

Két további számítás – szél- és napenergia akkumulátoros tárolással

Az előző cikkünk végén jeleztük (2022. 01. 30.), hogy újabb számítási eredményeket is bemutatunk **Francis Menton** cikke alapján.¹

A szerző két további cikkre hivatkozik, amelyeknek végkövetkeztetéseit foglalja össze. Ezek:

(1) Lars Schernikau and William Smith: How Many km² of Solar Panels in Spain and how much battery backup would it take to power Germany. SSRN, 23. April 2021.

(2) Wallace Manheimer: On the Ability of Wind and Solar Electric Generation to Power Modern Civilization. Journal of Energy Research and Reviews von, 7. Oktober 2021.

Mindkét cikk olyan megoldások megvalósíthatósági kérdéseivel foglalkozik, amikor az energiaellátást naperőmű + akkumulátoros tárolási, illetve szélőmű + akkumulátoros tárolási rendszerek kerülnének megvalósításra. Igen rövidesen arra a végeredményre lehet jutni, hogy ezek a projektek teljes mértékben kivitelezhetetlenek. Mégis az USA-ban és Európában ilyen tervek (stratégiák) vannak érvényben, részletes megvalósíthatósági- és költséganalízisek nélkül. Egyetlen komoly demonstrációs létesítmény sem valósult meg, amely bizonyítaná, hogy ez a távlati megoldás működőképes.

(1) Schernikau and Smith olyan fiktív esetet vizsgál, amidőn Németország energiaigényét Spanyolország területén telepített naperőművekkel látnák el. Abból a megfontolásból, hogy Európa területén Spanyolországban a legkedvezőbbek a napenergia hasznosítás feltételei.

A vizsgálat végkövetkeztése:

A csekély energiasűrűség, a magas nyersanyagigény, az alacsony energiaigényességi mutató (EROEI-faktor), a rövid élettartam és a magas tárolási kapacitás-igény miatt a naperőművi technológia ökológiai és gazdasági szempontból nem megfelelő ahhoz, hogy a hagyományos erőműveket nagy méretekben kiválthassa.

Eddig jutottam a 2022. jan. 25. keltezésű írás ismertetésével, amikor elkapott bennünket a Covid. Ma már szerencsére kilábalóban vagyunk (hála a három oltásnak!), ezért folytatom, hiszen a szerzők vizsgálata megdöbbentő számokat eredményezett.

A két szerző döntően annak a részletes vizsgálatára koncentrált, hogy az említett fiktív naperőművi/akkumulátoros tárolási projekt megvalósítása mekkora **anyagfelhasználást** igényelne. Csupán az eredményekre szorítkozva:

- **Németország** villamosenergia-igényének (amely az EU igényének a 15 %-a) a csupán naperőművekkel való ellátásához Spanyolország területének 7 %-át (~35 000 km²) kellene naperőművi táblákkal befedni.
- A napelemtáblákat 15 évenként cserélni kellene.

¹ Francis Menton: Zwei weitere Beiträge, welche die Unmöglichkeit belegen, alles ausschliesslich mit Sonne, Wind und Batterien zu Elektrifizieren. EIKE, Jan 25, 2022

- Az új panelek gyártásához évenként a világ ilyen minőségű szilícium gyártásának 10 %-ára, és az ezüst gyártásának 30 %-ára lenne szükség.
- Ez azt jelenti, hogy az **Európai Unió** ilyen módon való villamosenergia-ellátásához évenként gyakorlatilag a teljes szilícium termelésre, és az ezüsttermelés háromszorosára lenne szükség.

Mindezek mellett még számolni kell a szükséges **akkumulátoros energiatárolás** feltételeinek a létrehozásával. A szerzők a spanyolországi időjárás viszonyok alapján **14 napra elegendő** tárolási energiaszükséglettel számolnak. Ugyanis elég nagy gyakorisággal előfordul, hogy egymást követő 14 napon keresztül felhőkkel borított az égbolt. (Zárójelében: a szerzők utalnak arra, hogy két másik amerikai elemző, Ken Gregory és Roger Andrews az óras adatokra támaszkodó elemzésük alapján a biztonságos energiaellátás érdekében inkább 30 napos tárolási szükséglettel kell számolni).

