

### Inleiding

De kern van de huidige energiecrisis, waarbij veel huishoudens in de financiële problemen komen, wordt gevormd door de variabele inkoopprijs van gas. Door allerlei omstandigheden (Groningen, Oekraïne/Rusland en dergelijke) varieert de gasprijs enorm en is momenteel zeer hoog. Zolang er gasgestookte elektriciteitscentrales zijn zal ook de prijs van elektriciteit mee variëren met de gasprijs.

Een mogelijke weg uit deze crisis is om de huishoudens te voorzien van 'groene' stroom welke tegen een vaste (lage) prijs aangeboden kan worden. De zon gaat voor niets op en de wind waait zo die waait en daarmee is deze energiebron voor elektriciteit gratis en dat staat vast voor altijd.

Hoewel de inkoopprijs gratis en vast is moeten er wel kosten gemaakt worden om de energie om te zetten in elektriciteit. Deze elektriciteit moet ook het hele jaar door, ook als de zon niet schijnt en de wind niet waait, naar onze huishoudens getransporteerd worden. Er moet geïnvesteerd worden in zonnepanelen en windmolens. Ik doe in deze notitie een pleidooi dit investeren over te laten aan de kapitaalmarkt en niet door de huishoudens. Het transport van elektriciteit gaat via het reeds bestaande elektriciteitsnetwerk. Dit zal onderhouden en uitgebreid moeten worden. Een derde kosten component betreft de opslag van elektriciteit. De zon schijnt niet het hele jaar door en de wind waait ook niet altijd. Dit vergt een investering in opslag van energie. Mijns inziens moet dit ook door de kapitaalmarkt gedaan worden en niet door de huishoudens.

In deze notitie wordt een globale schatting gemaakt over hoeveel deze 3 kostenposten zouden mogen kosten. Spoiler alert: elektriciteit zou nog geen 11 ct/kWh (inclusief btw) hoeven te kosten.

### De huishoudens

Deze notitie gaat alleen over de elektriciteitsvoorziening voor de huishoudens en niet zozeer over bedrijven en de (proces) industrie. Energie behoort tot de primaire levensbehoefte van een huishouden en juist daar wordt de energiecrisis op dit moment het meest acuut gevoeld. Overigens zijn de managers en medewerkers van bedrijven en de industrie zelf ook altijd onderdeel van een huishouden.

Nederland kent ongeveer 8,5 miljoen huishoudens, waarvan er vele mede door de crisis financiële problemen kennen of zullen krijgen. De overheid heeft er verleden jaar al 2x € 190 per huishouden ingestoken en dit jaar zal naar verwachting een bedrag tussen de 10 en 40 miljard nodig zijn om het zogenaamde prijsplafond te kunnen financieren.<sup>1</sup> Dit laatste bedrag gaat overigens niet naar de huishoudens maar naar de leveranciers en de handelaars in energie.

Volgens het prijsplafond verbruikt een gemiddeld huishouden 2900 kWh per jaar. De totale elektriciteitsbehoefte van de huishoudens is dan 8,5 miljoen x 2900 kWh is ca. 25 miljard kWh per jaar.

In 2020 (bron: CBS) stonden er ca. 2600 windmolens (ruim 2100 op land en bijna 500 op zee) met een totaal vermogen van ca. 8400 MW. Het vermogen van een windmolen wordt uitgedrukt in mega watt (MW). Deze MW zegt iets over het vermogen dat bij volle belasting opgewekt kan worden. In Nederland kennen de windmolens ongeveer 2000 vollast uren. Ze draaien wel meer uren per jaar, maar daar zit naast een storm ook een briesje bij. 2000 uren

---

<sup>1</sup> Op 20-1-2023 was in het nieuws dat dit mogelijk mee zou kunnen vallen.

vollast wil zeggen dat windmolens 8400 MW x 2000 uur (hour) is ca. 16,8 miljard kWh per jaar leveren.

