

Elektrische auto's stoten vier keer minder CO₂ uit

Je leest vaak dat de CO₂-uitstoot van elektrische auto's nauwelijks onderdoet voor die van brandstofauto's. Auke Hoekstra rekent al jaren voor dat elektrische auto's in werkelijkheid circa 75% minder CO₂ uitstoten en dat het uiteindelijk richting nul kan. In dit artikel licht hij dit toe aan de hand van de zes meest gemaakte fouten bij het maken van deze vergelijking.

De telefoon gaat. Een nummer uit Engeland. Ik neem op. “Hallo, ik ben een journalist van de Guardian, spreek ik met Auke Hoekstra, “debunker in chieft” van onzinverhalen over elektrische auto's?” Ik zucht zachtjes en antwoord: “Hallo. Ik ben eigenlijk programmadirecteur van NEON research aan de Technische Universiteit Eindhoven en daarnaast maak ik *agent-based digital-twins* om de energietransitie te versnellen. Maar het klopt dat ik die bijnaam heb op sociale media. Wat kan ik voor u doen?” Dit soort gesprekken heb ik met grote regelmaat en vaak gaat het daarbij om de CO₂-uitstoot van elektrische auto's versus die van auto's met een verbrandingsmotor. Een van de bekendste aanvaringen is de geschiedenis ingegaan als #AstonGate omdat bleek dat een zogenaamd onafhankelijk rapport dat de voordelen van elektrische auto's in twijfel trok geschreven was door de

vrouw van de pr-manager van Aston Martin. (De pr-manager bleek de echte schrijver en de CEO van Aston Martin bood zijn excuses aan.) Ook had ik vele aanvaringen met Hans Werner Sinn, een voornamelijk economiehoogleraar uit Duitsland die elektrische auto's onzin vindt. Oh, en laatst moest ik Rowan Atkinson verbeteren omdat hij een opiniestuk met ontcrachte feiten over elektrische auto's publiceerde. Intussen heb ik tientallen keren met dit bijltje gehakt en mijn *pinnd X* (voorheen Twitter) *thread* geeft een completer overzicht. Ik maakte er zelfs YouTube-filmpjes over met de Universiteit van Nederland en werkte mee aan een online tool van Transport & Environment maar de verwarring blijft maar de kop opsteken. Op het ogenblik is het onderwerp weer zeer actueel omdat conservatieve media en de Conservatieve Partij in Engeland het in twijfel trekken van de voordelen van

elektrische auto's tot onderdeel van de verkiezingsstrijd hebben gemaakt. Maar genoeg achtergrond. Dit is een tijdschrift voor natuurkunde. Dus wat zijn de fundamentele inhoudelijke zaken waar deze verwarring uit voortkomt? Ik schreef daar een artikel over voor het tijdschrift *Joule*, waarin ik de verwarring terugvoer op zes basisfouten die ik hier kort langs wil lopen.

1. CO₂-uitstoot van batterijproductie

Overschatting van de CO₂-uitstoot van batterijproductie is de eerste fundamentele fout die je meestal tegenkomt in artikelen die de voordelen van de elektrische auto qua CO₂-uitstoot in twijfel trekken. Dan neemt men geen moderne levenscyclusanalyse (LCA) van een fabrikant met een grote fabriek maar een wetenschappelijk artikel dat in groot detail het productieproces uitpluist (op zich goed!) op



basis van een experimentele fabriek van zeg vijftien jaar geleden. Tja, wetenschap is grondig maar niet altijd actueel, en zoals ik bijvoorbeeld aan Joanneum Research en Dahllöf mocht uitleggen is de uitstoot van grote fabrieken relatief erg laag. Daarmee komt de uitstoot per kWh auto-batterij op circa 75 kilogram CO₂-equivalent, en niet 200 of meer zoals soms wordt verondersteld. Dit is overigens niet een specifiek probleem voor elektrische auto's maar voor alle innovatieve technologie en de LCA-database EcoInvent is notoir verouderd.