Az energiatárolással kapcsolatos vizsgálati eredmények (továbbra is Németországnál maradva):

- A szükséges akkumulátor mennyiség legyártására 900 Tesla-gigagyár egy éves teljes kapacitású termelésére lenne szükség.
- Az akkumulátorokat 20 évenként cserélni kell.
- A világszinten 2020-ban gyártott akkumulátorok négy-ötszörösére lenne szükség.
- Az akkumulátorok gyártásához évente 0,4 – 0,8 milliárd tonna nyersanyag szállítására és feldolgozására volna szükség (7 – 13 milliárd tonnára az akkumulátorok egyszeri telepítéséhez).
- A világszintű, 2020 évi lítium, anódgrafit, kobalt és nikkelt termelés többszöröse sem lenne elegendő.

(2) Manheimer az említett cikkében elsősorban a **szél- és naperőművek leszerelésének** problémáival foglalkozik. Vizsgálatának fontosabb eredményei:

A **naperőművekkel** kapcsolatban:

- A napelemtáblák élettartama 25 év, utána cserélendők.
- Ehhez évenként 250 000 tonna újrafeldolgozásával kell számolni.
- 2050-ig összesen 78 millió tonna újrafeldolgozását kellene megoldani.
- Deponálásra nem kerülhet sor a veszélyes és mérgező tartalmak (ólom, kadmium) miatt.
- Az újrafeldolgozás költségei lényegesen magasabbak, mint az új napelemtáblák gyártási költségei.

A **szélőművekkel** kapcsolatban:

- Külön problémát jelent a forgólapátok, ill. a tornyok leszerelése.
- A forgólapátok üvegszál anyagból készülnek, élettartamuk 10 év.
- A nagyobb teljesítőképességű szélőművek „gigantikus” (50 – 100 m hosszú) forgólapátokkal rendelkeznek.

- Ezek szállítása is problematikus, az újrafeldolgozásukra egyelőre különböző technológiákkal kísérleteznek. A deponálásuk szóba sem jöhet, habár ilyen esetekről tudunk.
- A tornyok élettartama 25 évre tehető. A forgólapátok problémája „elhalványul” a tornyok leszerelési feladata mellett. Nem csak a vasszerkezetű (akár 100 – 200 m magas) tornyokra, hanem a masszív vasbeton alapokra is gondolni kell. Külön gond a tengeri szélerőművek esetében az esetleg több tíz méteres tengerszint alatti „erődítmények” problematikája. Számos nyitott kérdés van még ezek végleges eltávolításával kapcsolatban. Egy-egy szélerőmű leszerelési költsége átlagosan mintegy 500 000 dollárra becsülhető.

A szerző a cikk végén felteszi a költői kérdést, hogy Kaliforniában, New Yorkban, Németországban és az Egyesült Királyságban vajon hogyan is állnak a terveikkel a vázolt problémák megoldása területén? Vajon találnak-e kiutat e feladat és problémahalmazból?