Het vermogen van een zonnepaneel wordt uitgedrukt in watt (W). De nieuwste panelen leveren rond de 400 W per paneel maar het gemiddelde van de reeds aanwezige zonnepanelen zal eerder rond de 300 W liggen. Hoewel het gemiddelde aantal zonuren in Nederland ca. 1500 uur is zullen ze ongeveer 1000 vollast uren energie produceren. In 2022 waren er bijna 50 miljoen zonnepanelen in Nederland (bron: [www.zelfenergieproduceren.nl/zelf-energie-opwekken/zonnepanelen/](http://www.zelfenergieproduceren.nl/zelf-energie-opwekken/zonnepanelen/)). De prognose is dat dit er in 2024 bijna 100 miljoen zullen zijn. 50 miljoen panelen van 300 W en 1000 vollast zonuren leveren 15 miljard kWh op.

Opgeteld was er in 2022 dus ruim  $16,8 + 15 = 31,8$  miljard kWh aan zon- en windenergie beschikbaar en dit zou in 2024 wellicht het dubbele (als de windmolens net zo snel gaan als de zonnepanelen) kunnen zijn. De 31,8 miljard kWh is voldoende om 8,5 miljoen huishoudens van 3740 kWh groene elektriciteit te voorzien ( $31,8$  miljard kWh / 8,5 miljoen huishoudens), dwz ruim boven de huidige hoeveelheid uit het prijsplafond.

De conclusie is dat er in ieder geval voldoende capaciteit is om alle huishoudens van enkel en alleen groene stroom te voorzien. Hieronder een uitwerking van wat deze groen stroom zou mogen kosten.

#### Investeren en rendement.

Het gemiddelde vermogen van een windmolen was in 2020 ca. 3 MW. De windmolens die nu gebouwd worden hebben een vermogen van rond de 8 MW en de grootste windmolen doet zelfs meer dan 15 MW. De kosten voor een windmolen zijn ca. 1,5 miljoen per MW (of 1500 € / kW). Dergelijke bedragen zijn alleen op te brengen door de kapitaalmarkt<sup>2</sup> en niet door de huishoudens zelf.

Investeren in enkele zonnepanelen ligt meer binnen het bereik van de particuliere investeerder. Een zonnepaneel kostte in 2017 ca. 667 €/kW, maar dit is gestegen tot 1500 €/kW in 2022 (bron: eigen investering). Beide getallen zijn overigens zonder btw. Het is dus niet waar dat de zonnepanelen goedkoper geworden zijn, in ieder geval niet voor een huishouden. Voor het gemiddelde verbruik van een huishouden is ca. 3 kW aan vermogen nodig, dwz een investering van ca. 4500 €.

Een dergelijke investering ligt niet binnen het bereik van elk huishouden. Niet elk huishouden kan dus zonnepanelen plaatsen, hoe graag ze het ook willen. Soms is het geld er niet, maar soms is er simpelweg geen plek. Als er wel geld en plek is dan gebeurt het zelden dat alle panelen maximaal in de zon staan.

Daarnaast kennen de particulier huishoudens niet de voordelen van bedrijven die hun geld van de kapitaalmarkt halen. Een bedrijf kent investeringsaftrek en hoeft geen btw te betalen. Er waren huishoudens die niet in aanmerking kwamen voor btw aftrek, per 1 januari 2023 is deze ongelijkheid overigens opgeheven. Een niet te onderschatten voordeel voor bedrijven is het aanzienlijk inkoopvoordeel dat behaald kan worden op het de hoeveelheid panelen (duizenden ipv 10 per huishouden) oftewel de hoogte van het opgestelde elektrisch vermogen. Voor de eenvoud van de sommetjes ga ik ervanuit dat een investeerder de helft betaalt en voor 750 €/kW panelen aan kan schaffen (bij de opslag van elektriciteit zullen we zien dat dit waarschijnlijk nog vele malen minder is). Een zonnepanelen park zal ook nagenoeg altijd maximaal zonnerendement halen.

---

<sup>2</sup> Met kapitaalmarkt bedoel ik banken, pensioenfondsen, beleggingsfondsen etc.

