

Sikerülhet-e?

Az ENSZ és az EU jelenleg érvényes energiaellátási célkitűzései: a dekarbonizáció, a nettó zéró CO₂-kibocsátás, a teljes e-mobilitás ill. a hidrogéngazdaság megvalósítása csupán fantázia tervek, fantázia határidőkkel. Már sokszor javasoltuk, hogy legalább nagyvonalú számításokkal ellenőrizzék, hogy e célkitűzések megvalósításának van-e realitása. Két német szakember a döntően csak villamos energiára támaszkodó társadalmat próbálja számszerűségekkkel bemutatni, ahol a villamos energia csak megújuló energiákból származik. Vajon sikerülhet-e?

Postázta: [Admin](#) | 2023. október 31. | [Energia](#) | [4](#) |

„Az energetikai átállás úgy halad, mintha nem lenne zsákutca, de a politikai vezetés és mindenekelőtt a nem kormányzati szervezetek (NGO-k) számára még mindig túl lassú. Ennek ellenére az EU Green Deal-je állítólag sikeres út egy új, jobb és mindenekelőtt CO₂-mentes jövő felé. A gazdaságnak is profitálnia kellene abból, ha "halad előre" (mármint az energiaátmenet). De nem szabadna, hogy a jólétünkbe kerüljön.

Elméletileg sok minden megvalósítható, de vajon megvalósítható-e gazdasági és ökológiai szempontból? A cikk felteszi a szükséges mennyiségi kérdéseket.”

Klaus Maier és Dr. Andreas Geisenheiner

Teljesen elektromos társadalom csak megújuló energiából – sikerülhet ez?

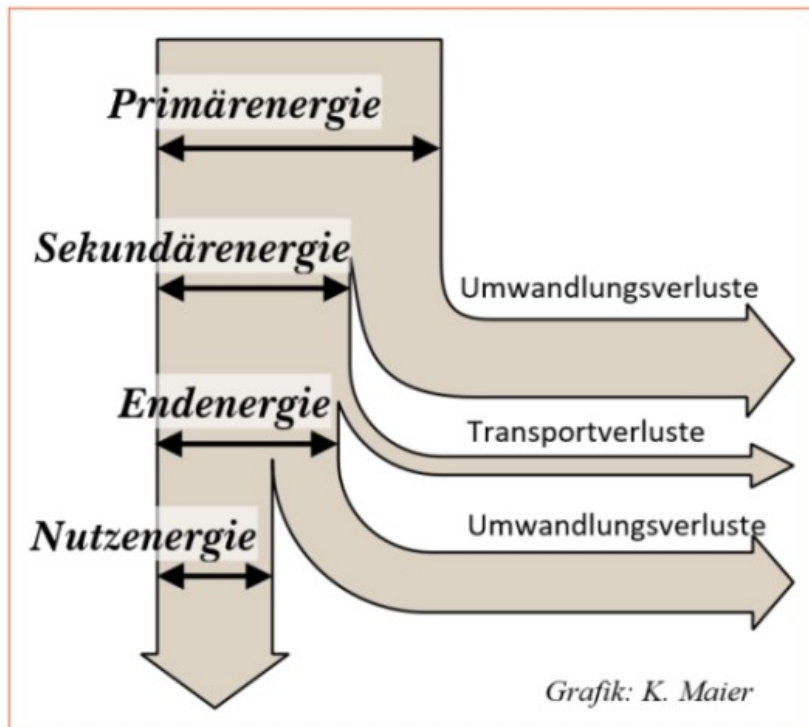
Honnan indultunk és hol tartunk?

Olcsó energiaellátásunk volt

Tekintsünk vissza arra az időre, amikor az energia könnyen és olcsón elérhető volt: az ezredfordulón mi Németországban még a tárolható elsődleges energiaforrásokból, nyersolajból, földgázból, szénből, vízenergiából és atomenergiából termeltük a biztonságos végső energiáinkat az ipar, a mobilitás és a lakossági ellátás számára.

