

DE DOORBRAAK VAN DE
ELEKTRISCHE AUTO

INKIJKEXEMPLAAR

Inhoudsopgave

Voorwoord	13
1. 2018: het jaar van de doorbraak?	15
Het licht gezien	16
2018-2019	17
Doelstellingen	17
Onderzoek	18
Nog een weg te gaan	19
Nederland en België	20
De toekomst is elektrisch	21
Exponentiële groei	22
2. Elektrisch rijden in de praktijk	25
Stilte	25
Alles met één pedaal (One-pedal driving)	26
Zuinig rijden	27
Niet meer schakelen	28
Snelheid	29
Invloed van het weer: kou, wind en regen	30
Nooit meer krabben	30
Altijd met een ‘volle tank’ vertrekken	31
Onderweg tanken bijladen	31
Extra opbergruimte	32
Trekhaak?	33
3. Is een EV goedkoper?	37
Totale kosten (TCO)	37
Elektriciteit versus fossiele brandstof	40
Financiële voordelen	41
Zakelijke voordelen	42
Minder onderhoud	43
Waardevermindering (afschrijving)	44
Zonnepanelen	48
Wanneer is het niet goedkoper?	49

Duurzaam investeren kan geld opleveren	50
4. Laden en laadpalen	53
Typen laadkabels en aansluitingen	53
Regulier stopcontact (Schuko)	53
CEE-stekker	54
Type 1-stekker (Yazaki)	54
Type 2-stekker (Mennekes)	56
CHAdEMo-stekker	57
CCS-stekker (Combined Charging System)	57
Thuisladen	58
Een eigen laadpaal	59
Groepenkast en fasen	62
Laadpaal aanvragen	63
Openbare laadpalen	64
Tarieven	67
Laadpaal-etiquette	68
Laden op het werk	70
Heeft het zin zonder eigen laadpaal?	71
Laadpleinen, hotels en restaurants	71
5. Omgaan met de (beperkte) actieradius van de accu	73
Hoeveel km-bereik heb je nodig?	73
Resterende kilometers zeggen niet zo veel	74
Rijstijl	75
Regeneratie	76
Zomer en winter	77
De invloed van wind en regen	79
Velgen en banden	79
‘Hypermilen’	81
Wat als de accu (bijna) leeg is?	82
Wat claimt de fabrikant? (NEDC/EPA/WLTP)	85
6. Op reis of op vakantie met een EV	89
Haalbare afstanden	89
Onhaalbare afstanden	89

Routeplanning	90
Plan B	91
Laadpassen	92
Hotels	92
Kabels en adapters	94
Geen laadpalen, wat nu?	94
Caravan of aanhangwagen	94
Is het te doen?	95
7. Het einde van het fossiele tijdperk	97
Verbranding van fossiele bronnen	98
De inefficiëntie van de verbrandingsmotor	100
Olievoorraad	101
Risico's	103
Toekomst	105
8. Hoe milieuvriendelijk zijn EV's?	107
Fijnstof in steden	110
Elektrische auto is <i>niet</i> beter voor het milieu?	112
Onderzoeken	113
Veel te verliezen	114
De vervuiling van de accuproductie	116
Analyse	118
Berekening CO ₂ accu en brandstof	121
Definitie van een autoleven	123
Meer scenario's	124
Groene en grijze stroom	126
Grijze stroom vergroend	129
Maakt het verschil?	131
Ontkenning	134
Elektrisch rijden wordt steeds groener	135
9. Wat is de levensduur van een accu?	137
Verschil	137
Energiebeheer	138
Accutechniek	138

Veroudering	139
Onderlinge verschillen	140
Accumanagement	141
Niet helemaal vol, niet helemaal leeg	142
Levensduur	143
Garantie	145
Is snelladen slecht?	147
Toekomstige accutechnologie	147
10. Is waterstof een (beter) alternatief?	151
Wat is waterstof?	151
Vergelijkbaar met een brandstofauto	152
Is het goedkoper?	154
Belangen	155
Beschikbare waterstofauto's	156
Levensduur	157
Waarvoor waterstof nuttiger is	157
11. De historie van de elektrische auto	161
Ook vroeger al voordelen	161
Eenvoudig te starten	162
De doorbraak van de fossiele auto	163
1950-1990	165
EV1 (1996-2003)	165
Voortijdig einde elektrisch tijdperk	168
Tesla Roadster (2008-2012)	169
12. Overzicht van alle elektrische auto's	171
Verkoopcijfers	171
Overzicht per merk	172
BMW i3(s)	173
Jaguar I-Pace	176
Hyundai Ioniq Electric	177
Hyundai Kona Electric (Kia Niro EV)	177
Kia Soul EV	178
Mitsubishi i-MiEV	