Stel dat zonnepanelen en windmolens over 30 jaar afgeschreven worden dan betekent dit 2,5 ct/kWh (namelijk voor zonnepanelen  $750 \text{ €} / \text{kW} / (30 \text{ jaar} \times 1000 \text{ uur})$  en  $1500 \text{ €} / \text{kW} / (30 \text{ jaar} \times 2000 \text{ uur})$  voor windmolens). Nu investeert de kapitaalmarkt zelden zonder rendement. Naast het terugverdienen van de investering wil de kapitaalmarkt ook rendement zien. Een rendement van onder de 4% is vaak al minder interessant voor een investeerder. Vanwege het milieu en onze verantwoordelijkheid in de crisis stel ik voor genoeg te nemen met 2% rendement. De overheid kan misschien wat stimuleren door dit rendement belastingvrij te maken. Voor een investeerder is dit misschien geen aantrekkelijk rendement maar een huishouden zou al erg gelukkig (geweest) zijn als op het spaargeld een belastingvrij rendement van 2% behaald zou worden. Toevallig kreeg ik als particulier deze week een aanbieding voor een groen spaardeposito met 0,65% rente en 0,7% belastingvoordeel. Een particuliere belegger zou dus zeer tevreden zijn met een rendement van 2% belastingvrij, waarom dan de kapitaalmarkt niet. 2% rendement per jaar zou  $1,5 \text{ ct/kWh} (750 \text{ €} / \text{kW} \times 2\% / 1000 \text{ h})$  voor zonnepanelen of  $1500 \text{ €} / \text{kW} \times 2\% / 2000 \text{ h}$  voor windmolens) betekenen.

De omzetting van zonne- en windenergie naar elektriciteit zou dan 4,0 ct / kWh aan investering en rendement mogen kosten.

#### Het elektriciteitsnetwerk.

Er is natuurlijk ook een elektriciteitsnetwerk nodig om de elektriciteit van de omzetter bij de gebruiker, de huishoudens, te krijgen. Gelukkig is dit netwerk er al. Dit netwerk moet onderhouden worden en als we van het gas afgaan zal er meer elektriciteit gebruikt gaan worden en dan zal het uitgebreid moeten worden. Momenteel staat er op de energienota van een huishouden een vast bedrag voor het netbeheer. Dit is ca. € 250 per jaar voor elektriciteit (en eenzelfde bedrag voor het gasnetwerk). 8,5 miljoen huishoudens betalen dan 2,125 miljard euro per jaar voor het netwerk ( $8,5 \text{ miljoen} \times 250 \text{ euro}$ ). Als dit vastrecht omgezet zou worden in een variabele kWh prijs dan zou dit netwerk  $2,125 \text{ miljard €} / 25 \text{ miljard kWh} = 8,5 \text{ ct} / \text{kWh}$  moeten kosten.

Het is goed om te realiseren dat het totale elektriciteitsverbruik in Nederland 125 miljard kWh is, hetgeen door het bestaande netwerk gaat. De bedrijven en de (proces) industrie nemen 100 miljard kWh per jaar af en dat is 4x zoveel als alle huishoudens bij elkaar. Het bestaande netwerk is dus geschikt voor 125 miljard kWh. Er zijn ca. 2 miljoen bedrijven (ongeveer  $\frac{1}{4}$  van het aantal huishoudens) die 4x zoveel stroom afnemen. Als zij hetzelfde vastrecht betalen dan zou dat daarmee  $\frac{1}{8}$  van de variabele kostprijs betekenen oftewel 1,0 ct/kWh. Misschien is dat ook een mooi bedrag voor de huishoudens ?

Het voordeel van een kWh prijs voor het netwerk in plaats van een vastrecht bedrag is dat als het netwerk meer kWh's gaat/moet transporteren er ook meer binnen komt. Uitbreiden van het netwerk levert dan vanzelf meer op.

#### Opslag van elektriciteit.

De zonnepanelen op het dak van de huishoudens kunnen maar zeer ten dele zelf gebruikt worden, namelijk maar 30-40%. Dit betekent dat maar liefst 60-70% van de door huishoudens opgewekte elektriciteit aan het netwerk geleverd wordt.

