

Den originale lange oversættelse af Michael Liebreichs analyse om de 5 superhelte der skal gøre verden CO2-neutral

Kilde: <https://about.bnef.com/blog/liebreich-net-zero-will-be-harder-than-you-think-and-easier-part-ii-easier/>

22. februar 2024

Af Michael Liebreich, Senior Contributor, BloombergNEF

Velkommen til anden del af min todelt artikel, der udforsker barrierer og muligheder i omstillingen til netto-nul-samfundet.

I september sidste år redegjorde jeg for de enorme udfordringer og fremhævede de fem barrierer i omstillingen, der vil gøre det vanskeligt, måske umuligt, at opnå netto nul.

De fem barrierer var:

- 1) Den fordyrende effekt ved mange grønne teknologier, når vi ser bort fra vind, sol og batterier;
- 2) Begrænsningerne af vores nuværende elnet
- 3) Stigende efterspørgsel efter kritiske mineraler
- 4) Politisk og social inerti
- 5) Politikker der fastholder fossilt forbrug, og interessekonflikter.

Fem formidable barrierer.

Jeg afsluttede min artikel med at bemærke, at de 5 barrierer ikke nødvendigvis var showstopperne - hver af dem kunne overvindes med det rette lederskab, fokus, innovation og ressourcer.

Nu er det tid til at præsentere mulighederne – de fem superhelte der kan være endnu stærkere end de barrierer, som giver anledning til optimisme. Superhelte er måske ikke stærke nok til at få os til netto nul i 2050 og holde temperaturstigningen på 1,5 grader, men kraftig nok til at få os til netto nul i 2070 og holde os til et Paris-kompatibelt "godt under 2 grader".

Hils på de fem superhelte i overgangen til netto-nul-samfundet

Superhelt 1: Eksponentiel vækst

For tyve år siden, i 2004, tog det et helt år at installere en enkelt gigawatt solcelleanlæg. I 2010 tog det verden en måned at installere en gigawatt. I 2016 tog det en uge. Sidste år var der enkelte dage, hvor der blev installeret en gigawatt solceller.

Den samlede opsætning af solcelleanlæg er 10-doblet i den periode, og det er fordoblinger, der presser omkostningerne ned. Solceller har leveret en læringskurve på omkring 25 % prisreduktion pr. fordobling i de sidste fem årtier, hvilket har reduceret prisen på moduler fra \$106 pr. Watt kapacitet i 1975 til \$0,13/Watt i november 2023 (ifølge BloombergNEFs solcelleprisindeks), altså en faktor 820.

Vindsektoren er fordoblet seks gange i løbet af de sidste 20 år – imponerende, selv i sammenligning med solceller. I 2004 blev der installeret 8 gigawatt vindkraft; i 2023 var tallet omkring 110 GW, inklusive 12 GW havvind. Prisen på vind er også styrtdykket, fra \$0,12/kWh for de bedste projekter for tyve år siden til omkring \$0,02/kWh for landvind og \$0,05/kWh for havvind.

Som følge heraf udgør vind og sol tilsammen den hurtigst voksende kilde til elektricitet i historien. For tyve år siden tegnede de sig for mindre end én procent af den globale elproduktion; For 10 år siden var tallet steget til 3%. Ved udgangen af sidste år var den steget til 15%. Væksten af atomkraft i 1980'erne fremhæves ofte som den hurtigst voksende kilde til ren energi. Men det er langt fra tilfældet: I sit bedste år steg atomkraftproduktionen med 230 terawatt-timer, hvilket tilføjede [2,6 % til den globale elforsyning](#). Sidste år blev der installeret nok ny vind- og solkapacitet til at levere en forventet 800 TWh hvert år, hvilket svarer til at dække 2,8 % af det globale strømbehov – og hastigheden hvormed vind og sol bliver tilføjet fortsætter med at accelerere.

I 2004 havde den største fungerende vindmølle en kapacitet på [2,5 megawatt](#). For ti år siden [var det 8MW](#). I dag er det 15MW. Den næste generation af vindmøller, der udvikles i Kina, vil levere *mere end 20 MW pr. mølle*. Inden for solenergi forventes produktionskapaciteten, som var omkring 1,5 GW/år i 2004 og 48 GW/år i slutningen af 2014, at passere TeraWatt-mærket i 2025. På COP28-mødet i Dubai blev verden enige om at tredoble den installerede mængde af vedvarende energi inden 2030; i sin seneste [Renewables-rapport](#) forudsiger IEA, at opnåelse af to en halv gange vækst ikke engang vil kræve nye politikker.