(Citroen C-Zero / Peugeot iOn)	179
Nissan Leaf	180
Opel Ampera-E (Chevrolet Bolt)	181
Renault Zoé	182
Volkswagen e-Golf	183
Volkswagen e-Up	184
Smart ForTwo ED	184
Smart ForFour ED	185
Tesla Model S	185
Tesla Model X	186
Tesla Model 3	187
Overige modellen	188
Conceptmodellen (2019 of later)	190
13. Toekomst	193
Problemen en oplossingen	193
Inductieladen	195
Met je auto je huis van stroom voorzien (V2G)	196
Huisaccu (PowerWall)	197
Laadpaal voor gelijkstroom (DC)	197
Slim laden	198
Europese snellaadstations (Ionomy)	199
Zelfrijdende auto's	200
14. De omgekeerde wereld	201
Begrippenlijst	210
Index	214

Voorwoord

Ik heb *De Doorbraak van de Elektrische Auto* van Jeroen Horlings met plezier gelezen. Het is een heel uitgebreid verhaal dat gaat over de achtergronden, het heden en de toekomst van de elektrische auto. Iets waarmee ik zelf ook behoorlijk bezig ben geweest de afgelopen jaren.

In 2011 begon ik met elektrisch rijden. Wat was voor mij de belangrijkste reden? Eigenlijk vooral mijn bezorgdheid over olie. Naast 10% aan de luchtvaart, 10% aan de scheepvaart en 25% aan vrachtwagens gaat maar liefst 50% van alle olie op aan personenauto's. Dat is niet goed voor het klimaat en het zorgt ook voor veel politieke ellende. Dat was voor mij persoonlijk de belangrijkste motivatie waarom ik begon met elektrisch rijden.

Maar voor de meeste mensen zullen er andere motivaties zijn, namelijk de drie G's: gewin, genot en gemak. Het rijdt verrukkelijk: het is lekker stil, zelfs de kleinste elektrische auto's accelereren als een malle. En het is ook gewoon goedkoop rijden. Dat zijn denk ik de belangrijkste redenen dat de hele wereld overgaat naar elektrisch rijden.

Ik begon in 2011 met een Nissan Leaf. Die kon op dat moment slechts 100 kilometer ver rijden, er waren in het hele land maar 90 laadpalen en er bestonden ook nog geen apps om die te vinden. En het kwam met regelmaat voor dat ik gered moest worden door een 'plofauto' omdat ik weer ergens vaststond met een lege accu.

Sinds 2013 ben ik overgestapt naar een Tesla Model S en vanaf dat moment werd het gewoon fantastisch. In die tijd kwamen de snelladers en de apps en ging het in Nederland eigenlijk altijd goed. Toen was het echt heerlijk rijden.

Ik heb nu een Tesla Model X en met behulp van AutoPilot rijd ik eigenlijk zelf niet meer, maar doet de auto dat zelf. En dat is ook weer een gigantisch grote verandering.

Dit boek gaat over alles wat je maar over elektrische auto's zou willen weten en wat je nodig hebt om te beslissen wat voor jou de beste opties zijn. Het gaat over range anxiety en of dat echt een probleem is, over laadpalen, laadpassen en laadtarieven. Ook de *Total Cost of Ownership* komt uitgebreid aan bod, om te bepalen of elektrische auto's in verschillende situaties nu al goedkoper zijn. Verder kun je lezen welke modellen er op dit moment zijn, inclusief de belangrijkste verschillen.

Wat ik ook leuk vind, is dat Jeroen verder gaat dan dat. Hij schrijft bijvoorbeeld over of waterstof - ook een soort elektrische auto - een beter alternatief is. Het antwoord is nee. Verder schrijft hij over de transitie van fossiele brandstof naar duurzame energie en de matige energie-efficiëntie van benzine- en dieselauto's. Het boek besluit met een blik op de toekomst. En dan hebben we het over zelfrijdende auto's.

In de toekomst hebben we namelijk volledig zelfrijdende elektrische auto's. Autobezit zal grotendeels verdwijnen waardoor we vier keer minder auto's nodig hebben dan nu. Zelfrijdende auto's zullen zichzelf parkeren, of naar een volgende passagier doorrijden. En ook daarvoor leent een elektrische auto zich het beste. Oftewel de wereld gaat massaal elektrisch rijden vanwege de drie G's en de tweede grote revolutie wordt autonoom rijden, maar daar verschijnt vast wel weer een volgend boek over.

Vincent Everts

trendwatcher en elektrisch rijder van het eerste uur

www.vincenteverts.nl

2018: het jaar van de doorbraak?