Az **1. ábra** szerint az említett természeti **primerenergiákból** megfelelő átalakítások után nyerhető a már hasznosítható **szekunder energia**. Az átalakítás azonban veszteségekkel jár. A fogyasztóhoz eljutó **végső energia** a szállítással járó veszteségek levonásával adódik. Az energiafelhasználás is minden esetben csak újabb veszteségekkel hasznosul. Ezek levonásával jutunk végül is a ténylegesen **hasznosított energiáig**.

Az energiaátalakítás hatékonyságából adódó veszteségek mértéke a végső árakban szereplő költségkomponensekhez kapcsolódik. Minél kisebbek a veszteségek, azaz minél jobb a hatékonysági lánc, annál hatékonyabban hasznosul a primer energia, és annál olcsóbb a felhasználás előtti végső energia.



1. ábra. Az energiaútvonal és veszteségei

A hatékonyan működő piacgazdaság központi feltétele, hogy az energia a fogyasztók helyén, az igényelt mennyiségben és időben álljon rendelkezésre. Ehhez megfelelő termelési, tárolási és szállítási koncepciók szükségesek. Például a villamosenergia-hálózatok egyensúlyának biztosításához mindig annyi áramot kell termelni, amekkora a fogyasztói igény. Vagy az autóban lévő motornak annyi (végső) energiát kell kapnia az energiatároló üzemanyagtartályból (akár 800 km-ig), amennyire szüksége van, hogy azt az éppen kívánt hasznos energiává (vonóerővé) alakítsa át.

Az ukrainai válság feltárta, mennyire sérülékeny egy ország energiaellátása, ha nagy a függősége és a tárolókapacitás elégtelen. Tisztában kell lenni azzal, hogy a hideg téli időszakokban, amikor például Franciaországban sokan fűtenek közvetlenül az atomerőművekből származó árammal, és az EU-ban megfogyatkozik az áram, Németországnak esélye sincs, ha nem tudja ellátni magát árammal. Hiszen Franciaország nem engedi megfagyni a lakosságát, nehogy Németországban kialudjanak a lámpák.

Ha nem akarjuk feladni a korábban biztosított jólétünket, akkor a meghirdetett CO₂-mentes jövőhöz, a „tiszta”, teljesen elektromos társadalom megvalósításához három központi követelmény tartozik:

1. A villamos energiát a kereslet alapján kell rendelkezésre bocsátani, ami azt jelenti, hogy **biztonságos villamosenergia-ellátást** kell biztosítani.
2. Ami az áramellátást illeti, Németországnak **önellátónak** kell lennie az egyensúly tekintetében – eltekintve az európai villamosenergia-hálózat stabilitásának fenntartását szolgáló ideiglenes kompenzációs szállításoktól. Nem szabadna energiahányos gazdaságnak bekövetkeznie, ahogy azt a degrowth ideológia provokálná.
3. A **villamos energia és az energiaforrások energiaköltségei** nem veszélyeztethetik a német ipar és gazdaság versenyképességét. Az általános jólét érdekében nemcsak az

iparnak, hanem a polgároknak is könnyen ki kell tudniuk fizetni energiaszükségleteiket.

Az elfogadható energiaiparral szemben támasztott további követelmények közé tartozik a környezeti kompatibilitás - és az egyre gyakrabban tárgyalt erőforrás-fogyasztás. Alacsony energiasűrűségük miatt a megújuló természeti energiák (VE) lényegesen nagyobb terület- és anyagigényűek, mint a hagyományos erőművek. A teljes műszaki megoldás összetettsége, amely természetesen magában foglalja a szállítási és tárolási létesítményeket is, szintén együtt jár a rendszer kezelhetőségével és megbízhatóságával, valamint a költségekkel. A komplexitás szempontját és következményeit lásd [1] -ben.

A teljesen elektromos társadalom („All-Electric Society”) gondolata

Az "All-Electric Society" azt ígéri nekünk, hogy az úgynevezett megújuló energiákkal, alacsony költséggel ("a nap és a szél nem nyújt be számlát") minden alkalmazási szektor (villamos energia, hőenergia és mobilitás) közvetve vagy közvetlenül fedezhető.

A **villamos energia-ágazat** olyan általános alkalmazásoknak biztosít energiát, mint a világítás és a gépek üzemeltetése az iparban és a háztartásokban.