Det samme er sket for batterier – batteriproduktionen har faktisk leveret fordoblinger *endnu hurtigere end solenergi*: vi har set fem fordoblinger inden for de sidste otte år. I 2015 blev der produceret omkring 36 GWh lithium-ion-batterier; sidste år var den samlede mængde omkring 1TWh. I løbet af det seneste årti er battericelle-omkostningerne faldet fra \$1.000 til \$72 pr. kWh, og samtidig er energitætheden fordoblet, og batteriernes levetid er fordoblet. Vi ser også nye typer af batterier såsom iron-air og natrium-ion, der lover at være endnu billigere end lithium-batterier.

Nu, før du rækker ud efter dit tastatur for at indvende, at ingen fysisk teknologi kan udvise eksponentiel vækst, men at den kun kan følge en logistisk S-kurve, og at der indtræffer en mætning, så stop venligst: Jeg ved det godt. Jeg beregnede min første S-kurve, som beskrev erstatningen af celluloseemballage med polypropylen, for næsten 40 år siden. Det viste sig, at polypropylen var så meget billigere og bedre end cellulose, at det blev ved med at skabe nye markeder for brugen af polypropylen, og at det samlede forbrug langt oversteg efterspørgslen efter cellulose. Den lektie, jeg lærte, er, at indtil du kender den ultimative markedsstørrelse for en ny teknologi, skal du ikke hænge din hat på det, jeg kalder mæthedsteorien (Saturation Theory).

I 1993 bragte en gruppe tyske forsyningsselskaber [helsidesannoncer i tyske aviser](#), hvori de sagde, at "vedvarende energier som sol, vand og vind ikke vil være i stand til at dække mere end 4% af vores strømbehov, selv på lang sigt". I 2023 leverede vedvarende energi over 50 % af den tyske elektricitet. I 2017 skrev en gruppe norske akademikere en artikel med titlen [Fremtiden for solenergi i Europa](#), som forudsagde, at den globale vind- og solkapacitet ville mættes i 2030 til 1,7TW. I 2023, halvvejs i deres prognose, oversteg tallet allerede 2,1TW, og installationsraten ramte 0,5TW om året.

Mæthedsteorien er systemisk indlejret i de modeller, der bruges af officielle energiprognoser som udgives af IEA, USA's EIA og IPCC, hvorfor deres prognoser gentagne gange har vist sig at være værdiløse. I deres analyser vil du se, at de antager at der er eksplicitte grænser for omfanget eller væksten af enhver ressource eller minimumspriser, under hvilke omkostningskurver ikke kan falde. Udviklerne af disse modeller kommer med alle mulige begrundelser for disse manuelle begrænsninger i modellen, men den egentlige årsag er enkel: Hvis de ikke inkluderede dem, ville sol, vind og batterier dominere alle scenarier – i et omfang som modelbyggerne selv mener ville være usandsynligt, karrierebegrænsende eller begge dele.

Den virkelige verden er dog ligeglad med sådanne bekymringer: industrier kan og passerer ofte gennem umiddelbare begrænsninger for at blive allestedsnærværende. Der er ingen grænser for indlæringskurver: Fordoblinger kan aftage, efterhånden som industrier modnes, men omkostningsreduktioner når aldrig et slutpunkt. Der er heller ingen grundlæggende mangel i jordskorpen på de kritiske mineraler, der er nødvendige for overgangen. Tilsammen betyder det, at der ikke er nogen grundlæggende grænser for, hvor meget de rene energiteknologier kan forandre verdens energisystemer.

Jeg er den sidste person til at hævde, at vi er på vej til en verden med 100 % vind, vand og sol. Atomkraft og geotermi, biobaserede løsninger, CCS og kulstoffjernelse vil alle sammen spille en rolle. Jeg siger bare, at væksten af vind og sol sandsynligvis vil se eksponentiel ud i lang tid fremover.

Superhelt 2: Systemløsninger

Mange mennesker har svært ved at acceptere ideen om et elsystem med billig, rigelig vind, sol og batterier som grundsten, idet de citerer batteriernes manglende evne til at dække perioder over en dag eller deromkring, hvor vind- og solenergien falder dramatisk.

