

# Wielen bouwen

(versie 1.1 , M.S.Gerritsen 2023)

---

## Inleiding

Een gespaakt wiel is een elastisch voorgespannen constructie. Grote woorden, maar wat het betekent is dat de spaken als uitgetrokken veren werken. De velg moet stijf genoeg zijn om niet zo ver af te platten onder de belasting dat de 'veren' weer naar nul veren en los komen te hangen. Een stijve velg verkrijg je door meer materiaal te gebruiken en door het buisvormige profiel hoogte te geven. De spaken krijgen meer veerweg door ze zo dun mogelijk als praktisch te nemen. De ondergrens is tegenwoordig zo rond de 1.7-1.8mm, nog dunner en de spaken worden zo torsieslap dat het lastig wordt ze voldoende spanning te geven omdat de spaak meedraait ipv dat je de nippel verder schroeft. Omdat zo'n dunne spaak te dun is voor een degelijke kop en schroefdraad zijn dergelijke spaken vaak aan de uiteinden weer verdikt. Bij een butted spaak geef je dus twee diameters op, in millimeters of in gaugennummers. Een dunne spaak kun je in principe op dezelfde spanning zetten als een dikke, maar de dikke spaak is een hardere veer: slechter voor de velg en de naafflens, en hij zal eerder los komen te hangen. Maar bouw je een slecht wiel, dan gaat meer ijzer minder snel kapot.

### Gaugenummers

17: 1.6 mm

16: 1.7

15: 1.8

14: 2.0

13: 2.3

12: 2.6

NB Fransen hebben hun eigen gaugennummers, die lopen weer anders.

Spaken zijn normaal van RVS. Verzinkt staal kom je in het onderste segment tegen ('Rustless'), chroom is van vroeger, en uiteraard kan het (zoals ieder fietsonderdeel) ook als het moet in carbon, alu of titanium.

Nippels zijn doorgaans vernikkeld messing, met een kop met schroefsleuf en een einde met aandrijfvierkant. Maar er zijn ook zeskantnippels, Torx nippels, nippels in alu (kleurtjes!) of staal.

Velgen zijn meestal opgebouwd uit een rondgebogen extrusieprofiel uit aluminium. Hout was het historische composiet, Carbon de moderne tegenhanger, en velgen gerold uit stalen strip kom je gelukkig niet zo veel meer tegen.

## Wiel bouwen

Een wiel bouwen beslaat 3 fases:

- bouwpakket bij elkaar zoeken van naaf, velg, spaken en nippels
- wiel vlechten
- wiel richten en de spaken op spanning brengen.

## Bouwpakket

Design daargelaten, wordt een wiel opgespaakt met spaken in groepjes van 4: 2 uit de ene flens, 2 uit de andere flens, en ieder paar kruist elkaar. Zo houden ze elkaar in evenwicht: links-rechts, en met de klok mee en er tegen in gedraaid. Het aantal spaakgaten is dus deelbaar door 4, dus 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40 en 48 etc. De spaakgaten in de velg zijn vaak om en om links en rechts gericht. Gebruikelijk is om een velg symmetrisch ten opzichte van de aseinden in te spaken.

Om de juiste spaaklengte te kunnen berekenen heb je nodig

- Aantal spaken
- velgbed diameter (ERD)
- steekcirkel van de flens
- afstand van de flens tot de hartlijn door de velg/naaf.
- spaakpatroon (radiaal, kruis 3 etc)

De benodigde formule is ingewikkeld, dus tegenwoordig gebruiken we een on-line calculator (DT-swiss, Sapim, Son etc) of een spreadsheet (bv spocalc.xls).

### **Wiel vlechten.**

Wiel vlechten is simpel totdat je een fout maakt. Dan komt het niet uit en moet je alles weer loshalen tot het punt waar het mis ging!

#### Vorbereiden

- markeer het ventielgat, en naar welke kant de spaakgaten naast het ventielgat uit het midden staan. (tape)
- ontbraam de spaakgaten bij ongebuste velgen
- stip de spaakgaten aan met een Q-tip en lijnolie
- maak twee stapels voor de spaken, een voor links en een stapeltje voor rechts (in rijrichting). Doop de schroefdraad in de lijnolie en veeg ze af
- Verder nodig: spaaknippels, schroevendraaier, en bij diepe ongebuste velgen een invoerspaak.

#### Vlechten

Een spaakpatroon is opgebouwd in groepjes van 4, en daarom vlecht je een wiel in 4 beurten. Je hebt dan het minste last van reeds gemonteerde spaken. De volgorde is:

- flens 1: spaken kopjes aan de buitenkant: let bij een gebruikte naaf op de manier waarop de spaakgaten gebruikt zijn, bij een nieuwe naaf maakt het doorgaans niet uit (uitzondering bv Rohloff)
- flens 2: spaken kopjes aan de buitenkant: kritisch is het juiste spaakgat in flens 2 te kiezen, anders is de helft van de spaken aan die kant te lang resp te kort.
- flens 2: kopjes aan de binnenkant: kritisch is de naaf de goede kant op te draaien ivm het vrijhouden van het ventielgat, want nu breng je de gekruiste spaken aan. Door deze spaken van binnen naar buiten in de naaf te rijgen kun je die buiten het wiel omklappen en de goede kant op draaien
- flens 1: kopjes aan de binnenkant: nou kan het niet meer mis, freewheelen naar de finish.