A hőnek két felhasználási területe van:

1. *Alacsony hőmérsékletű hő* 100 °C-ig (pl. helyiségfűtéshez, melegvízellátáshoz), amelyet a jövőben elsősorban hőszivattyúkkal kellene fedezni.
2. *100°C feletti ipari folyamathő* (2000 °C-ig), amely a jövőben az elektrolízissel előállított hidrogén elégetéséből származna. Eddig elsősorban földgázt és szenet/kokszt használtak e területen.

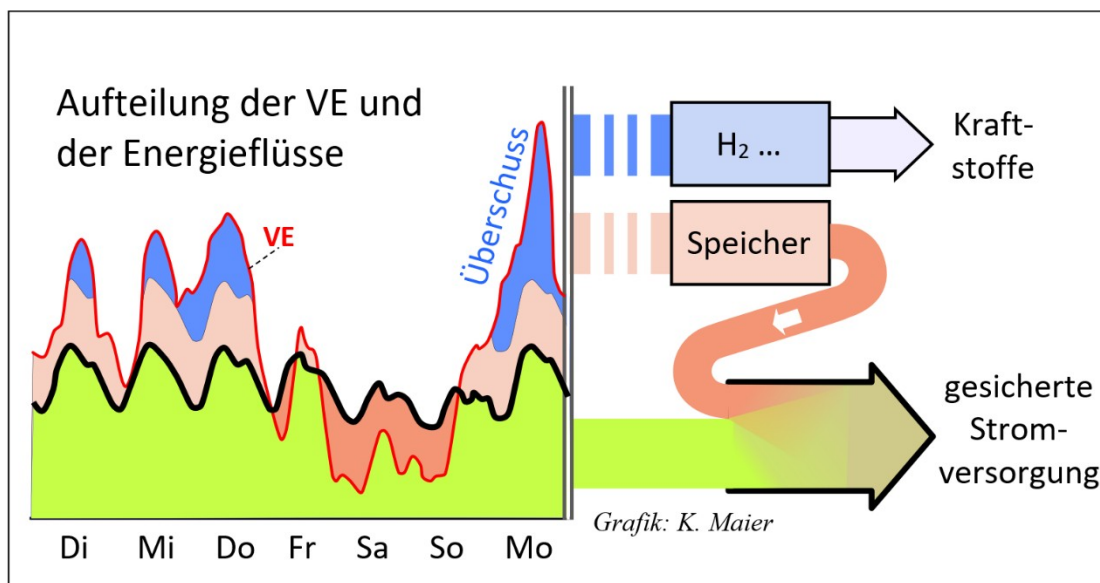
A mobilitási szektor a magán- és tömegközlekedés mellett a bányászat, az építőipar és a mezőgazdaság nagy ipari berendezéseit is magában foglalja. Míg az e-mobilitás részmegoldásai logikusak, az elektromos hajtások a többiek számára nem praktikusak. A kizárólag elektromosság hívei ezért már áttérnek a szintetikus előállított fűtőanyagokra, főleg, hogy állítólag majd más éghajlati övezetekből importálják azokat. Mindenesetre ezek az üzemanyagok sokszor drágábbak [2], mint a mai üzemanyagok, ami további versenyhátrányt jelentene Németország számára.

Biztonságos áramellátás és többletenergia

A jólétet fenntartó társadalom és gazdaság energiaellátása a következőkön alapul:

1. biztonságos villamosenergia-ellátás
2. energiahordozók formájában rendelkezésre álló elegendő energiaforrás.

A **2. ábra** bemutatja, hogy ennek alapvetően hogyan kellene működnie a jövőben.



2. ábra. Villamosenergia-termelés a dekarbonizálás után (fekete-fogyasztói igény, rózsaszín-rövidtávú tárolt energia, piros-tárolt energiából termelt villamos energia, kék-túltermelés hosszútávú tárolásra)

Ha a villamosenergia-ellátást elsősorban időjárásfüggő, azaz ingadozó termelők látják el (a biomassza, biogáz és vízenergia mellett 60 TWh/a-tól maximum 90 TWh/a-ig), a **biztonságos áramellátáshoz rendszerszinten** nem csak rövid távú energiatárolásra van szükség, szezonális hosszú távú tárolásra is, amely csak a Power-to-Gas-to-Power (P2G2P) technológiával lehetséges. Ennek a tárolási technológiának azonban nagy a vesztesége, mivel a teljes hatékonyság (eredő hatásfok) csak 25% körül van. A termelt megújuló energiák (VE-k) ezért első prioritással közvetlenül a hálózatba kerülnek (zöld a 2. ábrán). A fogyasztói igény feletti termelt energia a rövidtávú tárolókba kerül (rózsaszín), amely elégtelen megújuló termelés esetén (gyenge széljárás) a hiányzó energiát pótolja (piros).