Svaret på variation er dog ikke batterier alene. Det er en systemløsning – en kombination af efterspørgselsregulering, sammenkoblinger, overskydende produktionskapacitet, vandkraft, atomkraft, CCS, brint og biogas langtidslagring, integreret ved hjælp af et omfattende net og styret ved hjælp af de nyeste digitale teknologier. Den gode nyhed er, at hver af disse teknologier oplever bemærkelsesværdig vækst og investeringer, og de er langsomt ved at blive strikket sammen af politisk regulering, hvilket gør systemløsninger til overgangens anden superhelt.

Behovet for at bygge en enorm mængde ny elnetkapacitet – 21,4 billioner dollars for at nå netto nul, ifølge BloombergNEF – var selvfølgelig min [Anden barriere for omstillingen](#). Der er dog fem grunde til at tro, at den kan overvindes.

For det første er der ingen fysiske grænser for mængden af transmission, der kan bygges. I løbet af de sidste 50 år er den globale elkraft-transmissionskapacitet vokset med en faktor på fem; vi kan helt sikkert øge nettet med endnu en faktor på fem i løbet af de kommende årtier, selvom vi går glip af de kortsigtede mål for 2030.

For det andet teknologi. Digitaliseringen giver os allerede nu mulighed for at få mere ud af mindre med hensyn til kapacitet, HVDC-teknologien skaleres hurtigt, og superledere vil på et tidspunkt erstatte konventionelle strømkabler, på samme måde som fiberoptik erstattede konventionelle telefonkabler.

For det tredje prissignaler. Som et eksempel har vi i Storbritannien en enkelt engrospris for el, der dækker hele landet. Når det blæser i nord, styrtdykker elprisen, virksomheder som Octopus fortæller deres brugere, at de skal tænde for deres apparater og efterspørgslen stiger derved. Fordi der er utilstrækkelig nord-syd transmissionskapacitet, skal National Grid (ansvarlige for elnettet) med en times varsel betale gas- og dieselgeneratorer i syd for at udfylde eventuelle mangler på strøm. Det er galskab.

En løsning ligger i at satse på at etablere nye transmissionsledninger. Alternativet er dog at skifte til mere lokale elprismarkeder, hvor man kun udbygger transmission, hvor det økonomisk giver mening. Strømproducenter hader ideen – de kan lide at blive betalt den højeste pris for strømmen, uanset hvor den genereres, og uanset om den bruges eller begrænses. Men analysen er klar: Jo mere lokale elprismarkederne er, jo mindre transmission skal du bygge, og jo lavere er omkostningerne ved at komme til netto nul.

Den fjerde grund til, at udfordringen ved udbygning af elnettet er mindre, end du måske tror, er forandringer i strømefterspørgslen – hvad enten du kan lide det eller ej, så vil industrier flytte deres virksomheder og dermed el-efterspørgslen til steder, hvor der er rigeligt med vedvarende energi, hvilket reducerer behovet for ledninger.

Den femte og sidste årsag er elektrificeringen af landtransport og rumopvarmning. Allerede nu, lidt over et årti siden lanceringen af Tesla S, så er næsten hver femte ny bil elektrisk; alle større bilproducenter har sat fuld fart på elektrificeringen af deres biler. Visse medier annoncerede at der var en opbremsning i efterspørgslen efter elbiler sidste år, men jeg kan ikke se det: Det globale salg voksede fra 10,5 til 14 millioner, en stigning på 33 %, og det amerikanske salg voksede faktisk med 48 %.

Varmepumper bliver også revet ned fra hylderne. Salget i Europa voksede 2,5 gange mellem 2017 og 2022; i USA er der de seneste to år blevet solgt flere varmpumper end gasovne. Kun Storbritannien halter og [installerede kun 55.000 i 2023 mod Frankrigs 600.000](#). Ved hjælp af en industriel varmpumpe kan en fabrik bruge en beskeden mængde strøm til at opgradere sin egen spildvarme tilbage til den temperatur, der er nødvendig for dens processer. Cirkulær industriel varme – det er da fedt!

