

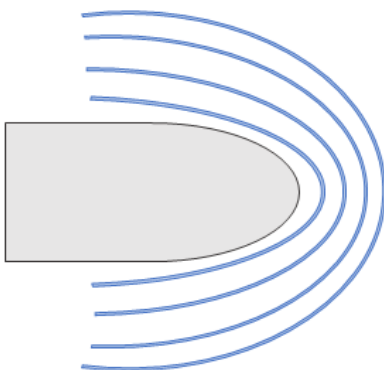
Snellere treinen dankzij ijsvogels

De snelste treinen in de wereld zijn te vinden in Japan. Daar kunnen mensen de 445 km tussen Tokyo en Kyoto dankzij de Shinkansen-hogesnelheidstreinen in twee en een half uur afleggen. Onze Nederlandse treinen kunnen daar niet tegenop. Wij doen er meer dan 4 uur over om van Groningen naar Maastricht te reizen, en die plaatsen liggen slechts 270km van elkaar. De Shinkansen-treinen waren echter niet altijd zo goed als ze nu zijn. De eerste exemplaren hadden één groot probleem: lawaai. Om dat probleem op te lossen, hebben de ingenieurs zich laten inspireren door de ijsvogel. Dankzij het gebruik van [biomimicry](#) werden de treinen niet alleen stiller, maar ook nog eens sneller en efficiënter.

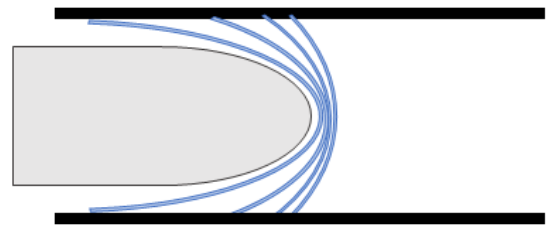


Afbeelding 1. Een ijsvogel (Alcedo atthis) op een tak. Afbeelding gemaakt door [Boris Smokrovic](#).

De Japanse Shinkansen-hogesnelheidstreinen hebben een snelheid van 320 km/u en behoren daarmee tot de snelste treinen ter wereld. Het eerste exemplaar uit 1964 (zie afbeelding 4a) kreeg de bijnaam *bullet train* - kogeltrein - door de stompe voorkant en hoge snelheid die aan een kogel deden denken. Er was wel een probleem met deze vroege versie van de trein: als die door een tunnel reed, ontstond er een gigantische knal, ook wel *tunnelknal* genoemd. Dit effect ontstaat doordat de trein een drukgolf aan de voorkant creëert als hij rijdt. Hoe hoger de snelheid van de trein, des te sterker deze golf. In een open ruimte is zo'n drukgolf geen probleem: de lucht kan makkelijk langs en over de trein heen stromen - zie afbeelding 2a. Als er een tunnel is, dan kan de samengeperste lucht geen kant meer op. De lucht wordt dan door de tunnel geperst, waarbij er een geluidsgolf wordt gecreëerd die vervolgens met een gigantische knal de tunnel uitkomt - zie afbeelding 2b. Het verschijnsel is vergelijkbaar met de knal die je hoort als [als een vliegtuig door de geluidsbarrière breekt](#).



(a)

