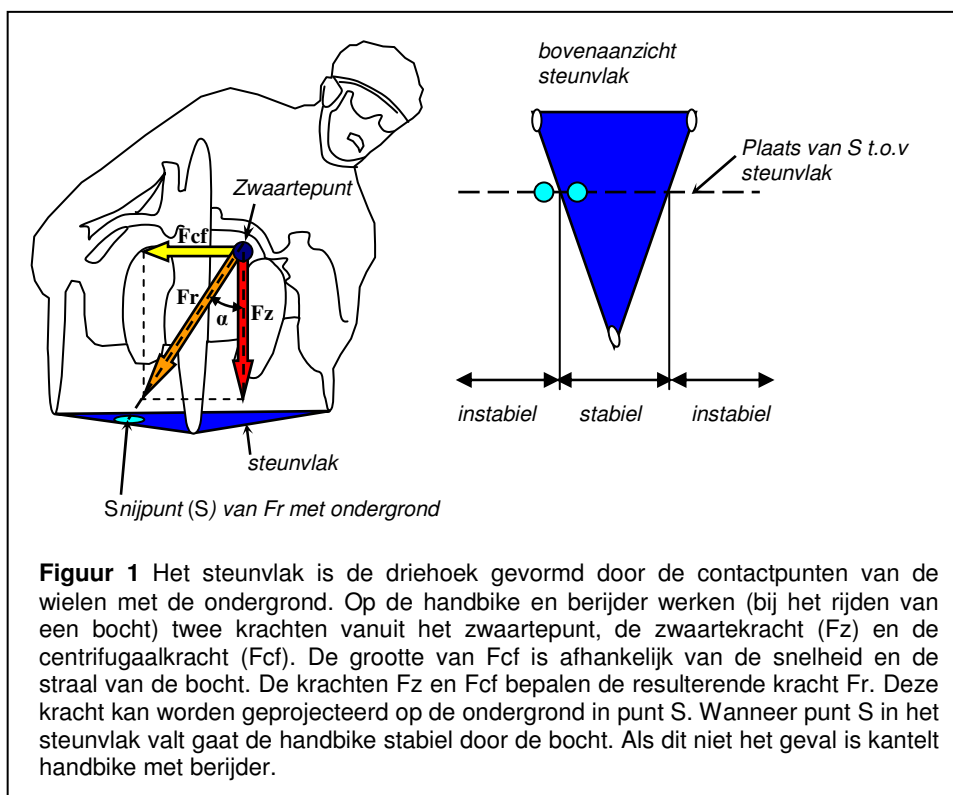


# Techniek bekeken: Camber en rolweerstand

Tekst: Ralf Bekers



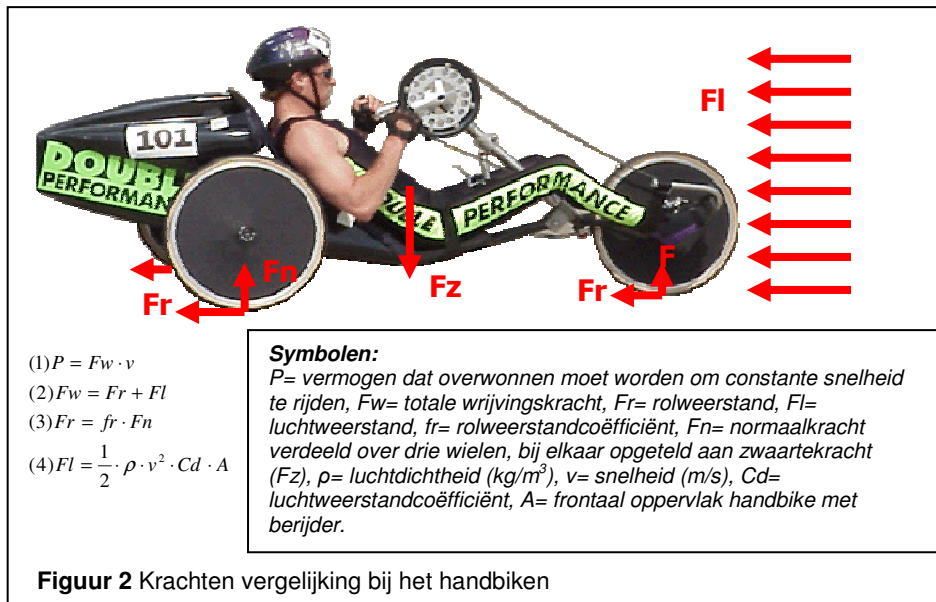
Zowel bij rolstoelen als bij vastframe handbikes staan de achterwielen in een bepaalde schuinstand (camber). Het doel van deze schuinstand is het verbreden van het steunvlak van de handbike, rolstoel of combinatie rolstoel met handbike. Dit steunvlak is de oppervlakte gevormd door contactpunten van de wielen en de ondergrond (zie figuur 1). Als de projectie van de resulterende kracht op gebruiker en handbike binnen dit steunvlak blijft is de situatie stabiel. Mogelijknadeel van een camberstand zou verhoogde rolweerstand zijn, echter is nooit onderzocht hoe groot deze weerstand is. Twee Bewegingstechnologen (Eva Wessers en Wilemijn den Oudendammer) hebben zich de afgelopen maanden bezig gehouden met onderzoek naar de relatie tussen camberstand en rolweerstand. Hieronder een kort verslag van de bevindingen van dit onderzoek.