Elbiler og varmpumper er de naturlige komplementære teknologier til vind- og solenergi, idet deres brug kan tidsforskydes med et par timer eller dage for at imødekomme uoverensstemmelser i udbud og efterspørgsel. I stedet for at bygge dyre og upopulære transmissionsledninger eller køre en brint-elektrolysator i et par timer om ugen og blande de ublu dyre brint-molekyler ind i gasnettet til en ringe værdi, så lad strømprisen falde lokalt, og se hvordan folk vil skynde sig ud for at købe elbiler og varmpumper.

Vi har gang på gang i løbet af de sidste 20 år lært, at prissignaler betyder noget. Hvis vi få sendt disse signaler på den rigtige måde, så vil tingene gå meget hurtigere, end du måske forventer.

Superhelt 3: Supermagternes kamp om de grønne teknologier

I 2018 skrev jeg en artikel med overskriften [Beyond Three Thirds, The Road to Deep Decarbonization](#). I den forklarede jeg, at tendenser inden for vedvarende energi, elbiler og energieffektivitet ville være tilstrækkelige til at se CO₂-udledningerne toppe. Men at drive udledningerne helt ned til nul ville kræve nye løsninger inden for varme, industri, kemikalier, luftfart, skibsfart, stål, cement og landbrug - som i øvrigt efterfølgende blev kaldt "hard-to-abate" sektorer, hvor CO₂-reduktioner var sværere at opnå.

Det bemærkelsesværdige ved at genlæse de artikel er, at selvom jeg var optimistisk omkring nye teknologier, så kunne jeg ikke sige, hvilke der ville vinde. Hvis du vil have et smil, så læs afsnittet om brint, som tydeligvis går forud for det detaljerede arbejde, jeg efterfølgende har lavet om hydrogenstigen ("hydrogen ladder").

Tingene kunne ikke være mere anderledes i dag. For selv de mest udfordrende sektorer har vi nu udsigt til løsninger der kan dekarbonisere sektorerne. I mange tilfælde ser vi mere end blot pilot-projekter: indenfor stål, gødning, midstream olie og gas, skibsfart og endda cement investeres milliarder af dollars med lidt hjælp fra støttende regeringer og programmer som den amerikanske Inflation Reduction Act (IRA).

Der er naturligvis stadig betydelige usikkerheder. I skibsfarten strides der om det er bedst med ammoniak (giftig og farlig) eller methanol (let at håndtere, men kræver et kulstofmolekyle). Produktion af stål skal ske med brint, selvom elektriske metoder, biokul eller kulstoffangst i sidste ende kan vise

sig at være billigere. Grønt og blått brint kæmper om at få gjort gødningssektoren CO₂-neutral, selvom biologiske og andre nye tilgange i sidste ende kan blive vindere. For luftfarten har e-brændstoffer deres fans, men det ser ud til at forblive uoverkommeligt dyrt i forhold til biobaseret SAF (Sustainable Aviation Fuel) eller SAF lavet med bio-kul og grøn brint, såkaldt power-and-bio-to-liquid (PBTl). Og enhver af disse tilgange kan være forkerte, hvis kulddioxidfjernelse (CDR) kan generere nok billige og permanente CO₂-reduktioner.

Samlet set er der ikke længere nogen såkaldte "hard-to-abate" sektorer, som ikke kan omstilles. Der er kun nogle sektorer, hvor CO₂-neutrale teknologier ikke på kort sigt forventes at blive billigere end deres fossilbaserede alternativer, og hvor det måske endda aldrig vil ske. For at teknologierne skal blive til reelle løsninger, så vil det kræve en afgift på CO₂-udledning, men det er en overkommelig CO₂-afgift: en, som vi er rige nok til at betale, hvis vi beslutter os for det. For selv de mest udfordrende sektorer ser vi nu mere end én levedygtig teknologi til CO₂-afgifter i intervallet \$75 til \$250 pr. ton CO₂-ækvivalent, hvilket er langt fra situationen i 2018, hvor det så ud til, at der var behov for CO₂-afgifte på \$500 eller endda \$1.000/tCO₂.

Kombiner disse lovende udsigter til dekarbonisering med en ny æra med international industriel konkurrence mellem USA, Kina, Europa og nye industrielle kraftcentre som Indien, Brasilien, Mexico og Tyrkiet, og rammerne er sat for at vinde kapløbet om fremtidens industrier – hvilket gør at stormagternes kapløb om de grønne teknologier – skaber et selvkørende momentum for de sektorer, som nu ikke længere er svære at omstille, nu kan betragtes som den tredje superhelt.

