

Over spaken en fietsenwielen

Het begin van de fiets

De geschiedenis van de fiets begint in 1816 met de draisienne (figuur 1). Deze loopfiets werd uitgedacht door een zekere baron Karl von Drais uit Karlsruhe, die er zijn naam aan gaf. Zijn loopfiets woog 25 kg en vergde dus wel wat meer inspanning om ermee vooruit te komen dan een hedendaagse fiets. Er werden vanaf een 15 jaar later een paar pogingen ondernomen om het achterwiel aan te drijven via een soort trappers, maar dat kende weinig succes. Vermoedelijk was het mechanisme wat primitief en slokte het zelf nog eens een te groot deel van de energie op.



Figuur 1: draisienne

Voor een grotere doorbraak zorgde rond 1860 het plaatsen van pedalen op de as van het voorwiel zoals in de figuur 2. In het Frans noemde men dit "un vélocipède", wat we misschien kunnen vertalen als "snelwandelaar". De term werd later afgekort tot "velo". In het Engels spreekt men van "boneshaker", wat natuurlijk een allusie is op het gebrek aan comfort door het ontbreken van luchtbanden. Om een grote snelheid te bereiken, werd een groot voorwiel gebruikt, tot 1,5 m in diameter.



Figuur 2: een eerste vélocipède

De eerste modellen hadden houten wielen en sommigen wogen dan ook tot 35 kg. Om dat gewicht naar beneden te krijgen, verving men de houten wielen door wielen met een dunnere metalen velg en dunne metalen spaken (figuur 3). Zoals vroeger bij de houten spaken zijn deze spaken radiaal aangebracht, d.i. elke spaak wijst door de as van het wiel. Bemerkt ook dat die spaken in figuur 3 niet dicht tegen de as bevestigd zijn, maar vastzitten in een schijf van ongeveer 12 cm diameter.

Deze wielen hadden echter nogal de neiging om in een 8 te slaan. De spanning in de spaken kon immers niet geregeld worden. In 1874 kwam iemand op het idee om de spaken met een klein moertje in de velg te bevestigen, zodat men de spanning goed kon regelen. Een jaar voordien waren ook de kogellagers in gebruik gekomen.



Figuur 3: wielen met draadspaken

Wanneer men echter de spaken dunner maakte en dichter bij de as liet aangrijpen, kwam men in grote problemen. De spaken begonnen af te knappen als lucifertjes. Het duurde tot 1877 voor James Starley (Coventry, U.K.) door had waar het probleem zat en met een oplossing kwam. Hij vele verbeteringen aan, zodat sommigen hem de vader van de fietsindustrie noemen.

Over rotatie en momenten

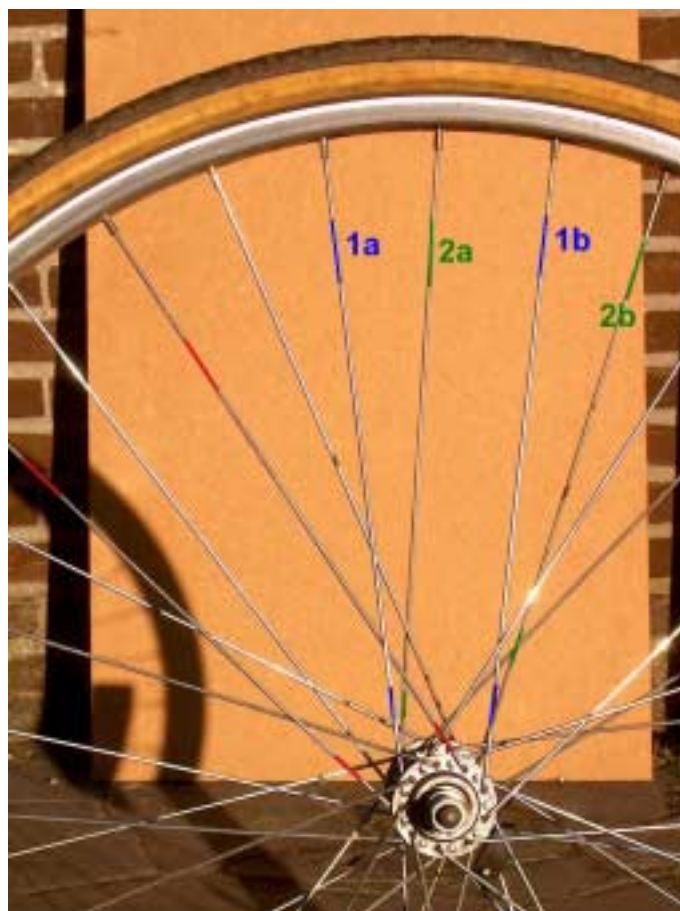
Om het probleem te begrijpen, moeten we even stilstaan bij de draaibeweging of kortweg rotatie. Om een voorwerp, dat rond een as of een punt kan draaien, ook werkelijk te doen draaien, moet er niet alleen een kracht op uitgeoefend worden, maar mag de drager van die kracht niet door de rotatie-as gaan. De loodrechte afstand van de drager van de kracht tot de rotatie-as moet groter zijn dan nul. Deze afstand noemen we de krachttarm en indien deze groter is dan nul, zeggen we dat de overeenkomstige kracht een moment uitoefent t.o.v. die as.

Als ik gewoon op een schommel ga zitten, dan begint die niet te schommelen. Er wordt dan nochtans een grotere kracht op uitgeoefend dan voordien, nl. mijn gewicht. De werklijn of drager van die kracht wijst echter door het ophangpunt van de schommel. De krachttarm is dus nul, er is geen moment van mijn gewicht t.o.v. het ophangpunt van de schommel. De eenvoudigste manier om wel te beginnen schommelen is aan iemand vragen om me een duwtje te geven. Die persoon duwt dan horizontaal tegen mij. De krachttarm van zijn duwtje is (ongeveer) de lengte van de koorden. Zijn duwtje brengt me wel in rotatie.

