

## Enkele opmerkingen bij het artikel van KK over energiegebruik en klimaateffect van TGV's

1. Knip gaat al meteen de fout in door een factor negen op klimaateffect gelijk te stellen aan een factor negen op energiegebruik. Dat is onjuist omdat bij luchtvaart allerlei effecten optreden naast het effect van CO<sub>2</sub>. Historisch gezien dragen de korte termijn (afgelopen jaar) niet-CO<sub>2</sub> effecten ongeveer net zoveel bij aan klimaatverandering als de effecten van de cumulatieve luchtvaart CO<sub>2</sub> emissies sinds 1945. Aan de andere kant is het beter om alleen naar CO<sub>2</sub> te kijken. En dan geldt nog steeds dat energie-vliegtuig/energie-trein niet gelijk is aan emissies\_vliegtuig/emissies\_trein omdat weliswaar de emissiefactor van de energiebron van vliegtuigen (kerosine) zeer constant is, maar van de trein (elektriciteit, diesel) helemaal niet. Voor elektriciteit geldt dat CO<sub>2</sub> uitstoot per MJ sterk varieert voor elektriciteit (tussen bijna 0 kg/GJ voor duurzame bronnen als wind, water en zon, via 40 kg/GJ voor grijze stroom in NL tot wellicht het dubbele daarvan voor Duitse bruinkoolstroom). Voor kerosine geldt 71,5 kg/GJ en daar ontkomen vliegtuigen voorlopig niet aan (er is geen snel te realiseren alternatief). Die factor is alleen al is veel hoger.
2. Komt nog bij dat elektromotoren >95% energie-efficiënt zijn wat wil zeggen dat de mechanische energie die ze aan de as leveren bijna net zo hoog is als de energie die erin gaat. Voor straalmotoren is dat maar zo'n 40-30%.
3. De energievergelijking is ook op nogal willekeurig gekozen bronnen bekeken of op basis van een eigen berekening. Het aangehaalde artikel van Chester and Horvath (2009) is echt ongeschikt voor het bekijken van het energiegebruik van rail. Dat artikel is sterk omarmt door de auto- en luchtvaartlobby maar maakt volslagen onzinnige vergelijkingen namelijk vliegtuigen op korte afstand vergeleken met een erg atypisch en net geopend light rail systeem in een Amerikaanse stad, een systeem waar de bezettingsgraad 10-20% was; ga eens in de grote systemen kijken.. ). metro's stoppen elke 300 m waar een TGV dat elke 100 km of meer doet (op stukken waar echt hard wordt gereden). Enkele meer serieuze bronnen geven voor het vliegtuig circa 1 MJ/stoelkilometer (dus zo'n 1,2-1.3 MJ/pkm) (Peeters & Middel, 2007). (Westin & Kågeson, 2012) geeft bv 0,1 MJ/skm voor HST (table 1) en ook zo'n 1 MJ/skm voor het vliegtuig. Dat is toch die factor tien.
4. Voor een gegeven voertuig neemt de luchtweerstand toe met de snelheid (met het kwadraat), maar daarom zien TGV's er dan ook heel anders uit dan gewone treinen (met name de stroomlijn) waardoor het verschil een stuk kleiner is (al gebruikt ene TGV wel meer energie per stoel dan een gewone intercity, tenminste, op die stukken dat ie op hoge snelheid rijdt, want bij intercity snelheid gebruikt ie dus juist minder dan een intercity. In de huidige situatie rijden HST's substantiële stukken met gewone snelheid (helaas overigens, want het zou aantrekkelijker zijn als ze wel overal snel reden).
5. Vaak wordt door luchtvaartmensen gezegd dat een TGV 'ploeteren in dikke lucht' is. Maar daarbij wordt een aantal zaken vergeten: een vliegtuig moet niet alleen de romp door die dunne lucht zeulen, maar dat ook nog een enorme vleugel en een paar staartvlakken en motoren en dat met zo'n drie keer de snelheid als die TGV. Voor een weerstand van een voorwerp zijn het frontaal oppervlak, het totale oppervlak en de vormgeving de bepalende factoren. Een TGV doet niet veel onder voor een vliegtuig, heeft een frontaal oppervlak (zeg maar de totale doorsnede op het dikste punt van vliegtuig plus romp) die een orde grootte groter is dan van een trein (is alleen de romp en bovendien is een trein tot tien keer zo lang met dus aanzienlijk meer stoelen. Wel is het omspoelde oppervlak (dus die lange romp) van een TGV waarschijnlijk groter dan van een groot vliegtuig. Maar dat is het deel met de laagste weerstandscoefficiënt. De rolweerstand is klein vergeleken met de luchtweerstand op bij die hoge snelheden doordat die slechts lineair met de snelheid toeneemt.
6. Wat betreft infrastructuur: ik denk wel dat een TGV lijn van zeg 2000 km, de gemiddelde afstand waarop vliegtuigen op het ogenblik vliegen) groter is dan van de vijf startbanen van Schiphol. Maar het is zeker niet zo dat vliegvelden een verwaarloosbare infra emissie hebben. Een startbaan is zo'n 50-60m breed, 3000-4000 m lang en tot een meter dik. Voor een TGV geldt dat ongeveer 30 cm dikke betonnen grondplaat van 2,5 m breed wordt gebruikt. Dus je kunt met 1 grote startbaan ongeveer 260 km TGV lijn aanleggen (en dat is 2-sporig!). De capaciteit van die ene startbaan in stoel-km's is circa 60 miljard skm en van dat stuk TGV lijn 52 miljard skm. Dus je moet dan toch