Superhelt 4: Reduceret efterspørgsel

Transitionens fjerde superhelt er det faktum, at det at opnå netto nul vil kræve meget færre mineraler, end vi tror, og de vil være billigere, end vi frygter.

Den femdobbelte stigning i efterspørgslen efter kritiske mineraler fra energisektoren var, kan du måske huske, var min tredje barriere. Men estimater af behovet for kritiske mineraler til produktionen af rene energiteknologier er blevet meget væsentligt overvurderet. Selv de bedste prognoser af det fremtidige behov glemmer at indregne virkningerne på efterspørgslen når man opnår teknologiske forbedringer, materialesubstitution og, meget væsentligt, en stor andel af genanvendelse.

Det er en sandhed, der er universelt anerkendt, at kun 5% af lithium-ion-batterier genbruges, mens resten bliver smidt på lossepladsen. [Denne påstand er imidlertid falsk](#). Denne "sandhed" stammer fra en [rapport skrevet i 2011 af Friends of the Earth](#), som opgjorde hvor mange batterier der blev genanvendt i forhold til hvor mange batterier der blev produceret på det tidspunkt. Før de første elbil-batterier havde nået deres levetid, så var indsamlingssatserne for lithium-ion-batterier naturligvis minimale. Og som genbrugseksperter Hans Eric Melin påpeger, er EV-batterier pakket med værdifulde materialer ([batteriaffald koster i øjeblikket mellem \\$1.000 og \\$5.000 pr. ton](#)). I 2019 anslog Melin, at 59 % af de anvendelige udtjente batterier [blev genbrugt](#); han mener, at det i øjeblikket er 90 % og at det med tiden vil nå op på 99 %. Vi vil simpelthen ikke smide elbil-batterier på lossepladser, lige så lidt som vi gør med bly-batterier.

Ud over *indsamlingsgraden* er det vigtigt at se på genanvendelsesgraden, dvs. andelen af materialer, der genindvindes til genbrug, og især andelen af kritiske mineraler. Og her er nyhederne meget gode, med rapporter fra kendte virksomheder og fra nye startup-virksomheder som Redwood Materials om [genanvendelsesrater på så meget som 95 %](#). Dette er meget vigtigt. Antag, at dit batteri har en levetid på 15 år, og tilsammen overstiger indsamlings- og genanvendelsesprocenten 90 %. Så længe batteriets energitæthed forbedres med 10 % hvert 15. år – og husk, at den er *fordoblet* i det sidste årti –

vil dine oprindelige batterimineraler fortsætte med at levere de samme lagringsegenskaber *for evigt*. Sådan ser cirkularitet ud, og den er ikke taget med i betragtning i nogen af de store modeller for den fremtidige efterspørgsel efter energi og mineraler - faktisk inkluderer de fleste nuværende CO2-lifscyklus-analyser for elbiler slet ikke graden af genanvendelse.

Samtidig vil overgangen naturligvis få efterspørgslen efter ressourcer fra fossilindustrien til at falde, [som forklaret af den uafhængige energianalytiker Michael Barnard](#). Hvad bliver der af 15 % af det globale energiforbrug der i dag går til olie- og gasudvinding og raffinering? Det forsvinder. Hvad bliver der af de cirka 40 % af den internationale skibsfart, der i øjeblikket flytter olie, gas og kul rundt i verden? De skibe bliver solgt til ophugning. Hvad med de 15 % af skibstransporten der går til at flytte jernmalm? Den bliver stort set overflødiggjort af lokal fremstilling af grønt stål. Hvad med brintbehovet der indgår til at fremstille benzin og diesel? Det forsvinder. Hvad med olie- og gasledninger? De bliver sendt til genanvendelse. Selv efterspørgslen efter cement og stål må efterhånden begynde at skrumpes: vi passerer snart et peak for børnefødsler og for vandring mod byerne; verdens samlede befolkning vil på et tidspunkt toppe.

Endelig vil det gamle ordsprog "kuren mod høje priser er høje priser" gælde for de kritiske mineraler i den grønne omstilling, lige så meget som det gør for andre råvarer, og som vi allerede ser i priserne på kritiske mineraler, hvor prisen er reduceret med 80 % i forhold til prisen for to år siden og på trods af en voldsom efterspørgsel.