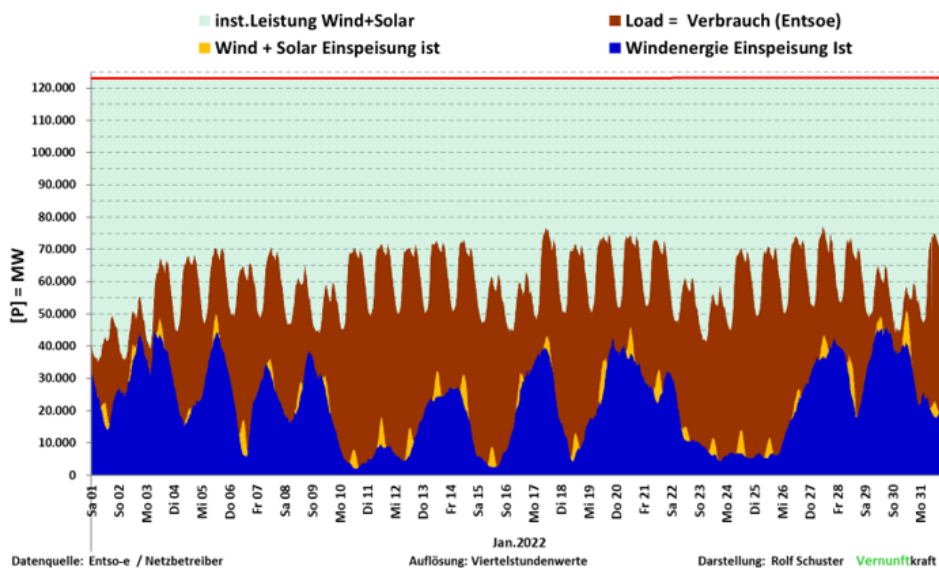
Egyet kell értenünk (amit már sok írásunkban hangoztattunk és alátámasztottunk) a szerzőknek a fentiekben megfogalmazott végkövetkeztetésével: a biztonságos energiaellátást csak megújuló energiaforrásokra támaszkodva nem lehet megoldani. Minden ilyen próbálkozás (utaltunk az élenjáró országokra) bukásra van ítélve, és iszonyú sokba kerül.

Angela Merkel kijelentése jut eszembe: Wier schaffen es! – Megoldjuk! - (???)

* * *

Miután megérkeztek **Rolf Schuster** legújabb ábrái a németországi áramtermeléssel kapcsolatban, bemutatunk néhányat, amelyek szorosan kapcsolódnak a fentiekben leírtakhoz. Az ábrák szemléletesen a 2022. januári adatokat mutatják be:

Diese Grafiken und Tabellen sind zu Unterrichtszwecken und privater Nutzung freigegeben Rolf Schuster



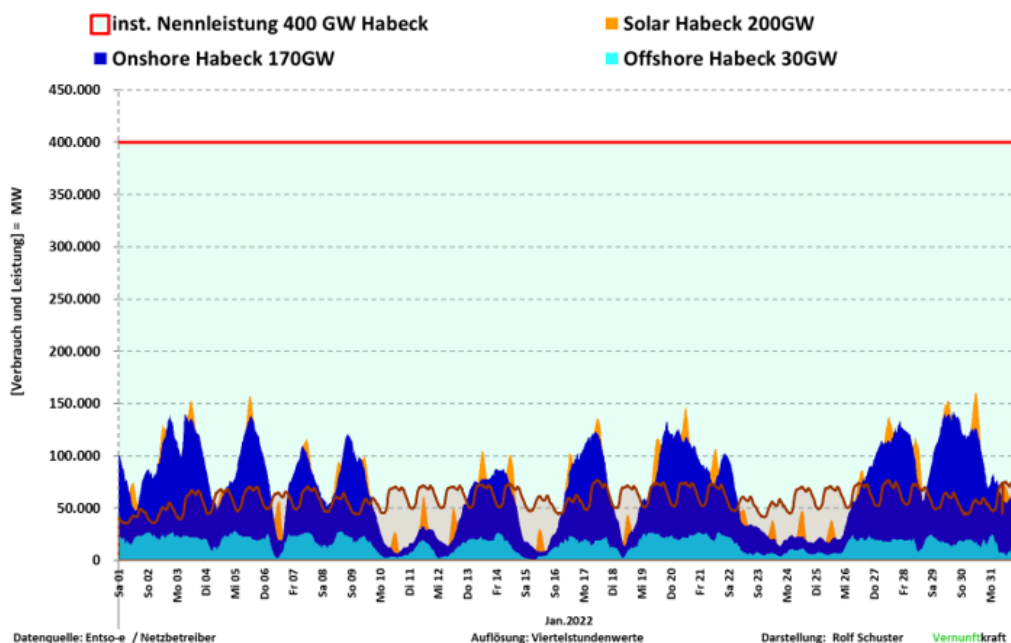
1. ábra. Németországban a terhelés, valamint a szél+naperőművi áramtermelés alakulása (2022. január).