ook rekening houden met 70% van de CO<sub>2</sub> uit infra bij luchtvaart vergeleken met de TGV (maar beiden op max capaciteit gebruikt). van de trein infra emissies voor het vliegtuig. Dit soort sommetjes zijn wel gemaakt voor Zweden (niet echt een voordehand liggende plek voor HST omdat het erg dun bevolkt is en zo'n lijn lang niet tot de capaciteit wordt gebruikt) kom je op ongeveer 3 (voor max capaciteit) tot 30 (voor gebruik met slechts een uur-frequentie per richting) gram per skm voor infra (berekeningen gebaseerd op het de gegevens uit Table 6 tweede kolom (Europaban) Åkerman, 2011). Voor Zweden zijn de operationele emissies bijna nul (waterkracht) dus daar blijft het dan bij. In een dichter bevolkt land zit toch onder de 10 gram per stoel-km en dat is een fractie van circa 80 gram voor een gemiddelde vliegtuigstoel. En ook hier kun je bekijken in hoeverre de cementindustrie in staat is die CO<sub>2</sub> emissies te beperken; daar wordt aan gewerkt, al is dat lastig.

Als je LCA erin gaat betrekken, wat die Chester en Horvath ook proberen maar dan dus door nog weinig gebruikte infrastructuur-emissies in het sommetje te stoppen, dan moet je ook de effecten van de verschillende systemen op gedrag mee gaan nemen en een integrale systeembenadering als uitgangspunt nemen. Maar voor de huidige reiziger die morgen een vlieg- of treinreis boekt is dat niet van belang want dan gelden de directe marginale effecten en die zijn sterk in het voordeel van de trein.

Paul Peeters  
NHTV

#### Referenties

- Åkerman, J. (2011). The role of high-speed rail in mitigating climate change - The Swedish case Europaban from a life cycle perspective. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 16(3), 208-217. doi:10.1016/j.trd.2010.12.004
- Chester, M. V., & Horvath, A. (2009). Environmental assessment of passenger transportation should include infrastructure and supply chains *Environmental Research Letters*, 4(024008), 1-8. doi:doi:10.1088/1748-9326/4/2/024008
- Peeters, P. M., & Middel, J. (2007). Historical and future development of air transport fuel efficiency. In R. Sausen, A. Blum, D. S. Lee, & C. Brüning (Eds.), *Proceedings of an International Conference on Transport, Atmosphere and Climate (TAC); Oxford, United Kingdom, 26th to 29th June 2006* (pp. 42-47). Oberpfaffenhoven: DLR Institut für Physik der Atmosphäre.
- Westin, J., & Kågeson, P. (2012). Can high speed rail offset its embedded emissions? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17(1), 1-7. doi:10.1016/j.trd.2011.09.006