Superhelt 5: Misforståelsen omkring energibehovet

Den femte og sidste superhelt er et vigtigt trick: Hele dekarboniseringsudfordringen er langt mindre, end dens kritikere har udtalt. Årsagen ligger i forståelsen af begrebet "Det Primære Energiforbrug", den metrik, der dominerer den offentlige debat om energiomstillingen.

Betegnelsen "Primært Energiforbrug" går tilbage til 1970'erne, hvor vestlige lande frygtede, at de ville blive udsultet for den rå energi, som deres økonomier havde brug for, og man begyndte at se sig rundt i verden efter energiressourcer der kunne sikre, at man kontrollerede en tilstrækkelig stor andel. Agenturet, der blev oprettet for at gøre dette, var Det Internationale Energiagentur, og deres nøglemål var Primære Energiforbrug. Du finder det stadig i [IEA](#) energirapporter i dag.

På trods af sit navn er efterspørgsel efter primær energi dog ikke rigtigt et mål for den reelle efterspørgsel på energi. Lad os bruge et eksempel. Lad os sige, at du oplyser din entre med en 75-Watt glødepære, der lyser i 2.000 timer og bruger 150 kWh om året. Forsyn den med elektricitet fra et kulværk med 35 % effektivitet, tilføj dertil 10 % nettab, og du skaber et primært energibehov på 476 kWh.

Du kan dog levere den samme mængde lys med en enkelt 10W LED-pære. Tilføj de samme 10 % til nettab, og den bruger kun 22 kWh. Forsyn pæren med vind-, sol- eller vandkraft, og du har reduceret dit primære energibehov med 95 % og elimineret dets CO2-udledning – *uden reduktion i brugen af belysning*.

Tag et andet eksempel, at skifte fra en forbrændingsbil til en elbil. Lad os sige, at din VW Golf klarer 17 kilometer per liter, et ret normalt tal for brug i det virkelige liv. Dette oversættes til 0.62 kWh/km eller, efter at have taget højde for tab ved udvinding, raffinering og distribution af dit brændstof, 0,75 kWh/km. Den tilsvarende elektriske VW ID3, efter justering for net- og opladningstab, bruger kun 0,2 kWh/km. Ved at skifte har du opnået en reduktion på 75 % i efterspørgsel efter primær energi og åbnet en måde hvorpå du kan eliminere 100 % af udledningerne ved kørsel – *uden reduktion i mobilitet*.

Et tredje eksempel. Opvarmning af det gennemsnitlige amerikanske hjem kræver 57 millioner britiske termiske enheder om året. Hvis du opvarmer med gas eller olie, efter justering for 15 % tab fra elnettet mv. samt 90 % ovneffektivitet, kommer det til 21 MWh om året. Skift til en varmepumpe med en helårscyklus-koefficient på 4, tillad 10 % for nettab, og dit energiforbrug reduceres til 4,6MWh. At drive en varmepumpe med ren elektricitet kan reducere dit primære energibehov med 78 % og eliminere CO₂-emissioner (og metanlækager) fra rumopvarmning – *uden reduktion i komfort* .

Kan du se mønsteret? Den grønne omstilling handler ikke om at erstatte hele den primære energieforsyning med noget renere, den skal bare levere energitjenester, med et langt mindre reelt energibehov, på en ren måde.

Hvert år producerer Lawrence Livermore National Lab [et vidunderligt Sankey-diagram](#) , der viser, hvordan USA's primære energi flyder gennem dets energisystem. Hele to tredjedele ender som "afvist energi", dvs. ikke-nyttiggjort energi. Størstedelen af den er spildvarme fra fossilt fyrede kraftværker og transport - med andre ord fra afbrænding af ting: nøjagtig samme proces, som producerer CO₂-udledning. Kun en tredjedel ender som "Energy Services" (nyttiggjort energi), der faktisk bruges af amerikanske forbrugere og virksomheder.