2. Levensduur van de batterij

Onderschatting van de levensduur van de batterij is de tweede fout. Bij het vorige punt gaf ik al aan dat de batterijproductie een 'CO₂-rugzak' (zoals de Duitsers het noemen) toevoegt aan de productie van een elektrische auto die over de levensduur terugverdiend moet worden. En hoe langer die levensduur is, hoe lager de impact van die rugzak per gereden kilometer. Vroeger werd er vaak vanuit gegaan dat elektrische auto's maar 150.000 kilometer meegingen en de batterij nog minder. Tegenwoordig weten we echter dat de totale levensduur van elek-

trische auto's in Europa circa 250.000 kilometer is en dat de batterij de auto overleeft. Omdat de steeds hogere onderhoudskosten van verbrandingsmotoren nu vaak de reden zijn om een auto naar de sloper te brengen, zou het mij niet verbazen als elektrische auto's straks veel langer meegaan. Die lange levensduur van de batterij is ook de reden dat er nu auto's op de markt komen die V2G-technologie (vehicle to grid) ondersteunen: het gebruiken van de elektrische auto als 'batterij op wielen' die het elektriciteitsnet kan helpen ontlasten en om zonne- en windenergie te gebruiken op momenten dat die overvloedig is. (Kia kwam op 12 december 2023 met een mooie primeur, Nederland wordt wereldwijde pilotmarkt, en ik mag daar wat V2G-onderzoek presenteren.) Overigens zal V2G ertoe leiden dat de CO₂-uitstoot van de elektrische auto nog veel lager wordt dan we nu denken, maar daar zal ik het nog niet eens over hebben. Terug naar de 'CO₂-rugzak' van de batterij: die is op het moment gemiddeld circa 15 gram CO₂-equivalent/kilometer, terwijl het voorbeeld waar ik het in deze publicatie tegen afzet, uitkomt op tussen de 73 en 98 gram.

3. Elektricieteitsmix

De derde fundamentele fout wordt nog heel erg vaak gemaakt: aannemen dat de elektricieteitsmix constant blijft over de levensduur (circa zeventien jaar) van de auto. Dat is verleidelijk omdat het lekker makkelijk is: je kijkt naar de elektricieteitsmix nu en negeert de toekomst. Een levenscyclusanalyse hoort echter gemaakt te worden over de hele levensduur (lieft inclusief recycling). Wiskundig gezegd: je moet niet een willekeurig jaar nemen en dat vermenigvuldigen met de levensduur maar je moet de integraal nemen van het oppervlak onder de curve die de hele levensduur beslaat als je de CO₂-uitstoot van de elektrische auto wilt berekenen. En dan blijkt dat de uitstoot per jaar flink afneemt over de levensduur van de elektrische auto. Sommige onderzoekers maken het zelfs nog bonter en zeggen: "de elektrische auto zorgt voor een grotere vraag en die komt uit fossiele energie, dus de elektrische auto rijdt op kolen". Het probleem met die redenering is dat je haar ook los kunt laten op warmtepompen, koelkasten, zwembaden of wat dan ook. Die draaien allemaal op kolen als je gaat doen of je alleen die specifieke elektricieteitsvraag kunt

weglaten. Daarom moet je eigenlijk naar het complete systeem kijken (en dan zie je bijvoorbeeld dat elektrische auto's ook zonder V2G relatief meer duurzame energie gebruiken), maar als je dat niet doet moet je de gemiddelde mix over de levensduur nemen. Ik vind het heel bevredigend dat ik verschillende organisaties heb overgehaald om dit mee te nemen in de berekening en dat het nu steeds meer standaard wordt.

4. Europese verbruikstests

De vierde fout is zowel fundamenteel als procedureel en heeft te maken met de politiek. In Europa hebben we ervoor gekozen om autofabrikanten zelf verantwoordelijk te maken voor het meten van hun uitstootgegevens. Weliswaar worden de metingen uitgevoerd door 'onafhankelijke instanties' maar 'wie betaalt bepaalt'. En dus zijn de auto's die worden getest helemaal geoptimaliseerd om zo goed mogelijk te presteren op de test: banden die veel te hard zijn opgepompt; naden die aerodynamisch zijn afgeplakt; het zuinigste eco-programma dat is geoptimaliseerd voor de test; alle verwarming en ventilatie uit, et cetera. Op een gegeven moment was de echte uitstoot wel 50% hoger dan in de Europese test!

In de Verenigde Staten heeft men gekozen voor een echt onafhankelijke waakhond: de EPA meet hier de uitstoot van auto's. Daarom kwam 'dieselgate' in de Verenigde Staten aan het licht toen onafhankelijke testen lieten zien dat Volkswagen (en andere autofabrikanten) 'sjoemelsoftware' gebruikte die detecteerde dat de auto werd getest en dan de motor anders afregelde. De conclusie is dat de gegevens uit de folder in Europa verre van realistisch zijn. Nu zegt u misschien: maar als elektrische auto's en verbrandingsauto's allebei onrealistisch goed uit de test komen valt dat toch tegen elkaar weg? Dit is echter niet het geval: bij verbrandingsauto's zit ruim 80% van de emissies in wat er uit de uitlaat komt, terwijl dit bij een elektrische auto veel minder is omdat een elektrische motor circa vier keer minder energie gebruikt. Dat is bijvoorbeeld de reden dat Volvo vaak wordt aan-

gehaald als een fabrikant waarbij het elektrificeringsvoordeel volgens eigen zeggen gering is. Nog afgezien van het feit dat ze de derde fout maken zijn de officiële gebruikscijfers van de Volvo-verbrandingsauto waarmee ze vergelijken wel 30% te optimistisch. En dat is niet uitzonderlijk. Dus tel bij de gegevens over brandstofgebruik en CO₂-uitstoot die je in de folder leest rustig 20-40% op als je er een realistische waarde van wilt maken.