A fontosabb számszerű adatokat a **2. ábra** táblázata tartalmazza. A beépített teljesítőképesség 123,14 GW, a havi átlagos teljesítmény 23,5 GW (19 %). Néhány teljesen szélcsendes nap is volt (januárban!).

Jan 2022	Load D	Wind	Solar	Wind + Solar	Proz. der Nennleist.
inst. Nennleistung		64.201MW	58.943MW	123.144MW	
Max	77.124MW	46.144MW	11.075MW	51.170MW	41,55%
Mittelwert	59.304MW	22.202MW	1.302MW	23.504MW	19,09%
Min	35.067MW	1.986MW	0MW	2.572MW	2,09%
Summe Monat	44.122GWh	16.518GWh	969GWh	17.487GWh	19,09%

2. ábra. Az 1. ábrához tartozó fontosabb számszerű adatok

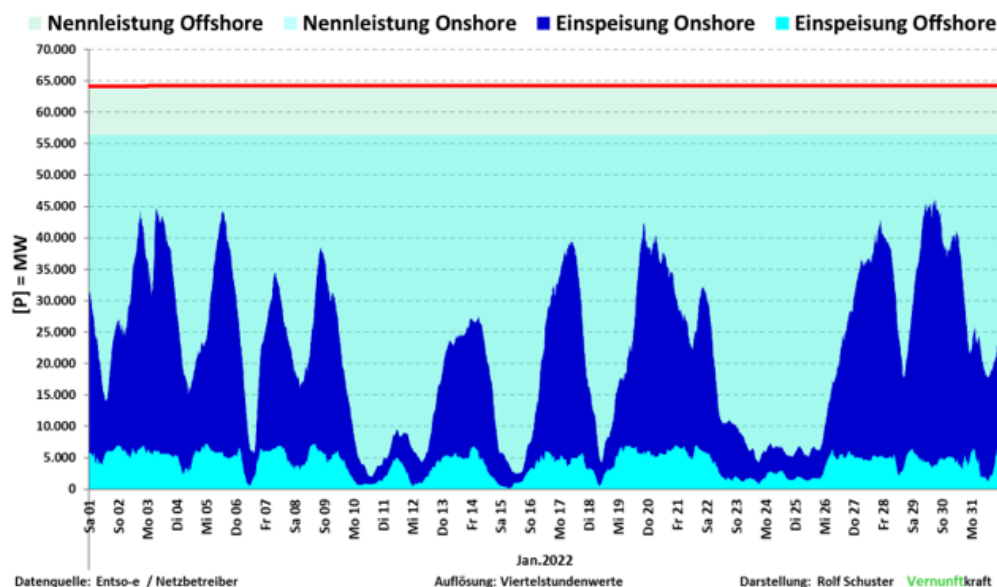
Az előző cikkünkben (2022 01. 30.) szóvá tettük **Robert Habeck**, az új német gazdasági miniszter megalapozatlan elképzeléseit, amelyet a **3. ábra** szemléltet. 2030-ig 400 GW szél+naperőművi kapacitást kíván üzembehelyezni. Ebből 200 GW naperőművi, 170 GW szárazföldi szélőművi és 30 GW tengeri szélőművi kapacitás létesítendő. Ha feltételezzük, hogy 2030. januárjában az időjárási viszonyok megegyeznek a mostanival, akkor az ábra szerinti áramtermelésre számíthatunk. Azon kívül, hogy ennek az elképzelésnek a megvalósítása teljesen irreális (9 év alatt!), a megújuló termelés nem képes fedezni mindenkor az igényeket (világos barna mezők).