Vanwege CO<sub>2</sub> en stikstof willen we van het gas af. Gas wordt binnen de huishoudens meestal gebruikt voor verwarming, warm water en koken. Dit kan ook prima elektrisch. Echter: verwarmen is vooral nodig in de winter, warm water vooral of 's ochtends of 's avonds (voor of na het werk) en vaak koken we pas rond 18:00 als de zon reeds tanende of ondergegaan is. De zon schijnt alleen overdag en het langst in de zomermaanden. Windmolens vullen dit deels aan; dag of nacht maakt voor de wind niet zoveel uit maar de meeste stormen zijn in de herfst

en winter. Voor de groene energie zijn we dus wel afhankelijk van het weer. Zelfs als wind en zon elkaar perfect aan zouden vullen dan nog wordt maximaal 1/3 van de verbruikstijd door de productietijd afgedekt. Een jaar heeft namelijk 8760 uur en de vollasturen van zon en wind energie opgeteld is maar 3000 uur. Overigens is er in ca. 1/3 van de tijd binnen de huishoudens slechts sprake van sluipverbruik<sup>3</sup>, namelijk als we slapen. Om de gehele dag en het gehele jaar over groene elektriciteit te beschikken zal deze opgeslagen en gebufferd moeten worden, Wil een huishouden met zonnepanelen zelfvoorzienend zijn dan zal 60%-70% van de productie van de zonnepanelen opgeslagen moeten worden. Als een huishouden met zonnepanelen bijvoorbeeld 5000 kWh per jaar opwekt (en waarschijnlijk ook gebruikt) moet er 3500 kWh opgeslagen worden. Een volledig zelfvoorzienend huishouden zou hier zelf voor moeten zorgen. Ter indicatie: een 10 kWh thuisbatterij kost momenteel nog ongeveer 10.000 euro, hoewel de ontwikkelingen snel gaan en de prijzen dalen. Het is nog maar de vraag hoeveel huishoudens een dergelijke investering aan kunnen, maar belangrijk is te constateren dat een (thuis) batterij hooguit geschikt is om het verbruik van 1 dag op te slaan en niet 70% van het jaarverbruik. Het dag verbruik van alle huishoudens komt neer op ongeveer 25 miljard kWh / 365 dagen is 70 miljoen kWh (is 1 thuisbatterij van 8,2 kWh per huishouden).

Ik las het verhaal van de Giga Buffalo batterij van 24 MW welke 48 MWh (48.000 kWh) op zou slaan. Volgens de recensie is dit het jaarverbruik van 9000 huishoudens, maar daar maakt men een rekenfoutje denk is). Om 70 miljoen kWh op te slaan zouden (als de 48 MWh klopt) er 70 miljoen / 48.000 is ca. 1500 Giga Buffalo's nodig zijn. Van de half zo grote Rhino batterij las ik dat die 3,6 miljoen euro gekost zou hebben. . 1500 Giga Buffalo's x 7,2 miljoen = 10,8 miljard aan investering betekenen. Even ter vergelijking 8,5 miljoen huishoudens x 8200 € is 70 miljard investeren in thuisaccu's. Blijkbaar kan 'de kapitaalmarkt' met zijn voordelen dit voor 1/7 van de particulier. Als de investering (incl. 2% rendement) van 10,8 miljard opgebracht moet worden door de 25 miljard kWh die we verbruiken dan is dit 2,3 ct/kWh.

Er zullen echter periodes overblijven waarbij er te weinig zon en wind is om de accu's voor de volgende dag te vullen. Dit is waarschijnlijk wat men bedoelt me dat er door de opkomst van zonne- en windenergie er een energie tekort dreigt. Inderdaad zitten we met een tekort in de wintermaanden dat vooral in zomermaanden geproduceerd en opgeslagen moet worden. Voor de huishoudens hebben we vastgesteld dat er in totaal, over het hele jaar, ruim voldoende zonne- en windenergie is, maar alleen niet altijd op het juiste moment.

Voor de opslag van het overschot op de 'verkeerde' momenten zou waterstof een belangrijke rol kunnen spelen. Bij een overschot aan zon- en windenergie, met name dus in de zomer, kan waterstof gemaakt worden en bij een tekort in de winter kan waterstof weer omgezet worden in elektriciteit.

1 kg waterstof bevat de equivalent van 33 kWh elektriciteit. Momenteel is het nog zo dat er 66 kWh nodig is om 1 kg te maken. Er gaat dus 50% energie verloren. Dit komt onder andere door warmteverlies tijdens het proces maar ook de energie die nodig is om de waterstof vloeibaar te maken om op te kunnen slaan. Juist omdat de aandacht voor waterstof aan het toenemen is gaat de innovatie op dit gebied, net als voor accu's, snel. Ik las al ergens dat het mogelijk gebleken is om 1 kg waterstof met 45 kWh te maken.