Het onderzoek heeft o.a. plaatsgevonden bij de Faculteit der Bewegingswetenschappen aan de Vrije Universiteit in Amsterdam. Er zijn metingen verricht met een rolstoel waarbij de camberstand variable was van  $5^\circ$  tot  $20^\circ$ . Eva en Willemijn hebben op de VU een sleeptest uitgevoerd op een brede loopband. Bij deze test stond de rolstoel op een hellend vlak, aan de voorkant bevestigd aan een vast punt. De band draaide met een constant snelheid en door middel van een krachtopnemer kon de rolweerstandscoefficiënt worden bepaald. Uit deze sleeptest blijkt dat de rolweerstandscoefficiënt hoger wordt naarmate de de camberstand toeneemt. Deze varieert van 0,0045 bij  $0^\circ$  camber tot 0,0074 bij  $20^\circ$  camber.

Wat heeft dit gevolg voor de vermogensbalans bij het handbiken? Hiervoor kijken we naar de situatie waarbij een handbiker een snelheid heeft van 36 km/uur. Hierbij moet de handbiker zowel luchtweerstand als rolwrijving overwinnen. In de figuur 2 is een krachtenplaatje te zien. In de figuur is een handbiker te zien die met constante snelheid beweegt.

Onder in de figuur staan de formules om het vermogen te berekenen dat geproduceerd moet worden om de snelheid constant te houden en de weerstand die er optreedt te overwinnen. Deze weerstand wordt met name gevormd door luchtweerstand en rolweerstand. Als de handbiker zou fietsen met 0° camber in de achterwielen moet deze een vermogen leveren van 327W, terwijl bij 20° 353W geleverd moet worden, een toename van 7,8% dus. Dit is aanzienlijk, maar het gaat dan ook om twee uitersten. Als we de situatie wat meer reëel bekijken bij deze Varna met 8° camber is het verschil kleiner en moet de handbiker nog maar 2% meer vermogen leveren.



Dit nadeel treedt dus op op de rechte stukken. In de bocht heeft de schuinstand een aantal energetische voordelen. Zo wordt een wiel minder dwars belast in een bocht. In figuur 3 staan de krachten afgebeeld die op een achterwiel aangrijpen bij het rijden van een bocht. Hierbij treedt buiging in het wiel. Deze buiging levert een energieverlies op. Hoeveel dit energieverlies is kan niet worden gezegd, dit hangt af van de stijfheid van het wiel.

Het is dus niet goed te zeggen welk nadeel het grootst is. Wel kan gezegd worden dat wanneer het rechtoot rijden het meest efficiënt gaat als de wielen rechtop staan. En in de bocht is het hebben van een camberstand beter voor de wielen. Waarschijnlijk zit dus de waarheid ergens in het midden. Een beetje camber levert weinig meer weerstand op bij het rechtoot rijden en de handbike stuurt strakker door de bocht. Daarnaast is het hebben van stijve wielen een must, want deze zorgen voor een mindere doorbuiging en dus voor minder energieverlies in de bocht. Als laatste kan worden gezegd dat de banden zowel op het rechte stuk als in de bocht maximale bandenspanning moeten hebben, want een te lage bandenspanning levert een nog veel groter energieverlies op dan camberstand of doorbuiging van de wielen bij elkaar opgeteld.