Det er værd at huske på næste gang Bjørn Lomborg, Vaclav Smil eller Alex Epstein påpeger, hvordan vedvarende energi kun dækker 5 % af vores energibehov, baseret på IEA-tal for Primære Energibehov. Men det er energitjenester, ikke det Primære Energibehov, der driver menneskets fremskridt: Vi ønsker, at alle i verden skal have lys, mobilitet, opvarmning og så videre - og det betyder ikke, at alle skal have glødepærer drevet af kulfyrede kraftværker, benzin- eller dieselmotorer eller gasfyret opvarmning. Hver gang nogen bruger IEA's Primære Energibehov-data som en metrik, bevidst eller ej, overdriver de betydningen af fossile brændstoffer.

Det skal retfærdigvis nævnes, at US Energy Information Administration, BP's Statistical Review of World Energy (nu [kurateret af Energy Institute](#)) nu offentliggør data på hvor de opjusterer tallet for elproduktionen fra vind-, sol- og vandkraft på en måde, der gør tallene sammenlignelige med tal fra termiske kilder, den såkaldte substitutionsmetode. Det er bedre end ingenting, men stadig utilstrækkeligt: Brugen af en enkelt "justerings-faktor" slører for eksempel, om vedvarende energi fortrænger effektive eller ineffektive alternative energikilder; værre end det, det fastholder folks opmærksomhed på at øge energiforsyningen frem for effektivt at imødekomme efterspørgslen.

Japanerne har et ord – Mottainai – for den ærbødighed, der bør betales for effektivitet og den tristed, der forårsages af spild. Dette bør være vores guide, når vi bygger fremtidens energisystem – et system, der udvinder hver eneste energienhed (og eksergi, som vi mødte i mit [indlæg sidste år om elektrificering af varme](#)) fra de ressourcer, vi bruger.

Vi bør identificere de energitjenester, der er nødvendige for at drive den globale økonomi og finde ud af, hvordan vi kan levere dem på den billigste, reneste og mest pålidelige måde. Om det primære energibehov stiger eller falder, uanset hvordan det defineres, er simpelthen ikke et spørgsmål af betydning.

En slutreplik

Så der har du det, omstillingens fem superhelte – de fem megatrends, der vil hjælpe med at få verden til netto nul: Eksponentiel vækst, systemløsninger, supermagternes kamp om de grønne teknologier, reduceret efterspørgsel og misforståelsen omkring energibehovet. Mens de fem barrierer er knudrede problemer i her-og-nu, så er de fem superhelte stærke langsigtede trends, hvilket giver dem fordel.

Der er faktisk en sjette Superhelt, eller rettere sagt en supermagt, der ligger i os alle. Jeg tror på, at samfundet har nået et vendepunkt, hvorefter det er utænkeligt ikke at håndtere klimaforandringer, forurening og miljøforringelse.

På samme måde som der kom et tidspunkt, hvor det blev uacceptabelt at lede urensset spildevand ud på gaden eller ryge i offentlige bygninger, er det ved at blive uacceptabelt at afbrænde fossile brændstoffer. Den generation, der betragtede det som normalt – uerstatteligt, endda en slags fødselsret – mister sin plads ved bordet og erstattes af en generation, der ikke er i tvivl om behovet for at "holde op med at brænde ting af".

Det gør måske ikke de tekniske udfordringer nemmere, men det skaber en positiv spiral mellem omstillingens uundgåelighed, tiltrækningen af talenter, og om at balancen tipper til fordel for netto-nul-løsninger og omstillingen hen mod netto-nul.

Det efterlader kun ét spørgsmål – især i lyset af det sidste års dybt bekymrende temperaturanomalier – vil vi nå dertil i tide?

Podcast:

Hør Michael Liebreich uddybe sine tanker i disse 2 podcasts:

Audioblog 11: The Five Horsemen of the Transition:

<https://www.youtube.com/watch?v=LHS3UHKK864>

Audioblog 12: The Five Superheroes of the Transition

<https://www.youtube.com/watch?v=ZkwN-hLV42I>

Om BloombergNEF

BloombergNEF (BNEF) er en strategisk dataudbyder, der dækker globale råvaremarkeder og de disruptive teknologier, der driver overgangen til en kulstoffattig økonomi. Vores ekspertdækning kortlægger veje for energi-, transport-, industri-, bygninger- og landbrugssektorerne for at tilpasse sig energiomstillingen. Vi hjælper fagfolk med råvarehandel, virksomhedsstrategi, finans og politik med at navigere i forandringer og skabe muligheder.