Als iemand op de pedalen aan het grote voorwiel duwt, dan oefent hij een moment uit t.o.v. de as van het wiel. Dat moment moet doorgegeven worden via de spaken naar de velg, zodat de velg begint te draaien en zich kan afzetten tegen de grond. Maar hier knelt het schoentje: dunne spaken kunnen alleen een kracht uitoefenen in de richting van de spaak. Met dunne spaken die radiaal ingeplant zijn kan men geen moment doorgeven naar de velg want de krachttarm is nul. Dus begon de as te draaien maar de velg niet.

Voor de oplossing moeten de spaken liefst rakend (of "tangenteel") aan de bevestigingsschijf toekomen i.p.v. radiaal (fig. 4). Dan is er wel een loodrechte afstand van spaak naar het centrum van de as en kan een kracht in de lengterichting van de spaak zorgen voor een moment t.o.v. de as. Vanuit een ander standpunt bekeken: als je de as een heel klein beetje draait, $1/10^\circ$ van een graad, dan verplaatst het bevestigingspunt van de spaak bij radiale spaken zich loodrecht op de spaak. De spaak kan dan gewoon een klein beetje draaien rond de bevestiging aan de velg, zonder dat dat punt zich moet verplaatsen. Als de spaken echter tangenteel bevestigd zijn, dan verplaatst het bevestigingspunt aan de as zich in de richting van de spaak en de hele spaak moet ogenblikkelijk mee bewegen.

James Starkey kwam met het idee om telkens een paar spaken te nemen en die langs elke kant van de as te laten vertrekken. Als men recht op de as kijkt, zoals in figuur 4, krijgt men een spaak links (1a) en een spaak rechts (1b), die ongeveer diametraal tegenover elkaar aangrijpen op de as (fig. 4). In rust hangt de as als het ware aan de twee spaken. Als men de as doet draaien, b.v. naar rechts, dan zal er aan de rechtse spaak getrokken en op de linkse geduwd worden. Dat duwen zal in de praktijk neerkomen op een vermindering van de spanning vergeleken met die in rust.



Figuur 4: tangentele spaken

Zulk een systeem van 2 gelijke maar tegengestelde krachten, zeg maar een duwen en trekken, is ideaal voor het overbrengen van een moment. Men noemt het een koppel (van krachten). Voor een koppel geldt ook dat het effect onafhankelijk is van de plaats waar het koppel aangrijpt. Aan de andere zijde van de spaken oefenen deze een koppel uit op de velg, maar de velg zal draaien rond het punt waarrond hij kan draaien en dat hoeft niet in het midden tussen het koppel te liggen. Misschien heb je reeds tot je eigen schade en schande een andere toepassing van dit principe ondervonden. Een kruissleutel is ideaal om bouten van een autowiel los of vast te draaien. Dan duw je ook op één einde en trek je aan het andere. Als je echter het wiel opgekrikt hebt en het wiel is niet vastgezet met de handrem of door een versnelling in te schakelen, dan zal het ganse wiel

beginnen draaien i.p.v. alleen de bout. Je krijgt de bout noch los noch vast!

Als men de spaken op de velg volgt, dan is er telkens een spaak naar het ene einde van de as en een spaak naar het andere einde. Op 4 spaken zijn er dus 2 die een koppel vormen dat naar één uiteinde gaat (1a en 1b) en 2 die een koppel vormen dat naar het andere einde gaat (2a en 2b). Het aantal spaken is dus altijd een veelvoud van 4.

Waarom waren er dan in het begin geen problemen? Bij een houten wiel kunnen de houten of ijzeren spaken wel zijdelingse krachten opvangen, m.a.w. ze buigen niet door of breken niet als je er opzij tegen duwt i.p.v. in de lengterichting. In het begin was het probleem bij de dunneren metalen spaken ook nog niet zo groot. De eerste spaken waren nog vrij dik en plooiden daardoor ook niet zo gemakkelijk. Op figuur 2 is b.v. duidelijk te zien dat het begin van de spaken, aan de schijf, dikker is. Verder waren ze op een afstand van de as ingeplant, waardoor de zijdelingse (= tangentiële) kracht die erop uitgeoefend werd, ook kleiner was dan bij bevestiging dicht tegen de as. Naarmate men echter de spaken lichter maakte, strakker aanspande en dichter bij de as bevestigde, begon het probleem.

Een kort woordje nog over de rest van de evolutie van de fiets. Alhoewel er reeds in 1874 een fiets ontwikkeld was met een kettingaandrijving, zou het duren tot 1885 voor de grote doorbraak kwam. Toen ontwikkelde James K. Starley, de neef van James Starley, de "Rover Safety", een fiets die er ongeveer uitzag als onze hedendaagse fiets: 2 ongeveer gelijke wielen, aandrijving van het achterwiel via een ketting en de pedalen aan het kader in het midden tussen de wielen. In 1888 introduceerde John Boyd Dunlop, dierenarts in Belfast, de eerste luchtbanden, die het comfort zeer sterk verbeterden. Van dan af ging de verspreiding razendsnel en werd de fiets het populairste vervoermiddel.

H.Christiaen
Korbeek-Lo, november 2005

De foto's 2 en 3 werden genomen in het begijnhof van Anderlecht. De juiste datering van de fietsen is niet bekend. De fiets van fig. 3 is een Michaux van rond 1870.