Amennyiben erős széljárások és napsütés esetén túltermelés jelentkezik (kék színnel jelölve) e **többletenergia** hidrogéntermelésre fordítható hosszútávú tárolás vagy egyéb hasznosítás céljából. E lehetőség esetén nem kell a megújuló erőművek termelését korlátozni, vagy esetleg e túltermelési energiát a tőzsdén áron alul értékesíteni. De a várható többletenergiaának megfelelő vízbontóállomásokat kell létesíteni.

Az elektrolízissel előállított hidrogén (H₂), mint energiahordozó a szintetikus gázok (pl. CH₄, azaz metán), az üzemanyagok (benzin, gázolaj, kerozin) és az ipari alapanyagok, például az ammónia alapanyagát képezheti. Amennyiben a Power-to-Gas-to-Power (P2G2P) technológia kerül alkalmazásra és a meglévő gázerőművi kapacitás nem megfelelő ill. nem elegendő, akkor új gázerőműveket is kell építeni.

Az évi hidrogénszükségletet reálisan 36 millió tonnában határozató meg [2]. Ez lényegesen több, mint amit a szövetségi kormány közöl. Ennek ellenére aligha van olyan tudós, aki kételkedne abban, hogy a zöld hidrogén nagy részét importálni kell. Kormányunk külpolitikai tevékenysége ezt igazolja. A hidrogénnel kapcsolatos költségeket és műszaki problémákat itt részletesebben nem tárgyaljuk (lásd [2]).

A **3. ábra** segítségével (egyszerűsített ábrázolással) egy jövőbeli forgatókönyvként megbecsüljük a németországi **tisztán elektromos jövő** energiaszükségletét.

A 2019 évi tényadatokkal vetjük össze a 2050-re tervezett céladatokat:

Az első és második oszlopban az évi hasznosított energia 2019 évi tényadatai (TWh/a), ill. a 2050 évi céladatok szerepelnek. A vízszintes sorokban az egyes energiafélések sorakoznak a fenti tárgyalás szerint. Tehát a villamosenergia-termelés (2. sor), ebből hőigény és mobilitás ellátására (3), a további hőenergia ellátás (4) – alacsony (5) és magas hőmérsékletű (11) csoportosításban - és végül a mobilitás területéhez tartozó évi fogyasztások (16). A táblázat jobb oldalán még a 2050-es scenárióhoz tartozóan a szükséges villamosenergia-felhasználás, a tárolási veszteség és a megújuló termelési szükséglet szerepel.

Energieversorgung 2019		Szenario 2050				
Anwendungen	Nutz-energie [TWh/a]	Nutz-energie [TWh/a]	gesicherter Strombedarf [TWh/a]	Speicher-verluste [TWh/a]	VE-Strom-bedarf [TWh/a]	
1						
2	Stromerzeugung (z.T. für Wärme, Mobilität)	551	0		0	
3	davon in Wärme und Mobilität nicht enthalten	186	180	129	42	171
4	Wärme	1.194	1.180	381	126	1.017
5	Niedertemperatur	670	670	233	77	593
6	Fernwärme	93	150	86	28	114
7	Gas-, Ölheizungen	493	120	14	5	302
8	über Solarthermie	10	50	4	1	5
9	feste Biomasse (Holz, etc.)	56	50	7	2	10
10	über Wärmepumpe	18	300	122	40	163
11	Prozesswärme (Industrie, Gewerbe)	524	510	148	49	424
12	Strom direkt	35	60	86	28	114
13	Industrie (Zement, Chemie, Stahl)	85	100	14	4	132
14	sonstige Industrierwärme (z.B. Öl)	77	100	11	4	15
15	Gasfeuerungen	328	250	37	12	163
16	Mobilität, mechanische Energie	404	425	592	195	1.037
17	Strom mit Oberleitung für Bahn, Busse	11	30	43	14	57
18	Verbrennungsmotor (Diesel, Benzin)	186	60	15	5	269
19	Luftfahrt (Kerosin)	42	45	3	1	4
20	Elektromobilität	11	190	348	115	463
21	sonstige mechanische Energie (Kraftstoff, Strom)	154	100	183	60	244
22	Zusammen	1.784	1.785	1.101	363	2.225