5. Brandstofproductie

De vijfde fout is vergeten om de productie van brandstof mee te nemen. Op sociale media wordt vaak de uitstoot uit de uitlaat die in de folder staat vergeleken met de uitstoot van elektriciteitsopwekking die de elektrische auto heeft veroorzaakt. Nog afgezien van het feit dat dit getal in de folder niet realistisch is (zie vorige punt) verschijnt brandstof niet op magische wijze bij de benzinepomp. Hij moet eerst gevonden, opgepompt, vervoerd, gedestilleerd en afgeleverd worden. Het is niet zo makkelijk om te zeggen hoeveel uitstoot dit precies toevoegt omdat oliemaatschappijen die gegevens niet delen. Ook zijn er per olieplatform en raffinaderij grote verschillen tussen de extra energie die nodig is. Ten slotte blijkt de laatste tijd dat we de hoeveelheid methaan die ontsnapt bij de productie van olie schromelijk onderschat hebben (en methaan die vrij ontsnapt zonder eerst verbrand te zijn, is een zeer krachtig broeikasgas). In de praktijk raad ik mensen aan ongeveer 25% op te tellen bij de CO₂-uitstoot om de productie van brandstof te verdisconteren.

6. Systeemdenken

Maar de zesde en laatste fout vind ik verreweg de belangrijkste: gebrek aan systeemdenken. Het gaat er niet om hoeveel CO₂ de huidige elektrische auto uitstoot. Het gaat erom wat de overstap van brandstof naar elektrisch de komende decennia gaat doen met klimaatverandering en met onze portemonnee. En als je dan probeert om dat in een systeemmodel te vangen (mijn eigenlijke werk) dan zie je dat fossiele brandstof ruwweg even duur

en CO₂-intensief zal blijven terwijl de olie uiteindelijk opraaft omdat we hem ruim honderdduizend keer sneller opmaken dan hij is ontstaan. Elektrische auto's zullen echter steeds goedkoper worden: de ontwikkelingen rond batterijen zijn duizelingwekkend, en ook aan de aandrijflijn vinden we aan de TU Eindhoven nog veel verbeteringsmogelijkheden. Dat gebeurt op een heel voorspelbare manier waarop je vat kunt krijgen met zogenoemde leercurves. En dan blijkt dat het versnellen van deze transitie de consument en de maatschappij veel extra geld op gaat leveren. Dus vanuit puur economisch perspectief wordt het goedkoper als we deze omslag sneller maken.

En wat betreft de CO₂-uitstoot hoeven we van de verbrandingsauto weinig te verwachten. De technologie is volwassen en verandert nog maar weinig, en dat een liter benzine of diesel ongeveer drie keer zo veel CO₂-uitstoot (gerekend in kilogram) als dat er aan fossiele brandstof in gegaan is, dat is een chemisch feit dat niet zal veranderen. Nee, dan de elektrische auto. Lithium uit Australische mijnen wordt in toenemende mate gedolven met energie uit zonnecellen. Zon en wind leveren in toenemende mate de energie voor fabrieken waarin auto's geproduceerd worden. Het einddoel is een productie waarbij geen CO₂ wordt uitgestoten en een auto die vervolgens rijdt op elektriciteit die geen CO₂-uitstoot, waarna de materialen uit de batterij kunnen worden hergebruikt. Het zal de nodige tijd vragen maar er is geen fundamentele reden waarom elektrisch rijden niet vrijwel CO₂-vrij en vrijwel eeuwigdurend kan worden. Dus als u mensen hoort beweren dat de elektrische auto vrijwel evenveel CO₂ uitstoot als een traditionele brandstofauto, geef ze dan dit artikel. Want het is echt een fabeltje.

Auke Hoekstra is expert elektrische mobiliteit aan de Technische Universiteit Eindhoven. Hij is daar ook programmadirecteur NEON research en maakt interactieve *agent-based digital twins* om de transitie naar duurzame energie mee te versnellen. a.e.hoekstra@tue.nl