Het jaar 2018 lijkt de doorbraak te worden van elektrische auto's. Na plug-in hybrides luiden deze de volgende fase in van de transitie naar duurzamer transport, schonere steden en simpelweg een fijnere rij-ervaring. Een jaar of zes terug was je nog een *early adopter* als je in een elektrische auto reed, want de eerste modellen hadden een beperkt bereik, er waren amper laadpalen en de maatschappij was er nog niet op ingesteld. Maar sinds begin 2018 rijden er alleen al in Nederland meer dan 25.000 volledig elektrische auto's rond (bovenop de ruim 100.000 plug-in hybrides) en alleen al dit jaar zullen er 15.000 elektrische auto's bijkomen. De verkoop van elektrische auto's is in het eerste kwartaal van 2018 meer dan verdubbeld¹ ten opzichte van vorig jaar; een groei van maar liefst 136%! Die elektrische trend zien we ook op andere vlakken; in Amsterdam is 16% van de taxi's volledig elektrisch, rijden er op Schiphol elektrische bussen en zijn er elektrische pontjes besteld om binnenkort CO₂-neutraal het IJ over te kunnen steken.

Over de laadinfrastructuur in Nederland valt niet echt te klagen: nergens ter wereld staan er zoveel laadpalen per vierkante meter als hier. Eind maart 2018 waren er ruim 35.000 laadpalen, waarvan de helft 24 uur per dag publiek toegankelijk zijn en de andere helft semi-publiek (bijvoorbeeld bij kantoren en in parkeergarages). Er staan maar liefst 80.000 laadpalen op privéterrein, zoals op de oprit van een woonhuis. Verder zijn er 845 snelladers op 181 verschillende punten, waar je je auto in grofweg een half uurtje weer kunt volladen. Tegelijkertijd worden er plannen uitgerold om heel Europa te voorzien van nog eens 400 universele snellaadstations waar je zelfs in enkele minuten je auto helemaal kunt volladen. En bij de 22 Supercharger-locaties in de Benelux zijn Tesla's al binnen circa een half uurtje 80% opgeladen.

1

raivereniging.nl/pers/persberichten/2018-q2/0406-elektrische-auto-populair-in-2018.html

Het licht gezien

Nieuw is ook het feit dat traditionele autofabrikanten het licht lijken te hebben gezien. Hoewel de verkoop zowel absoluut als relatief nog weinig voorstelt ten opzichte van auto's met een verbrandingsmotor, kan de auto-industrie niet om de toegenomen vraag heen (vooral omdat verwacht wordt dat deze exponentieel zal gaan stijgen, waardoor de vraag al op korte termijn enorm kan toenemen). Er is ondertussen bijna geen automerk meer te vinden dat het afgelopen jaar geen grote aankondigingen heeft gedaan.

Zo heeft Volkswagen - ook eigenaar van Audi, Lamborghini, Porsche en Škoda - aangekondigd om 34 miljard euro te investeren² in nieuwe fabrieken en accu's. In 2022 wil de fabrikant op 16 locaties elektrische auto's produceren, wat rond 2025 moet resulteren in een productie van drie miljoen EV's per jaar en maar liefst 80 verschillende elektrische modellen. Volvo kondigde aan dat men vanaf 2019 alleen nog auto's met een elektromotor wil verkopen (hybride meegerekend), wat gevolgd werd door Jaguar Land Rover en Mercedes (vanaf 2022).

Renault, Nissan en Mitsubishi zijn een samenwerkingsverband aangegaan om binnen nu en 2022 twaalf nieuwe volledig elektrische modellen uit te brengen. Audi wil in 2020 drie elektrische auto's in het assortiment hebben en ook Ford wil in 2022 minimaal veertien volledig elektrische modellen aanbieden en doet daarvoor 11 miljard dollar aan investeringen. Ook BMW, dat verwacht eind 2019 een half miljoen exemplaren verkocht te hebben, heeft plannen om uiterlijk in 2025 twaalf volledig elektrisch aangedreven modellen op de markt te hebben die minimaal 700 km kunnen rijden. Nissan verwacht zelfs een miljoen EV's per jaar te verkopen in 2022. Ook Toyota, dat momenteel helemaal geen elektrische auto's aanbiedt, heeft aangekondigd dat het hierin gaat investeren.

2018-2019

Het jaar 2018 belooft samen met 2019 baanbrekend te worden. Zo is de nieuwe generatie Nissan Leaf nu echt een volwassen auto geworden, oogst Hyundai veel lof voor de dit jaar beschikbare Kona en betreedt Jaguar met de I-Pace voor het eerst het hoger gelegen terrein waar Tesla tot nu toe alleenheerser was. Het wordt nog druk in dat segment, want ook Audi's e-tron moet dit jaar nog op de markt komen en Porsche's Mission E sportwagen wordt rond de jaarwisseling 2018-2019 verwacht. Tesla's betaalbare Model 3 werd aanvankelijk ook nog in 2018 verwacht, maar omdat de geautomatiseerde productielijn nog niet op orde is - en Amerikaanse en Canadese orders voor gaan - worden Europese orders waarschijnlijk pas in 2019 geleverd. Al met al zijn het allemaal tekenen dat de markt voor elektrische auto's volwassen wordt; er is meer keus, er komen meerdere prijssegmenten en het accubereik neemt nu ook snel toe.