Stel dat er in een jaar, in analogie met 'vollast' uren, 50 'leeglast' dagen zijn waarin geen elektriciteit uit zonne- en windenergie beschikbaar is. In zo'n geval moet er voor de

---

<sup>3</sup> Vroeger aanleiding om het nachttarief lager te laten zijn, tegenwoordig is het dagtarief bij volle zonverwachting lager, soms krijgt men overdag zelfs geld toe.

huishoudens 50 dagen x 70 miljoen kWh/dag is 3,5 miljard kWh in waterstof opgeslagen worden. Bij het huidige rendement om waterstof te maken is daarvoor 7 miljard kWh elektriciteit nodig. In windmolen capaciteit is dit 3500 MW (x 2000 vollast uren). Kosten voor windmolens 1,5 miljoen per MW dus een investering van 5250 miljoen oftewel 5,25 miljard euro aan windmolens die 30 jaar meegaan. Dit is 1,1 ct/kWh voor investering inclusief 2% rendement.

Er moet nog wel geïnvesteerd worden in waterstofcentrales die bij overschot aan elektriciteit dit omzetten in waterstof en bij elektriciteit tekort de waterstof weer omzetten in elektriciteit. Als zo'n centrale beide kan zal deze niet snel zonder werk zitten. Veel voorbeelden dergelijke centrales zijn er niet maar wat ik kon vinden was een 1,5 miljard euro investering in een nog te bouwen GW (G = giga = 1000 Mega) waterstofcentrale. Dit bedrag is gelijk aan een windmolen van 1,5 miljoen per MW. Een dergelijke centrale zou theoretisch 4x zoveel draaien als een windmolen (=8000 uur en een jaar heeft 8760). Een GW waterstofcentrale is dan genoeg voor 8 miljard kWh dus ordergrootte wat we nodig hebben. 1,5 miljard euro afschrijven over 30 jaar huishoudensverbruik = 0,2 ct / kWh en 2% rendement 0,1 ct/ kWh.

Investeren in opslag van elektriciteit voor huishoudens in accu's, windmolens in combinatie met een waterstofcentrale, zou dan inclusief rendement) zou dan  $2,3 + 1,1 + 0,3 = 3,7$  ct / kWh kunnen bedragen (inclusief 2% rendement).

### Samenvatting en nabetrachting

Er is voldoende capaciteit in Nederland om alle huishoudens te voorzien van groene stroom. Om dit het hele jaar door te garanderen zal er geïnvesteerd moeten worden in opslag in accu's en met behulp van waterstofcentrales. Groene stroom voor de huishoudens zou 10,7 ct/kWh mogen kosten. In dit bedrag zit het omzetten van gratis energie naar elektriciteit, transport en opslag van elektriciteit, inclusief btw. Geen variabel tarief en voor ieder huishouden hetzelfde. Als de gasprijs wel variabel blijft dan zullen de huishoudens vanzelf richting elektrisch koken en verwarmen gaan.

Het vraagt wel om een hele andere rol van de energiemaatschappijen waarvan er in Nederland maar liefst ca. 50 zijn. Er werd verwacht dat hiervan een marktwerking uit zou gaan waar de consument bij gebaat zou zijn. Het zijn echter handelsmaatschappijen geworden. Er wordt energie ingekocht bij vele energieleveranciers. Omdat groene leveranciers niet het hele jaar kunnen afdekken moet er aanvulling gezocht worden bij onder andere de gasgestookte centrales. Het enige wat een energiemaatschappij doet is de aangekochte elektriciteit energie met winst door te verkopen.

Bij een vaste aankoopprijs zijn geen handelsmaatschappijen meer nodig, maar kan het met 1 energiemaatschappij voor de huishoudens afgedaan worden. Wel krijgt deze maatschappij de verantwoordelijkheid om de accu's met een dag voorraad elektriciteit het hele jaar door vol te houden, waarschijnlijk is hiervoor ook een moderne waterstofcentrale nodig die elektriciteit omzet in waterstof en visa versa. Deze energiemaatschappij speciaal voor huishoudens zou best een non-profit organisatie mogen zijn, juist omdat het een primaire levensbehoefte van een huishouden is én er ook een serieuze milieu component aan zit. Anderzijds vertegenwoordigt 1 ct/kWh maar liefst 250 miljoen euro per jaar en daar is wellicht wel over te praten.