3. ábra. Szél+naperőművi termelés a Habeck-féle elképzelés esetén

A terhelési görbe (barna) feletti többlettermelések nagyjából fedezni képesek e hiányokat, de ehhez meg kellene oldani e túltermelési energiák tárolását. Ezen a területen nagyüzemi megvalósításban gyakorlatilag még egy lépés sem történt. Újra felhívjuk a figyelmet arra, hogy az energiatárolással összefüggő energiaátalakítások gyenge hatásfoka miatt lényegesen nagyobb új megújuló kapacitásokra van szükség. Ha viszont nem oldódik meg az energiatárolás, mit kezdenek a túltermeléssel?

A **szélerőművek** termelési adatait az alábbi **4. ábra** szemlélteti:

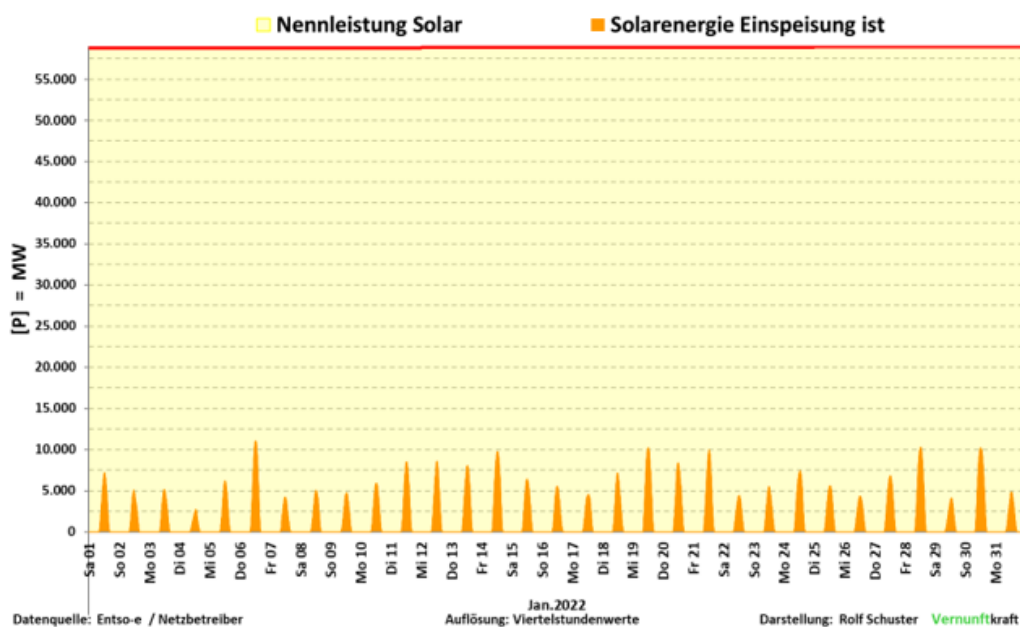


Jan 2022	Kennzahlen Wind	Kennzahlen Onshore	Kennzahlen Offshore	Proz. der Nennleist.	Proz. der Nennleist.	Proz. der Nennleist.
inst. Nennleistung	64.201MW	56.454MW	7.747MW	100,0%	100,0%	100,0%
max. Einspeiseleistung	46.144MW	42.504MW	7.263MW	71,9%	75,3%	93,8%
Mittelwert	22.202MW	17.988MW	4.213MW	34,6%	31,9%	54,4%
min. Einspeiseleistung	1.986MW	1.212MW	131MW	3,093%	2,146%	1,694%
Summe	16.518,2GWh	13.383,4GWh	3.134,8GWh			

Summe der erzeugten Energie		16.518GWh
Verteilung der Einspeisung nach Klassen		
0% bis 10% NL	110,75 h	14,9%
11% bis 30% NL	197,25 h	26,5%
31% bis 50% NL	244,00 h	32,8%
51% bis 70% NL	186,75 h	25,1%
größer 70%	5,25 h	0,71%
Summe Stunden	744,00 h	100,0%

4. ábra. A tengeri (világoskék) és a szárazföldi (sötétkék) szélerőművi termelés alakulása és számszerű adataik (2022. január)

A naperőművek termelési adatai az alábbi 5. ábrán láthatók:

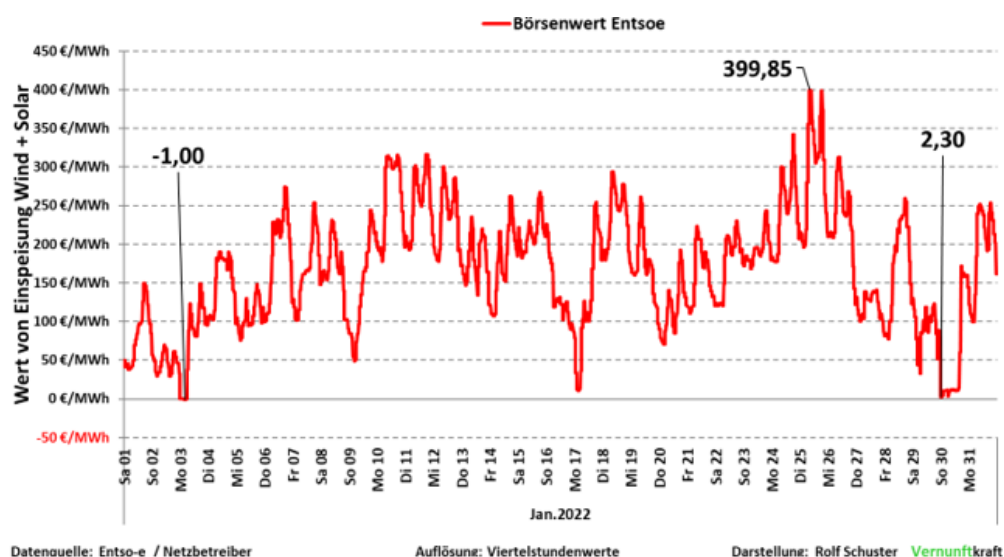


Jan 2022	Kennzahlen Solar	Proz. der Nennleist.	Summe der erzeugten Energie		969GWh
inst. Nennleistung	58.943MW	100,0%	Verteilung der Einspeisung nach Klassen		
max. Einspeiseleistung	11.075MW	18,8%	Einsp. = 0 MW	463,00 h	62,2%
Mittelwert	1.302MW	2,2%	1% bis 20% NL	281,00 h	37,8%
min. Einspeiseleistung	0MW	0,0%	21% bis 40% NL	0,00 h	0,0%
Summe	969GWh		größer 40%	0,00 h	0,0%
			Summe	744,00 h	100,0%

5. ábra. A naperőművek termelésének alakulása és számszerű adatai (2022. január)

Érdeemes talán megemlíteni, hogy a téli viszonyoknak megfelelően az 58,94 GW beépített kapacitás havi maximális teljesítménye csupán 11 GW (18,8 %) volt, a közepes teljesítmény pedig csupán 1,3 GW (2,2%). Másképpen: 19%-os teljesítmény felett a naperőművek egy órát sem üzemeltek.

Általában a kialakult energiaválsággal kapcsolatos elemzések nem merik kimondani, hogy a kialakult helyzet egyértelműen a klímavédelmi politika, és annak keretében a megújuló erőművi kapacitások túlterjeszkedése, és párhuzamosan a hagyományos erőművek leállításának a következménye. Az kialakult helyzetet jól jellemzi az áramárak tőzsdei vibrálása, amint a **6. ábrán** látható. Az ábra a januári szélsőséges árakat is feltünteti.



