



## Techniek bekeken: Onzichtbare weerstand

Tekst: Ralf Bekers

**Een oudere handbike rijdt vaak minder soepel dan een nieuwe. Maar ook in een nieuwe handbike wordt energie 'verloren'. Hoeveel energie gaat er 'verloren' waar gaat die energie naar toe? Dit zijn belangrijke vragen voor de wedstrijdgerichte handbikers.**

Een redelijk zuinige auto zet hoogstens 20% van de verbrandingsenergie van brandstof en lucht om in bewegingsenergie. De rest van de energie die erin wordt gestopt wordt omgezet in warmte. Bij voortbeweging van de mens (al dan niet gebruik makend van een voertuig) wordt ook niet alle verbrande energie gebruikt ten behoeve van de snelheid van de voortbeweging. Het bewegen van de ledematen kost bijvoorbeeld energie. Als gebruik wordt gemaakt van een hulpmiddel bij de voortbeweging (zoals een racefiets of een handbike) neemt dit hulpmiddel ook energie op die niet nuttig wordt gebruikt. Bij een handbike gaat het dan om energie die 'verloren' wordt in de lagers, overbrenging en banden. In dit artikel wordt geprobeerd uit te leggen waar de energieverliezen optreden en hoe groot deze zijn. Als laatste worden nog wat tips gegeven om zoveel mogelijk rendement uit je handbike te halen.

Van de kracht die we in een handbike steken willen we het liefst een zo hoog mogelijk rendement halen in voortstuwing. Daarbij we dus met zo weinig mogelijk verbrande energie zoveel mogelijk afstand afleggen. We gaan in dit artikel uit van het handbiken op een vlakke weg. Bij het aandrijven zitten tussen het punt waar de input van energie plaatsvindt (de trappers) tot aan de output (het contactpunt van de band met de ondergrond) een keten van onderdelen die wat van de energie absorberen en niet effectief omzetten in nuttige beweging. Dit is de zogenaamde mechanische weerstand van een handbike en wordt gevormd door deze keten van onderdelen. Deze zijn de lagers van de trappers (rollende wrijving), de trappers zelf (buiging), de lagers van de trapas (rollende wrijving), de kettingen de tandwielen, het frame (buiging), de wielagers (rollende wrijving) en de de band (rolwrijving). Daarnaast is er door de gemaakte snelheid nog een weerstand met de lucht, dit onderwerp wordt in dit artikel niet behandeld. Bij een goed onderhouden handbike is de mechanische weerstand van de handbike weinig merkbaar. Wanneer echter bijvoorbeeld de banden niet voldoende op spanning zijn gebracht, ketting versleten is (en deze dus niet goed meer over de tandwielen loopt) en de lagers versleten wordt de mechanische weerstand voelbaar groter. Het mag dus duidelijk zijn dat het grootste deel van de mechanische weerstand veroorzaakt wordt door de bewegende delen. Door de wet van behoud van energie (energie gaat nooit verloren, maar kan wel worden omgezet). Bij de bewegende onderdelen wordt dus een deel van de bewegingsenergie omgezet in veelal warmte door de wrijving die ontstaat. De kogellagers die worden gebruikt hebben een redelijk lange levensduur en de belastbaarheid ervan is vrij hoog met een lage wrijving. Bij fietsonderdelen is er wel een verschil in gebruikte lagers en de kwaliteit ervan. Duurdere onderdelengroepen (zoals Dura Ace en XT van Shimano) hebben betere lagers dan de goedkopere groepen. Echter wordt (mits goed onderhouden) ongeveer 1 procent van de nuttige energie omgezet in warmte.

De onderdelen waar meer nuttige energie 'verloren' kan worden is de ketting in combinatie met de tandwielen. De ketting transporteert de kracht van de cranks naar het wiel. Het rendement hiervan is vrij hoog. Ongeveer 98% van de energie die erin wordt gestopt bereikt het wiel. De meeste wrijving treedt op bij het vormen van de ketting rond het tandwiel en het kettingwiel bij de crank. Daarbij is de diameter van de tandwielen van invloed op de hoeveelheid wrijving, des te groter de diameter des te kleiner de wrijving. Dat wil niet zeggen dat je dan beter 53x32 kunt rijden (veelal het buitenblad in combinatie met het grootste kranse bij het wiel), want dan ligt de ketting dusdanig schuin dat daar ook veel energie verloren gaat. Het vormen van de

ketting rond tandwiel en kettingwiel loopt minder soepel wanneer de ketting versleten is. De ketting is dan wat langer geworden, dus ook de afstand tussen de opeenvolgende schakels is vergroot. Dit heeft tot gevolg dat de ketting niet meer goed op de tanden van een tandwiel past en op deze manier gaat veel kracht verloren. Ook een goede smering bevordert het lopen van de ketting over het tandwiel.

Ook de derailleurwielletjes leveren een weerstand van ongeveer 1% op. Maar ook hierbij geldt dat onderhoud onnodig energieverlies beperkt, dus zorg dat de goed draaien en vervang ze tijdig.

Naast de bewegende onderdelen treedt er bij een handbike door de synchrone aandrijving ook nog wrijving op die wordt veroorzaakt door buiging van het frame, cranks en vork. Deze weerstand is minimaal wanneer het frame zo stijf mogelijk is. Daarbij zijn materiaaleigenschappen maar ook zeker de constructie van deze onderdelen belangrijk. Om een indruk te krijgen hoe groot het verlies is kun je maximaal kracht leveren tegen de trappers bij een dichtgeknepen rem kijken hoeveel verplaatsing er optreedt van de trappers ten opzichte van het frame. Omdat deze weerstand afhankelijk is van het type handbike en de constructie kan geen uitspraak worden gedaan over de mate van de weerstand die optreedt.

Het rendement bij een goed onderhouden racefiets ligt ongeveer op 95%, bij een voldoende stijve handbike zal dit rendement ongeveer gelijk zijn. Om dit rendement zo hoog te houden is het erg belangrijk is hierbij wel dat de banden goed op spanning gehouden worden, de lagers en de ketting van tijd gesmeerd worden, de kettinglijn zo recht mogelijk wordt gehouden en versleten onderdelen op tijd worden vervangen. Dus wees zuinig op je handbike als je zo hard mogelijk wilt gaan, anders verwarm je hem alleen met 'verloren' energie.