De nieuwe auto's vormen een mooie aanvulling op het reeds bestaande segment dat ook al langzaam compleet begon te worden. Veel EV's zijn nieuw voor € 35.000 of minder te koop en bieden daarvoor een mooi bereik van 300 km of meer. Denk bijvoorbeeld aan de nieuwe Nissan Leaf, de Renault Zoe en de Opel Ampera-E (die overigens vrijwel niet leverbaar is). Tegelijkertijd zijn er ook andere betaalbare EV's op de markt, zij het met een iets lager bereik, zoals de BMW i3, Volkswagen e-Golf en de Hyundai Ioniq Electric. De Tesla Model S en X kunnen dankzij hun grote accu's het hele land doorkruisen, al hebben ze een fors prijskaartje dat niet voor iedereen is weggelegd.

Doelstellingen

Als het aan de Nederlandse overheid ligt, worden auto's op benzine, diesel en gas uitgefaseerd. In 2020 moet 10% van alle nieuwe auto's in ieder geval gedeeltelijk elektrisch zijn, inclusief oplaadmogelijkheid (lees: hij moet dus een accu en een stekker hebben).

In 2025 moet dat 50% zijn, waarvan minimaal 30%, dus 15% van het totaal, volledig elektrisch moet zijn. En in 2030 moeten *alle* nieuwe auto's 'emissieloos' zijn. De verkoop van nieuwe diesel- en benzineauto's wordt dan, zoals het nu geformuleerd wordt, volledig gestaakt. Rond de zomer van 2018 worden de definitieve kabinetsplannen aangekondigd met de duurzaamheidsagenda voor de komende jaren, waaronder elektrische auto's, zonnepanelen, duurzame energie en het uitfaseren van fossiele energie-opwekkers zoals kolencentrales.

Onderzoek

Uit eigen onderzoek, gehouden in februari en maart 2018 op basis van ruim 800 respondenten, bleek dat maar liefst 62% van de autorijders met verbrandingsmotor overweegt binnen nu en vijf jaar elektrisch te gaan rijden en 20% verwacht dat zelfs al binnen twee jaar te doen. Slechts een minderheid van 38% ziet er voorlopig nog niets in. Het onderzoek bevestigt overtuigend de tevredenheid van EV-bezitters: maar liefst 86% zegt nooit meer een auto op fossiele brandstof aan te zullen schaffen. Verder legde het enkele opvallende verschillen bloot tussen de 'fossielen' (brandstofauto's) en 'elektrieken' (EV's). Waar de eerste groep zich veel zorgen maakt of je wel voldoende kilometers kunt maken met een EV (54%) is die vrees onder de tweede groep slechts 28%. Tegelijkertijd maakt 26% zich druk over de levensduur van de accu, tegenover slechts 5% van de elektrieken. Verder viel op dat brandstofrijders over het algemeen positief staan ten opzichte van elektrisch rijden, maar dat EV-rijders, die dus uit ervaring spreken, veel enthousiaster zijn over de veronderstelde voordelen. Zoals het rijgedrag (49% vs 94%), milieubewustzijn (65% vs 93%), geen motorlawaai (59% vs 92%), altijd met een volle 'tank' vertrekken (41% vs 81%) en minder kosten voor onderhoud (68% vs 83%). Het hele onderzoek is te lezen op www.elektrischeauto.nu³

Nog een weg te gaan

Tegelijkertijd is er nog een lange weg te gaan. Gemiddeld is minder dan 3% van alle nieuw verkochte auto's 100% elektrisch in Nederland. Wereldwijd rijden er sinds begin 2018 zo'n 3,2 miljoen auto's met een accu en een stekker rond⁴, waarvan bijna een miljoen in het afgelopen jaar (2017) werden verkocht. In relatieve zin staat Nederland wereldwijd op de tweede plaats wat betreft het aantal volledig elektrische auto's, boven Zweden, Frankrijk, Engeland, China en de VS. In absolute zin rijden er in de VS en China beduidend meer elektrische auto's rond - in die twee landen rijdt meer dan de helft van alle EV's ter wereld. Met name China is hard op weg om wereldwijd de grootste speler te worden, zowel als producent als wat betreft het aantal verkopen. China heeft ambitieuze ambities gesteld om de transitie van fossiel naar elektrisch vervoer te bespoedigen. Niet alleen om de klimaatdoelen van Parijs te halen en de CO₂-uitstoot drastisch te verminderen, maar vooral ook omdat smog in grote steden tot enorme problemen leidt.