Er zou ook gedacht kunnen worden aan een tweede energiebedrijf voor bedrijven. De hoeveelheid stroom in Nederland blijft in eerste instantie gelijk, alleen de verdeling groen/niet-groen verschuift tussen bedrijven en huishoudens. De bedrijven zullen zich wel redden. Veel bedrijven zijn reeds zelfvoorzienend of zijn daar naar onderweg. Zo las ik op 16-12-2022 dat

‘Ecowende, een joint venture van Shell en Eneco, een 756 MW windpark bestaande uit 54 windturbines gaat bouwen bij Hollandse Kust West.’

Het investeren in zonnepanelen en (thuis) batterijen zou niet door de huishoudens zelf moeten gebeuren. Dit is niet rechtvaardig (niet ieder huishouden kan dit) en zowel kosten- als energie-technisch niet efficiënt.

De nieuwe en wellicht ook de bestaande leveranciers (niet huishoudens) van groene stroom krijgen vanaf een bepaald moment, het hierboven becijferde bedrag van 4 ct/kWh. De bestaande leveranciers hebben vaak al geïnvesteerd in grote hoeveelheden zonnepanelen of windmolens in een tijd waar ze beduidend minder dan 10 ct/kWh kregen (de consumenten betaalden toen overigens ook minder dan 10 ct/kWh). Blijkbaar was het voor een dergelijk bedrag ook rendabel. Door de crisis wordt er momenteel veel meer betaald, een handelsmaatschappij zet er tenslotte alleen zijn marge bovenop alvorens het te verkopen. Sommige bestaande leveranciers verdienen zo, door de crisis, hun investering sneller terug. Wellicht moet er nagedacht worden over een overgangperiode.

Voor de huishoudens zou ik pleiten de saldering te handhaven. Enerzijds is de netto investering in panelen minstens 2x zo hoog als voor de bedrijven (misschien zelfs wel 8x zie de accu's). Als de stroom straks rond de 10 ct/kWh kost en daar tegen gesaldeerd wordt, dan is dit tevens een redelijk tarief voor hun investering. Overigens geldt ook voor huishoudens dat de zonnepanelen aangeschaft zijn op het moment dat de prijs lager dan 10 ct/kWh was. Vaak is dit bedrag ook voor vele jaren vastgezet, zelfs tot in 2023. Die eigenaren van panelen salderen nog steeds tegen de lagere prijs waardoor hun energiemaatschappij 70% van hun elektriciteit opbrengst verkoopt tegen de huidige variabele prijs. Sommige huishoudens met zonnepanelen verdienen hun panelen door de crisis niet sneller terug.

Er dient snel geïnvesteerd moeten worden in ca. 1000 Buffalo's en één of meer GW waterstoffabriek(en). Bij voorkeur zou de coördinatie bij de non-profit energiemaatschappij voor huishoudens liggen, zij moeten het hele jaar door groene stroom gaan leveren. De totale investering hiervoor is ca. 17,55 miljard euro: 10,8 miljard voor accu's, 5,25 miljard voor windmolens voor de waterstofcentrale en 1,5 miljard voor de waterstofcentrale zelf. Dat lijkt en is een heel groot bedrag maar bedenk dat de overheid alleen al in 2023 een bedrag tussen de 10-40 miljard euro denkt kwijt te zijn aan de financiering van het prijsplafond. Dit geld is dan in 1 jaar weg, gaat geen 30 jaar mee en rendeert voor de huishoudens niet. Als het plafond de overheid zoals verwacht beduidend minder gaat kosten dan moet een renderende groene en crisis-oplossende investering van 17,55<sup>4</sup> miljard door de overheid toch mogelijk zijn.

---

<sup>4</sup> Zag net op het nieuws dat 17,5 miljard het bedrag is dat volgens een milieubeweging als overheidssubsidie naar de fossiele industrie gaat