3. ábra. Németországi energiaellátási adatok (2019 és scenárió 2050)

Amint a táblázatból látható: a négy alkalmazási területen a hasznos energia mennyisége (22) a jövőben megközelítőleg ugyanannyi, mint 2019-ben volt. de az összetétele egészen más (részletek, lásd [3]). Például ebben a forgatókönyvben a napkollektoros szoláris hőenergia a mai 10 TWh/a-ról 50 TWh/a-ra, a hőszivattyús technológia pedig 17,5-ről feltételezeten 300 TWh/a-ra emelkedik. Mindkettő sok hőt termel kis mennyiségű villamos energia felhasználásával. A cél az, hogy a hőtermelés összes típusának összege ugyanazt a hasznos energiát eredményezze. A hasznos energia megtakarítás elve biztosítaná a társadalmi jólétet és ezáltal a működő jóléti állapotot.

Leküzdhetetlen problémák

Ebben a forgatókönyvben azt feltételezzük, hogy a hidrogénszükségletnek csak egyharmadát termelik vagy tudják előállítani Németországban. A többit importálni kell, így nem kell számolni hazai energiafelesleggel.

A döntő kérdés most: mennyi megújuló energia (VE) biztosítható ehhez a forgatókönyvhöz átlagos fogyasztású években? A táblázat 2200 TWh/a körüli értéket mutat. Ehhez viszont a **szélenergia- és a PV-rendszerek termelését legalább tízszeresére kell bővíteni** a mai termeléshez képest.

A VE alacsony energiasűrűsége miatt nagyon magas fajlagos ráfordítást igényelnek a termelési, tárolási és elosztási rendszerek. A megújuló erőművek csúcsteljesítmény-igénye akár 800 GW-ra emelkedhet, a beépített teljesítőképességük (kapacitásuk) pedig a 9-szeresére. 2050-ben a hálózat fogyasztóinak a csúcsteljesítmény-igénye viszont csak körülbelül kétszer akkora lesz, mint a mai (85 GW). A teljes új rendszer fajlagos helyigénye is sokszorosa a hagyományos erőművek helyigényének. Az új és a régi anyagok erőforrás-felhasználása is sokszorosára nő, újrahasznosításuk továbbra is nagyrészt tisztázatlan.

Hogy ez mekkora helyfelhasználást jelentene, az a [4] -ben található. Mindezekhez hozzáadódnak az újrahasznosítás problémás területei, a madárvédelem (10-szer több szélturbina 10-szer több madárpusztulást jelent), az energiatárolási költségek, a hálózatbővítés költségei stb. (a költségeket lásd [5] -ben). Gyakorlatilag megoldhatatlan problémás területek épülnek fel itt. És még csak az elején vagyunk! Az **All-Electric Society nem életképes modell Németország számára**, és nem példakép a világ energiaéhes többi részének sem! A feltörekvő országoknak mindenekelőtt **olcsó energiára** van szükségük, és ezt csak fosszilis tüzelőanyagokból lehet beszerezni. Csak így érik el a jólétet, amit nehéz megtagadni tőlük. De mi a verseny elvesztésével elveszítjük a jólétünket is.

Ki parancsol megálljt?