In Europa steekt Noorwegen er met kop en schouders bovenuit, met cijfers die bijna surrealistisch zijn. In juni 2017 was maar liefst 42% van alle nieuw verkochte auto's (deels) elektrisch en als je naar het gehele autopark kijkt, is dat in totaal zelfs al 20%! Het gaat om maar liefst 130.000 auto's op een bevolking van 5,2 miljoen. Dat komt met name doordat de overheid zeer ambitieuze doelen heeft gesteld: al in 2025 moeten alle nieuwe auto's elektrisch zijn (iets waarbij het doel van 15% in Nederland in datzelfde jaar nogal schril afsteekt). Door belastingmaatregelen en verkoopprijzen zonder BTW zijn elektrische auto's veelal goedkoper dan hun fossiele equivalent (zoals de e-Golf versus de reguliere Golf). Elektrische auto's mogen daar op de busbaan rijden en gebruik maken van spitsstroken, waardoor ze letterlijk langs de file rijden. Volgens de Noren scheelt dit in het drukker bevolkte zuiden al snel 20 tot 30 minuten per dag. Ook moeten bestuurders

van fossiele auto's geld betalen om de stad in te komen - € 7 per keer - terwijl elektrische rijders daarvan vrijgesteld zijn (het kenteken van EV's begint met een E waardoor ze makkelijk herkenbaar zijn). Ook zijn er veel gratis parkeerplaatsen speciaal voor EV's, inclusief laadmogelijkheden. Je bent een dief van je portemonnee als je in Noorwegen niet elektrisch rijdt⁵ - nog los van de impact op het milieu (Noorwegen heeft zich tevens tot doel gesteld om in 2030 helemaal CO₂-neutraal te zijn). Tegelijkertijd wordt het land schatrijk met het exporteren van olie aan landen die nog volledig afhankelijk zijn van fossiele energie. Noorwegen zelf wekt haar energie grotendeels op met hydro-elektrische krachtcentrales, waarbij de energie afkomstig is van watervallen, rivieren en wind.

Nederland en België

In Nederland en België loopt het allemaal nog niet zo hard als in Noorwegen. In België geldt een belastingvrijstelling voor de 'inverkeerstelling', krijgen particuliere EV-kopers € 4.000 subsidie en mogen bedrijven kosten voor 120% aftrekken. In Nederland geldt een vrijstelling voor de wegenbelasting voor EV's, een gunstige bijtelling (4%) voor zakelijke rijders en een aantal subsidies voor investeringen. Maar de bijtelling voor elektrische en hybride voertuigen was enkele jaren geleden nog veel lager (0%) en wordt vanaf 2019 - veel te vroeg! - deels afgeschaft. Andere stimuleringsmaatregelen, zoals een vrijstelling van de BTW, speciale rijbanen, gratis parkeerplaatsen of subsidie voor consumenten blijven vooralsnog uit. Vooral voor particulieren zijn de financiële voordelen op korte termijn daardoor beperkt. Dat komt ook doordat de aanschafprijs van elektrische auto's momenteel nog hoger is dan die van de equivalenten op fossiele brandstof. De voordelen, zoals minder onderhoud en lagere kosten voor transport, gelden vooral op lange termijn en mensen richten zich vaak (onbewust) op de korte termijn.

5

'Je bent een gek als je hier benzine rijdt' - Artikel in AD 2 december 2017

Wat ook niet bijdraagt aan de adoptie van elektrische auto's is dat het tweedehands aanbod logischerwijs nog beperkt is. De meeste EV's zijn niet ouder dan vijf jaar, waardoor de prijzen relatief hoog zijn, nog los van alle voor- en nadelen van een (oudere) EV. Tegelijkertijd is dit wel het begin; het zal niet lang meer duren voor de instapprijzen dalen. Op het moment van schrijven werden Amsterdamse Tesla-taxi's (Model S 85D) uit 2014 massaal aangeboden met prijzen vanaf € 35.000 exclusief BTW. Uiteraard hadden deze heel wat kilometers op de teller staan, meestal rond de 250.000, maar de accu's bleken nog uitstekend te presteren (circa 8% degradatie). Wie goed zoekt, kan al tweedehands EV's vinden vanaf zo'n € 7.000 - al dan niet via import uit het buitenland.

De toekomst is elektrisch

Ondanks dat er ook nog nadelen aan elektrische auto's kleven, zijn analisten vrijwel zeker van een elektrische toekomst. Volgens schattingen zal het aantal EV's eind dit jaar wereldwijd tussen 4 tot 5 miljoen stuks zitten. Onderzoekers van UBS verwachten⁶ dat er in 2021 meer dan 3 miljoen nieuwe EV's per jaar verkocht worden, wat groeit naar ruim 14 miljoen in 2025. Dat sluit aan bij de groei die we momenteel zien. In het eerste kwartaal van 2017 werden er in de Europese Unie bijna 50% meer elektrische auto's verkocht dan in hetzelfde kwartaal een jaar eerder en in Nederland is deze toename zelfs meer dan verdubbeld. De kosten voor accu's nemen ieder jaar af, terwijl datzelfde geldt voor het gewicht. Zo gebruikt de nieuwe Tesla Model 3 nieuwe '2170'-accucellen, die een hogere energiedichtheid bevatten dan de gebruikelijke '18650'-lithium-ion-cellen. Er passen dus meer accucellen in een auto, terwijl ze minder kosten. Waar een grote accu nu tienduizenden euro's kan kosten, zal de kostprijs rond 2020-2025 vermoedelijk rond circa 5.000 euro liggen.