6. ábra. Az áramárak alakulása a Lipcsei tőzsdén

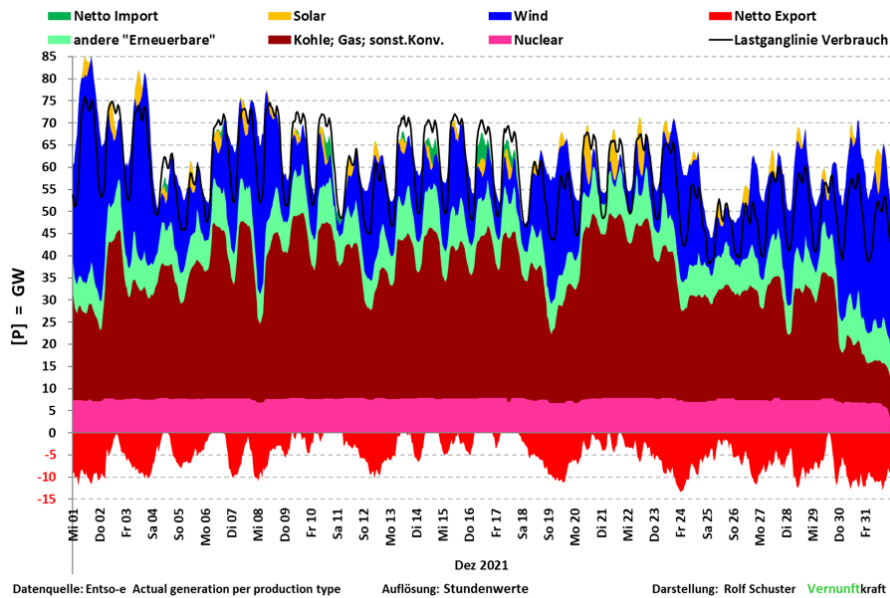
A következőkben összehasonlításként még bemutatunk két nagyon hasonló ábrát. Első ránézésre nem sok különbséget látunk. Az ábrák az áramtermelésnek az **energiahordozók szerinti megoszlását** szemléltetik. Tüzetesebb szemlélődés után rájövünk, hogy az atomerőművi termelésben van jelentős eltérés. A **7/a. ábra** a **2021. decemberi**, a **7/b. ábra** viszont a **2022. januári** áramtermelés alakulását ábrázolja. Múlt év végén ugyanis az atomkiszállási törvénynek megfelelően leállítottak újabb három atomerőművi blokkot. Ezzel az atomerőművi termelés gyakorlatilag feleződött (még három blokk maradt üzemben, amelyek ez év végén fognak leállni).

Mivel is jár ez a változás:

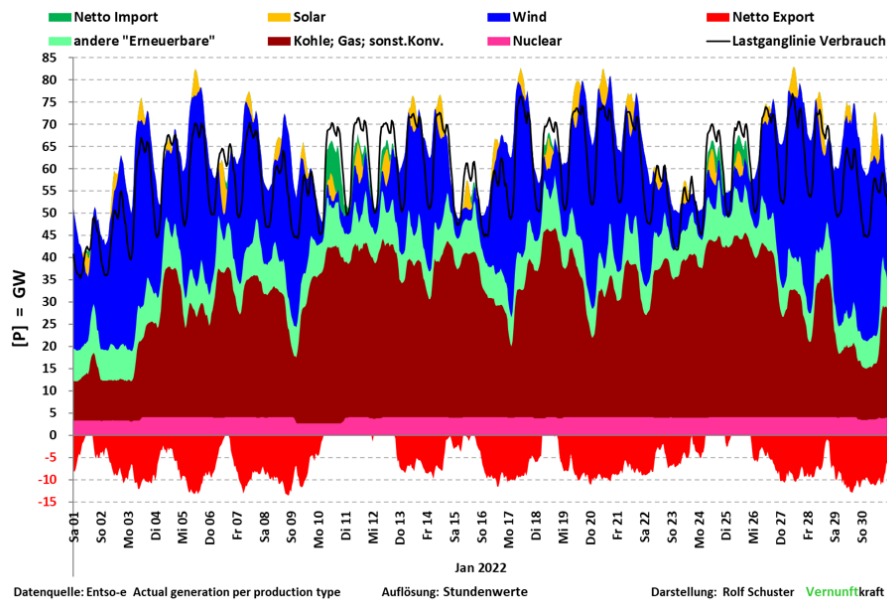
- Csökkent az ún. alaperőművi kapacitás.
- E feladatot a hagyományos erőműveknek kell átvenniük, döntően a barnaszén tüzelésű erőműveknek.
- Ezzel nő a szén-dioxid kibocsátás.
- Az atomerőművek termelési költségei a legalacsonyabbak. A három leállított blokk helyére szükségszerűen magasabb költséggel termelő blokkok lépnek. Ez most különösen érzékeny következmény, hiszen jelentősen emelkedtek az energiahordozók árai. Hatalmas öngól azért is, hiszen a leállított blokkok (a korábban tervezett) élettartamhosszabbítással még legalább 20 évig biztonságosan üzemelhettek volna.

