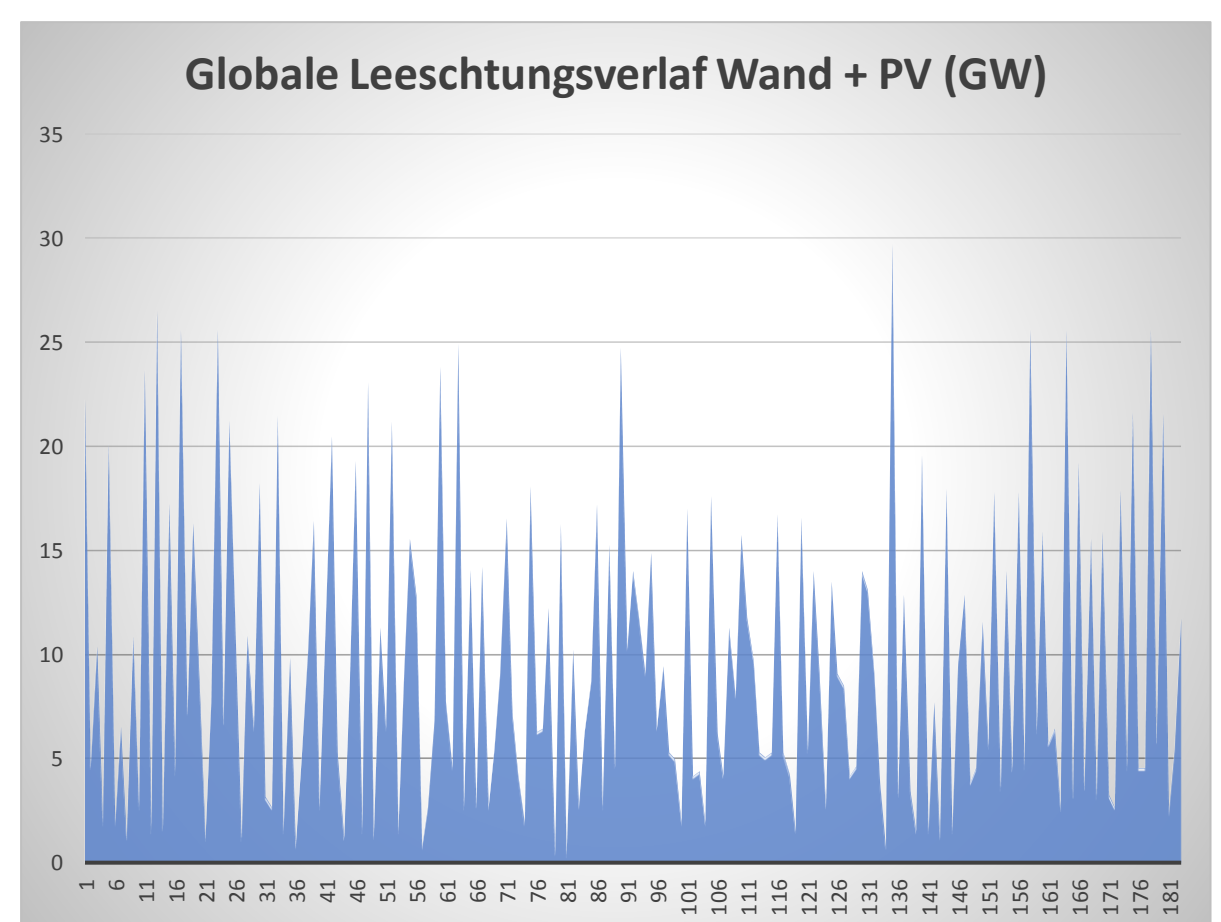
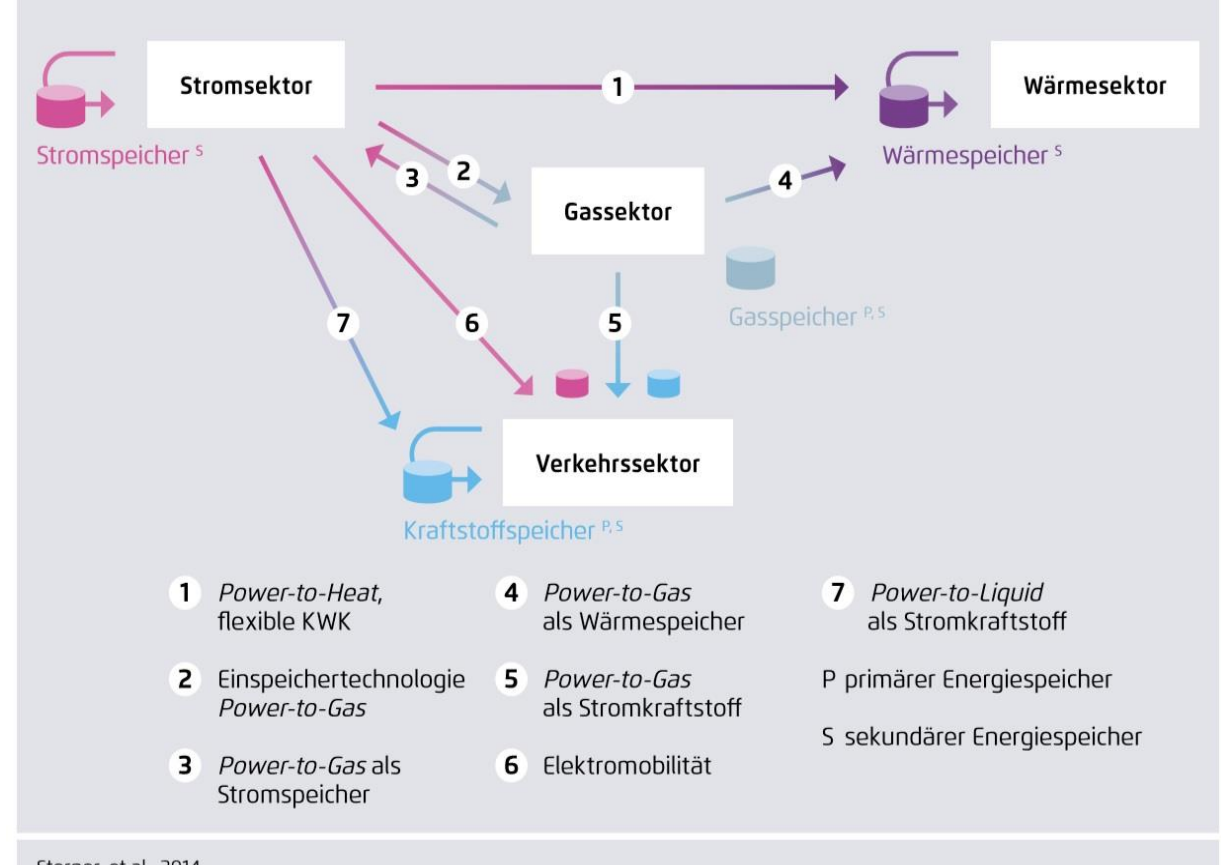
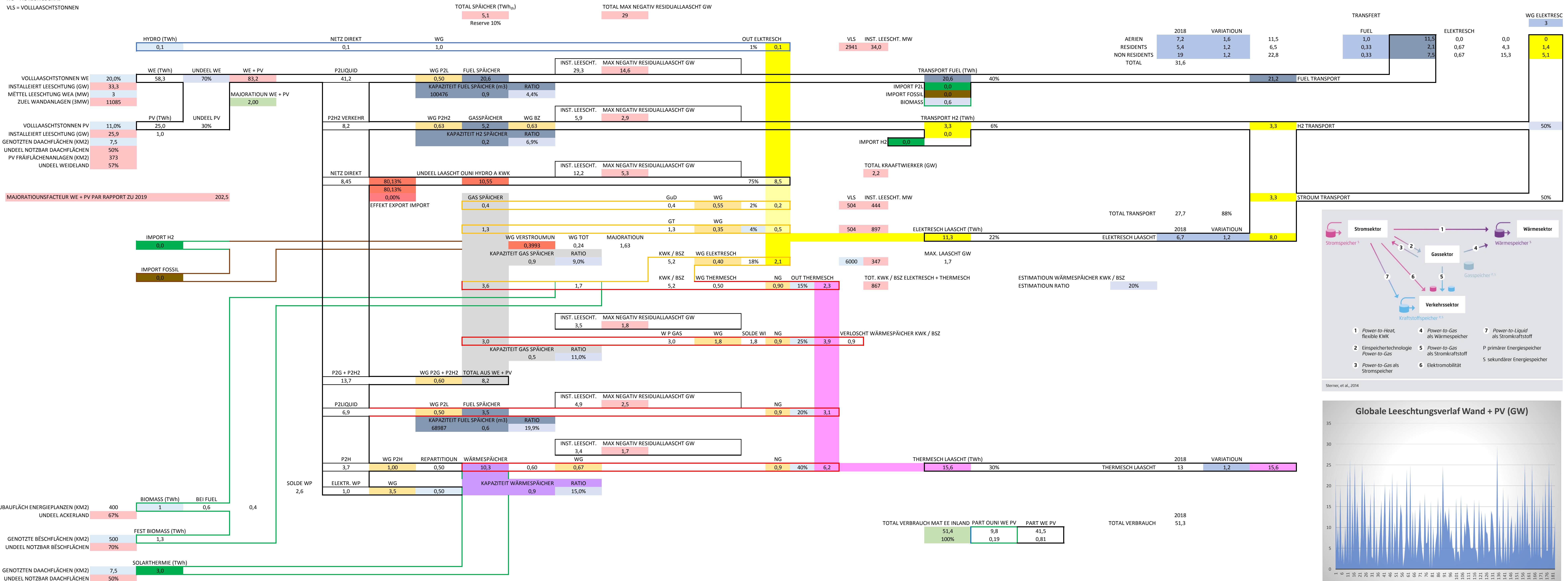
Hei ass nach Raum fir weider parlamentaresch Froen an eng breet öffentlech Debatt.

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

VERDEELUNG WANDENERGIE/FOTOVOLTAIK : 70/30

■ AARBECHTSHYPOTHEESEN ENERGIEVERBRAUCH
■ AARBECHTSHYPOTHEESEN ENERGIEPRODUKTION
■ AARBECHTSHYPOTHEESEN WIERKUNGSGRADEN
■ BERECHNUNG DIREKTAFSPESUNG WE + PV
■ INSTALLEERT LEESCHTINGEN

WG = WIERKUNGSGRAD
 NG = NOTZUNGSGRAD
 VLS = VOLLLAASCHTSTONNEN



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

VERDEELUNG WANDENERGIE/FOTOVOLTAIK : 50/50

■ AARBECHTSHYPOTHEESEN ENERGIEVERBRAUCH
■ AARBECHTSHYPOTHEESEN ENERGIEPRODUKTIOUN
■ AARBECHTSHYPOTHEESEN WIERKUNGSGRADEN
■ BERECHNUNG DIREKTAFSPESUNG WE + PV
■ INSTALLEERT LEESCHTINGEN

WG = WIERKUNGSGRAD
 NG = NOTZUNGSGRAD
 VLS = VOLLAASCHTSTONNEN