6

www.forbes.com/sites/neilwinton/2017/05/22/electric-car-price-parity-expected-next-year-report/#45f78d807922

Onderzoeksbureau Bloomberg verwacht⁷ dat een elektrische auto rond 2022 zonder subsidies en belastingvoordelen dezelfde nieuwprijs zal hebben als een vergelijkbare auto met verbrandingsmotor. De TCO - de 'Total Cost of Ownership', oftewel het kostenplaatje gedurende de hele levensduur - is nu in veel situaties al gunstiger, maar dan zal dit helemaal een no-brainer zijn; stroom is immers veel goedkoper dan fossiele brandstof en het onderhoud is ook veel minder kostbaar.

Exponentiële groei

Wanneer is de meerderheid van alle nieuw verkochte auto's elektrisch? Dat is afhankelijk van verschillende factoren en omstandigheden. In Noorwegen is het omslagpunt nu al bijna bereikt, maar voor de rest van de wereld zal het langer duren. Toch zou het wel eens een stuk sneller kunnen gaan dan menigeen denkt. Vaak wordt uitgegaan van lineaire groei; een logische groei die min of meer hetzelfde is als de groei in het recente verleden, zoals het jaar ervoor. Maar het is aannemelijker dat de groei exponentieel zal zijn, oftewel tussentijds versnelt. Er is dan sprake van een kantelpunt, waarna alles ineens veel sneller gaat dan voorheen. Een elektrische auto is momenteel nog min of meer iets bijzonders, maar wanneer het een normaal straatbeeld wordt, zullen mensen ook eerder geneigd zijn met de trend mee te gaan.

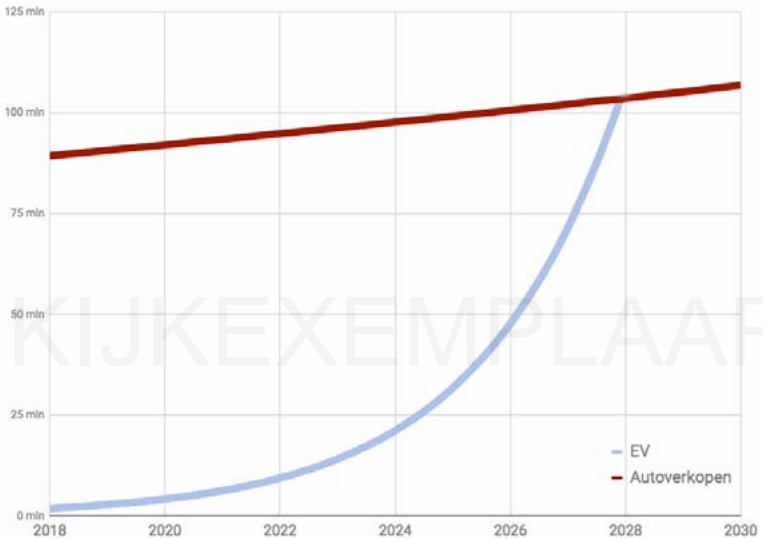
Daarnaast kunnen er impulsen zijn die de groei aanwakkeren. Denk bijvoorbeeld aan de brede beschikbaarheid van EV's in alle soorten en maten, die relatief betaalbaar zijn en waarmee je makkelijk op reis kunt (ofwel door een groot bereik of door zeer snel te kunnen bijladen - of beide). Wanneer elektrische auto's goedkoper zullen zijn dan hun fossiele equivalenten, wat binnen vier jaar dus vermoedelijk zo zal zijn, zullen mensen eerder overstag gaan. En wanneer er meer flatfee-abonnementen komen voor laadpalen - onbeperkt laden voor een vaste prijs - zal dat ook een sterke impuls zijn. Dit alles kan eventueel nog versneld worden

7

www.theguardian.com/environment/2016/feb/25/electric-cars-will-be-cheaper-than-conventional-vehicles-by-2022

met subsidies of stimulerende maatregelen, zoals in Noorwegen.

Maar ook externe factoren kunnen een grote rol spelen. Als de olieprijs sterk stijgt en de prijs van elektriciteit min of meer gelijk blijft, zal een EV in gebruik nog aantrekkelijker worden. Hetzelfde geldt wanneer gemeenten meer maatregelen treffen om vervuillende auto's uit binnensteden te weren.



Maar zelfs als er geen grote schokbewegingen plaatsvinden en de huidige groei van 50 tot 140% per jaar aanhoudt, zullen vrijwel alle auto's rond 2028 elektrisch zijn. Dat is te zien aan de bovenstaande grafiek. De bovenste lijn toont de wereldwijde autoverkopen, met een gemiddelde groei van 1,5% per jaar.