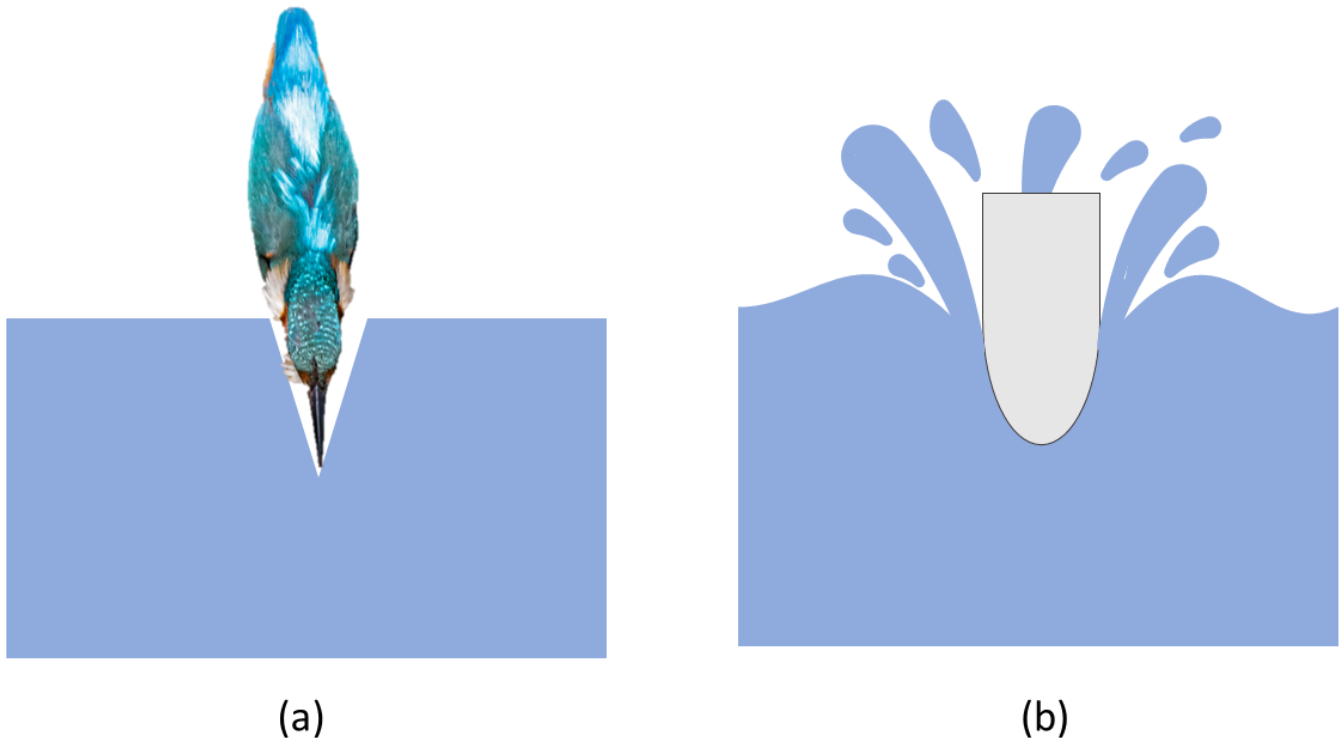


(b)

Afbeelding 2. Een trein in een tunnel. Schematische weergave van een ouderwetse Shinkansen-trein met een stompe neus, die door een open ruimte (a) en door een tunnel (b) rijdt. (a) Als de trein door een open ruimte rijdt, wordt er lucht voor de trein uit geduwd. De lucht kan echter makkelijk om de trein heen stromen, waardoor er geen extra lawaai ontstaat. (b) Als de trein door een tunnel rijdt, kan de lucht aan de voorkant van de trein nergens heen. De lucht wordt samengeperst en er ontstaat een drukgolf die als een gigantische knal uit de tunnel komt. Afbeelding gemaakt door Cintia Perugachi.

Als er telkens zo'n harde knal plaatsvindt, is dat natuurlijk geen lolletje voor mensen in de trein, omwonenden en dieren in de omgeving. Daarnaast zorgde de samengeperste lucht in de tunnel voor meer weerstand, waardoor de trein langzamer reed. De ontwerpers van de trein moesten hier dringend iets aan doen. Eén van de ingenieurs was een vogelaar, en hij kwam met een bijzonder maar briljant idee: de neus van de trein aanpassen en vergelijkbaar maken met de snavel van een ijsvogel. Waarom specifiek een ijsvogel? Als een ijsvogel het water induikt om zijn eten te vangen, ontstaat er een vergelijkbare situatie met die van de trein die door een tunnel gaat. In beide gevallen gaat een voorwerp over van een omgeving met lage weerstand – de open lucht – naar een omgeving met hoge weerstand – voor de trein de samengeperste lucht in de tunnel, voor de vogel het water. Het ontstaan van de tunnelknal kunnen we vergelijken met het opspatten van water als een stomp voorwerp in het water komt. Wat de ijsvogel zo bijzonder maakt, is dat dit vogeltje helemaal geen opspattend water veroorzaakt tijdens zijn duik. Als de trein dit ook zou kunnen, dan zou er dus geen knal ontstaan als hij door de tunnel gaat.