Mint ahogy az eredetileg tervezett üzemidejük során a beruházási költségeik megtérültek, a termelési egységköltségeiken belül az állandó költségrész minimálisra csökkent. Az atomerőművek esetében a változó költségrész eleve alacsony, így a németek szó szerint az aranytojást tojó tyúkokat nyakzták le.

Érti ezt valaki? Az ideológia győzelme a mérnöki racionalizmus felett! Íme, az ábrák:

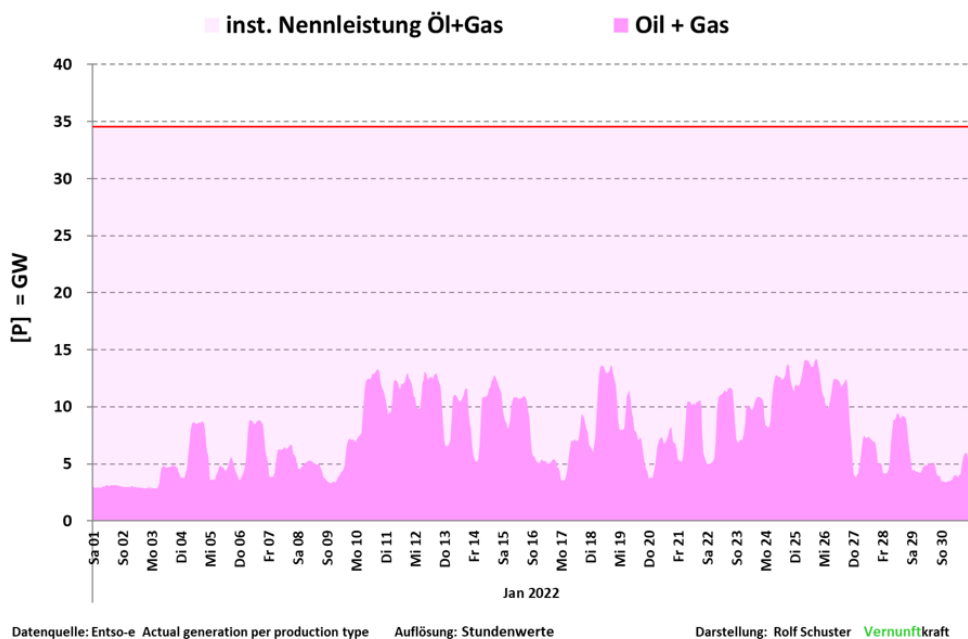


7/a. ábra. Az áramtermelés energiahordozók szerinti megoszlása (2021. december)



7/b. ábra. Az áramtermelés energiahordozók szerinti megoszlása (2022. január)

Végül a **8. ábrán** még bemutatjuk az olaj + gázerőművek termelését. Ezek összes kapacitása megközelíti a 35 GW értéket. Kihhasználásuk viszonylag alacsony a magas olaj és gázárak miatt.



9. ábra. Az olaj + gázerőművek teljesítményének alakulása (2022. január)

De a rendszerben még jelentős tartalékokat képeznek. A szén-erőművek további leállításával egyre fontosabb szerepet kapnak, amivel tovább nő a rendszer szinten a termelési költség. Minthogy az Európai Bizottság javaslatot tett a gázenergiának a fenntarthatókba való taxonómiai besorolására, szükségszerűen új korszerű gázerőműveket kénytelenek Németországban építeni. Az idő már nagyon sürgeti őket! A szükséges gázellátásra az előző cikkünkben kitértünk.

(Petz Ernő, 2022. 02. 09.)