Het ijkpunt wordt gevormd door de 88 miljoen auto's die wereldwijd verkocht werden in 2017. In vergelijking daarmee stellen de 1 miljoen elektrische auto's in datzelfde jaar niet veel voor. Maar als we uitgaan van een jaarlijkse groei van 50% van de verkoop

van elektrische auto's, wat de afgelopen jaren het geval was maar ondertussen misschien zelfs wat te conservatief is, zal de groei exponentieel stijgen⁸. Op basis van deze ruwe schatting zullen rond 2028 vrijwel alle nieuw verkochte auto's elektrisch zijn. Die exponentiële groeicurve wordt aangegeven met de onderste lijn.

Nu is dit slechts een voorbeeld op basis van recente groeicijfers, maar het kan zelfs nog harder gaan dan in de grafiek wordt verondersteld. Disruptie heeft vaak een S-curve, met een lijn die op een bepaald moment plotseling veel sterker groeit dan eerder. Denk bijvoorbeeld aan de plotseling groei van de verkoop van smartphones of digitale camera's; binnen tien jaar had vrijwel iedereen er eentje en wilde niemand nog terug naar vroeger. Hetzelfde geldt voor de opkomst van het internet; in de jaren negentig nog iets voor nerds, maar tien jaar later gebruikte iedereen het. De markt kan er binnen tien jaar dus compleet anders uitzien, ook op het gebied van elektrische auto's. Mogelijk zitten we al dicht tegen die S-curve aan - het kantelpunt. Oftewel het punt van de grote doorbraak.

Index

Symbolen

1 fase 59, 62
1x25A 59
1x35A 59
1x40A 63
3 fasen 59, 62
3x16A 63
3x25A 59, 63
3x35A 60
3x40A 60
2030 47
2170 accucel 153
18650 accucel 153

A

aanhangwagen 33, 94
aanschafkosten 194
accubereik 73
accucapaciteit 143
accucel 139
accudegradatie 139, 144, 145
accuduur 83
accu levensduur 137
accumanagement 141
accuontlading 143
accupacks 138
accuproductie 117, 118
accu-recycling 117, 131
accuverwarming 140, 142
actieradius 89
afschrijving 37, 44
Allegro 68, 193
aluminium 107
ampère 60, 62, 63, 137

Ampère 139
Amsterdam Arena 131
apps 31, 67, 84, 90
Audi e-tron Quattro 17, 190, 199
autobanden 111
Autocharge 71
autoleven 123
AutoPilot 82, 186, 187, 188, 200,
210
autoproductie 118
auto van de zaak 42
AWD 33

B

banden 79
bandenspanning 81
Battery Management System 140,
141
Belastingdienst 59
belastingen 37
belastingvrijstelling 20
bereik 193
bewegende delen 123
bijladen 32
bijtelling 42
blockchain 117
BMW i3 17, 29, 32, 51, 56, 173
BPM 41
brandstofcel 151, 154
brandstofproductie 118
brandstoftank 153
Bugatti Veyron 29
ByD E6 189
Byton 191

C

caravan 33, 94
CCS 57, 94, 181, 188
Chademo 57, 94, 179, 180
Chargepoint 66
Chevrolet Bolt 181
China 112, 130
Citroën C-Zero 179
CO₂ 52, 97, 98, 112, 118, 122,
127, 132, 151

D

DC-lader 198
Destination Chargers 93
distributieriem 43
druppel 60, 67

E

efficiëntie 100
Electrovette 165
elektriciteit 40
elektriciteitskosten 48
elektrificatie 135
elektrische bussen 52
elektrische veerboten 51
elektrolyse 151
elektromotor 43, 77, 111
energiebeheer 138
energiebelasting 197
energie dichtheid 101
energieopslag 146
energieverbruik 33, 98
EPA 86, 88
EV1 166
EV-Company 66

F

Faraday Future FF91 190
Fastned 68, 94, 142, 182, 193
Fiat 500E 189
fijnstof 107, 110, 111
filerijden 77
financiering 37
flatfee-abonnementen 68, 194
FlowCharging 66
fossiele brandstof 100
fossiele brandstoffen 50
frunk 32
Fuel Cell Electric Vehicle 151

G

garage 58
garantie 146
gascentrale 99
gelijkstroom 55
General Motors 166
gezondheid 109
Gigafactory 120, 135
gratis laden 72
Greenpeace 127
grijze stroom 107, 118, 127
groene stroom 48, 113, 122, 126
groepenkast 63
Guess-O-Meter 74

H

heffingskorting 49
Henney Kilowatt 165
het nieuwe tanken 156
hotel 92
huisaccu 197
hypermilen 81
Hyundai Ioniq 17, 177