Egyrészt ígéretet kapunk, hogy az új energiaátállással életszínvonalunk megmarad (választási plakát 2021: Tapasztald meg a zöld gazdasági csodákat), másrészt viszont már nyíltan beszélünk a „degrowth” -ról, azaz a gazdasági teljesítmény szándékos csökkenéséről és a polgárok önkorlátozásáról (kulcsszó: elegendőség). Bármennyire kritikusan meg is kérdőjelezhető a „többet, jobbat, tovább, gyorsabban” növekedést hirdető különféle törekvések, akkor is el kell ismerni, hogy ennek alapja az az elv, amelyet Robert Bosch már tudott: „A jobb a jó ellensége”, a sikeres és ezért nélkülözhetetlen további fejlődés a társadalom minden területén. Ezért lehet gondolkodni új energiaellátási, hatékonyabb energiaátalakítási megoldásokon, de ennek alapvetően ellentmondana a hasznos energia önkényes vagy akár szándékos csökkentése.

A **degrowth kifejezés** arra ösztönöz bennünket, hogy a lemondást erényként gyakoroljuk. Például: „Semmit se birtokolj, és boldog leszel!” (Ida Auken, 2016-os esszé a Világgazdasági Fórum számára).

Tekintettel a már működő **1000 polgári kezdeményezés** meglévő ellenállására, nehéz elképzelni, hogy a biztonságos atomerőművek leállítását, a szél- és fotovoltaiikus rendszerek tízszeresére történő bővítését és az ezzel járó jólét egyidejű elvesztését hogyan fogják kommunikálni az emberek felé. Ha ehhez még hozzávesszük, hogy Németország

önsanyargatása - még az EU "Green Deal"-jét is beleszámítva - nem fogja jelentősen csökkenteni a CO₂-kibocsátás globális növekedését, akkor az energiafordulat menetrendje abszurdá válik.

Végső soron az energiaátállást **csak a tények ereje** állíthatja meg, de ne kérdezd, mi az, ami addig "fenntarthatóan" elpusztult.

Források, hivatkozások:

[1] Klaus Maier, Dr. Andreas Geisenheiner, Wie komplex ist unsere Energieversorgung?, <https://magentacloud.de/s/5M6q8QkecQtskTE>

[2] Klaus Maier, Gutachterliche Stellungnahme zum Hessischen Wasserstoffzukunftsgesetz, <https://magentacloud.de/s/mz8ogDtxLPzX7Gb>

[3] Klaus Maier, Substitutionen der energetischen Nutzung für eine CO₂-freie Zukunft, <https://magentacloud.de/s/CAC36SxEWE3LyeP>

[4] Klaus Maier, Flächenverbrauch von Wind- und PV-Anlagen in Deutschland, <https://magentacloud.de/s/5dYL9HESRpbQndx>

[5] Klaus Maier, Die Abrechnung mit der Energiewende, ISBN 978-3-347-06790-5 (Werbeflyer: <https://magentacloud.de/s/CxWrqgoMCM2gQzK>)

* * *

A szerző elemzése, a számszerű adatok alapján, korábbi véleményünkkel egybehangzóan egyértelmű választ adhatunk a kezdő kérdésre: **nem sikerülhet!** Az energiaátállítás a klímavédelmi célok teljesítése céljából nem sikerülhet, mert a célok mind anyagfelhasználási, mind technológiai, mind gazdasági szempontból irreálisak. Irreális, a valóságtól elrugaszkodott célkitűzések az ideológiák mezején születnek. A klímavédelmi ideológia, mint eszköz az új évezred talán legpusztítóbb ideológiája.

Ahogy korábban fogalmaztunk, a klímavédelem és azon belül az energiaátállítás folyamata már olyan, a gazdaságra és a jólétre is jelentősen kiható fokozatába jutott, hogy már csak a NÉP tudja és fogja megállítani. Az EU és Németország (és a legtöbb nyugati ország) vezetése teljesen alkalmatlan a pusztító folyamatok megállítására. Mert hát párhuzamosan ugyanúgy nem tudnak mit kezdeni a migránsfolyamatokkal és a háborúk eszkalációjával sem. Egyszerűen alkalmatlanok.

Örvendetes, hogy Németországban már mintegy 1000 polgári kezdeményezés működik, próbálja a saját érdekeit, és ezzel az egész ország, az egész kontinens jövőjét védeni.

ÉBREDJ EURÓPA!

Akkor van jogosultságunk és hitelünk erre buzdítani kontinensünket, ha magunk is részt veszünk lehetőségeink és tehetségünk szerint. Éppen ezt próbáljuk tenni ezzel a cikkel is.

(Petz Ernő, 2023. 11. 08.)