Hoe lukt het de ijsvogel om zo feilloos te duiken? Dat heeft te maken met de vorm van zijn snavel en de aerodynamica ervan. Ijsvogelsnavels zijn niet stomp, maar juist zeer puntig, en ze zijn breder dicht bij de schedel – zie afbeelding 1. De scherpte punt zorgt ervoor dat de lucht of het water niet samengedrukt worden aan de voorkant. In plaats daarvan glijden lucht en water langs de snavel. Doordat de snavel verbreedt in de richting van de schedel, wordt er een opening in het water gecreëerd tijdens het duiken. Hierdoor kan het water langs de vogel stromen en ervaart het beestje weinig weerstand – zie afbeelding 3a. Als een stomp voorwerp in het water komt, wordt al het water aan de voorkant samengeperst, net als de lucht in een tunnel. Dit zorgt ervoor dat er bij hoge snelheden veel water opspat – zie afbeelding 3b. Zo ontstaat er niet alleen veel geluid, maar ook veel weerstand.



Afbeelding 3. De duik van de ijsvogel, Schematische weergave van de duik van een ijsvogel en de val van een stomp voorwerp. (a) Als een ijsvogel duikt, snijdt zijn scherpe snavel als het ware door het water. Omdat de snavel van de ijsvogel breder wordt in de richting van zijn schedel, ontstaat er een opening in het water die ervoor zorgt dat het water netjes langs de ijsvogel stroomt als hij in het water komt. Dit zorgt ervoor dat er geen water opspat, en de ijsvogel ervaart hierdoor weinig weerstand. (b) Bij een stomp voorwerp wordt water aan de voorkant samengeperst en opzij geduwd. Dit zorgt ervoor dat er veel water opspat; het samengeperste water creëert extra weerstand. Afbeelding gemaakt door Cintia Perugachi. Afbeelding van ijsvogel in (a) aangepast van een afbeelding gemaakt door [Richard Towell](#).

Toen de ingenieurs van de hogesnelheidstrein de aanpassingen doorvoerden - zie afbeelding 4 - was het tunnelknal-probleem meteen opgelost. Niet alleen dat: de nieuwe trein was ook nog eens 10% sneller en had 30% minder luchtweerstand en verbruikte 13% minder energie bij dezelfde snelheid. In de wereld van treinbouwen zijn dit gigantische verbeteringen. Dat het nieuwe ontwerp zo veel voordelen geeft, is niet vreemd. De natuur heeft de neiging om processen zo efficiënt en energiezuinig mogelijk te maken. Een dier kan er niet van verzekerd zijn dat het altijd een overvloed aan energie zal hebben, en daarom is het essentieel om energie te besparen. Dankzij evolutionaire druk is de fysiologie van de ijsvogel erop aangepast om zo min mogelijk energie te verbruiken tijdens het vissen. Evolutie heeft

miljoenen jaren de tijd gehad om aanpassingen te maken en het best mogelijke ontwerp te vinden. Het is dus logisch dat het resultaat daarvan ook heel goed werkt om onze problemen op te lossen met moderne technologie.



(a)



(b)

Afbeelding 4. De oude en de nieuwe trein. (a) Een van de eerste exemplaren Shinkansen treinen (serie 0) in Tokyo. Afbeelding gemaakt door [Roger Wollstadt](#). (b) Vernieuwde versie van de Shinkansen trein (serie 500) op Station Himeji. Afbeelding via [Wikimedia Commons](#).

Biomimicry kan gebruikt worden om energie te besparen en mensen de mogelijkheid te geven technologie te verbeteren en efficiënter te maken, of het nou gaat om treinen of [windmolens](#). Ons inspireren op de natuur zou vanzelfsprekend moeten zijn als het gaat om efficiëntie en energiebesparing. Nu deze onderwerpen belangrijker zijn dan ooit, is het tijd om voor innovatie meer naar de natuur te kijken.

Wil je meer weten over biomimicry? Houd dan [deze serie](#) dan in de gaten. Hier vertellen we je alles over uitvindingen en ontwerpen die zijn gebaseerd op biologische concepten.