Hyundai Kona 17, 29, 177, 193

I

India 130

inductieladen 195

industriële revolutie 97

inverkeerstelling 41

Ionity 142, 199

J

Jaguar I-Pace 29, 32, 176

K

kabelmat 58

kernenergie 99

Kia Soul EV 56, 178

kilowattuurmeter 59

klimaataakkoord 130, 134

klimaatverandering 97, 102

kobalt 131, 148

koelsysteem 141

koelsystemen 142

kolencentrales 99, 107, 130

koolstof 152

koolstofdioxide 97

koolstofemissie 100

kostenbesparing 51

kostenplaatje 37, 49

kou 30, 78

koude accu 78, 85

krabben 31

krachtstroom 63

kW 40, 55, 68

kWh 87

L

laadcycli 139, 145

laadhistorie 141

laadinfrastructuur 128, 194

laadkabel 58

laadpaal 41, 59, 60, 62, 90, 94

laadpaal aanvragen 64

laadpaal-etiquette 68

laadpalen 194

laadpas 65, 66, 92

laadpleinen 72

laadpunt 58

laadvermogen 60

levensduur 45, 135

lithium 117, 137

lithium-cobalt 138

lithium-lucht-accu 148

lithium-mangaan 138

LMO 138, 140

load balancer 60, 199

lobbyclubs 115

luchtkoeling 140

luchtvervuiling 109

luchtweerstand 30, 75, 79, 81

Lynk & Co 191

M

maanrover 165

maximale koppel 29

maximumsnelheid 28

Mennekes 56

Mercedes B electric drive 189

meterkast 59, 62

MIA 42

miljoen kilometers 44

Mitsubishi i-MiEV 56, 172

Mitsubishi Outlander 56

muurlader 59

N

navigatiesoftware 90
navigatiesysteem 83, 84
NCA 138, 140
NEDC 85
NewMotion 65
Nissan e-NV200 188
Nissan Leaf 17, 29, 56, 180
NMC 139, 140
Noorwegen 19, 51

O

olie 103
oliegiganten 169
olievoorraad 101
onderhoud 43, 167
one-pedal driving 26, 76, 184
Opel Ampera-E 17, 181
openbare laadpaal 64
oprit 58

P

paarden 161
parkeergarage 58
Peugeot iOn 179
PHEV 56
plan B 91
planning 95
Plugless 195
Plugsurfing 66
Porsche Mission E 190, 199
PowerWall 197
ppmv 98, 132
praktijktest 87
ProPilot 180, 200

R

raffinage 118
range anxiety 73, 83
recordpoging 82
recycling 131
regeneratie 26, 76, 78
regeneratief remmen 26, 43, 111
remschijven 43, 111
Renault Fluence ZE 189
Renault Kangoo ZE 188
Renault Zoe 17, 56
Renault Zoé 182
restwaarde 39
rijstijl 75
routeplanners 90

S

salderen 197
saldierungsregeling 49, 61
schakelbak 43
schakelen 28
Schuko 53
seizoensopslag 158
Shell 68, 193
slim laden 196, 198
Smart ForFour 185
Smart ForTwo 184
smog 112
snelladen 141, 147
snelladers 68
solid-state accu 148
solid-state-accu 148
staal 107
State of Charge 84
steenool 129
stikstofoxiden 107
stilte 25

stopcontact 53, 58, 94
stroomgenerator 82
subsidie 20, 102
Superchargers 142, 147, 186

T

tankstations 159
TCO 22, 37, 52
Tennet 198
terugverdientijd 48
Tesla Model 3 187
Tesla Model S 17, 29, 171, 185
Tesla Model X 17, 29, 51, 171, 186
Tesla Roadster 169, 191
Tesla Semi 52
thuisbatterij 197
thuisladen 58, 61
toekomst 193
transitie 50, 114
trekhaak 33
Trump 115, 130, 134
tweedehands 38, 146, 195
Type 1 54, 94
Type 2 56, 60, 94

U

uitstoot 118
Umicore 131

V

V2G 136, 180, 196
vakantie 89, 95
Vandebon 198
vastrechtkosten 63
Vehicle-to-Grid 196
veiligheidsmarge 82
velgen 79

verbrandingsmotor 100, 129, 167
verlengde huisaansluiting 58
verlengkabel 94
veroudering 141
voertuigemissie 107
Volkswagen e-Golf 17, 183
Volkswagen e-Up 184
Volkswagen I.D. 190
voorverwarmen 30, 77

W

warmtepomp 182
waterstof 114, 151, 154
waterstofauto 153
waterstofgas 152
Wattuur 77, 137
wegenbelasting 41
Wh 40, 77
windmolens 122
windparken 128
winterbanden 80
wisselstroom 55, 59
WLTP 86, 88

Y

Yazaki 54
youngtimer 50

Z

zakelijke bijtelling 39
zelfrijdende auto's 200
zero emission 107, 129, 135, 166
zomerbanden 80
zonnepanelen 41, 48, 61, 122, 128
zuinig rijden 27
zuurstof 152
zware metalen 136