Begin met de eerste flens te vullen met de juiste lengte spaken met de kopjes aan de buitenkant. Sla iedere keer een gat over, straks nodig voor de spaken met de kopjes aan de binnenkant.

Hou velg en naaf in de gewenste orientatie (stickers leesbaar etc). Pak een spaak, steek die in het spaakgat naast het ventiel en draai er een nippel een paar slagen op. Dat spaakgat moet wel gericht zijn naar de juiste flens, zit het aan de verkeerde kant dan sla je het over en pak je het volgende gat. Neem de volgende spaak, steek die door de velg vier gaten verder op en schroef er weer een nippel op. Herhaal tot je rond bent en controleer of je echt alle spaken evenwichtig verdeeld hebt.

Nu moet je de andere flens vullen met spaken met de kopjes aan de buitenkant. Draai de naaf totdat de spaken strak staan. Draai die kant op waardoor de spaak bij het ventielgat daar vanaf wijkt (dus niet er over heen in zijaanzicht). Welke spaakgaten in de nog lege flens je kunt gebruiken is tricky. De spaken moeten hetzelfde traject afleggen als de reeds

aangebrachte spaken, alleen iets verder doorgedraaid (als het gat direct na het ventielgat het goede was) of ietsje terug, als je het eerste gat open moest laten. Bepaal welk gat je moet hebben en schroef die spaak in de velg. Steek de rest van de spaken in de velg en maak de beurt af

Voor beurt 3 steek je weer de juiste lengte spaken in een flens, maar nu van binnen naar buiten.

Check dat je de naaf nog steeds de goede kant opdraait (spaken wijzen van het ventiel af), grijp een spaak, vlecht die bij het laatste kruis achter de kruisende spaak zonder een kras op de velg te maken, en schroef er een nippel op. Nu zal je wel een schroevendraaier nodig hebben. Let er op dat je het juiste spaakgat gebruikt, een zit aan de goede kant van de velg, de andere is fout. (twee spaken uit de zelfde flens direct naast elkaar kan niet goed zijn) Breng de andere spaken uit die flens aan.

Beurt 4, is als beurt drie, maar nu kun je geen nieuwe fouten meer maken

Draai als laatste alle nippels gelijkmatig aan, bv totdat je geen schroefdraad meer kan zien, om een zo gunstig mogelijk vertrekpunt te hebben voor het richten en op spanning brengen.

### **Richten en spannen**

Ook hier kun je weer een aantal stappen onderscheiden:

- Velg ruw richten zodat je er wat van kunt zeggen
- Velg in positie brengen met zo gelijk mogelijke spaakspanning
- Spaakspanning opvoeren naar de gewenste waarde.

Zet het wiel in de wielrichter, ben je rechts, dan zorg je dat je de spaken die het strakst komen te staan aan de rechterkant komen, waar je het beste bijkunt met de nippelspanner

Begin met de spaken die de buitenbocht maken (kopjes aan de binnenkant) bij te buigen. Ga het wiel rond en controleer dat alle spaken contact met de velg maken en er niet los in hangen.

Pak de zijdelingse slag aan. Maak het wiel zo recht dat je met de hoogteslag aan de gang kan. Zoek de grootste uitwijking, voel aan de spaken in dat gebied of er spaken zijn die veel losser zijn dan de rest en corrigeer de uitwijking, waarbij je dus tevens de spaakspanning gelijkmatiger maakt. Geef het wiel weer een zwengel, zoek de grootste uitwijking (kan dezelfde zijn of een andere) en herhaal het proces. Als de velg recht genoeg geworden is (+/- 1 mm), stap je over naar de hoogteslag.

Hoogteslag corrigeer je door de bulten richting naaf te duwen, en de dalen omhoog te laten komen met het lossen van de spaken. In deze fase van het proces is spaakspanning verhogen nog niet je doel, je wil zo lang mogelijk met weinig kracht aan de nippels draaien. Hoe nauwkeurig je de hoogteslag weg kan werken ligt aan de velg, als de las de meest storende hobbel is geworden is het meestal wel best. Ga bij het wegwerken van de hoogteslag wel af en toe terug naar de zijdelingse slag, om de fouten die daar in sluipen te corrigeren.

Ben je tevreden over de hoogte en de zijdelingse slag, dan wordt het tijd om naar de symmetrie te kijken.

Symmetrie controleer je met de centreerboog. Zet de boog op de velg ( en niet op een spaak) en breng de wijzer naar het asvlak. Bij een symmetrisch wiel is dat links en rechts gelijk. Meet je een verschil dan moet je de velg de helft daarvan opschuiven, want wat er aan een kant afgaat komt er aan de overzijde bij.

Begin bij het ventiel en maak een beurt om de spaken aan de goede kant wat strakker te zetten. Gebruik daarbij je gevoel om eveneens de spaakspanning gelijkmatig te trekken. Bij

hele grote afwijkingen moet je misschien ook spaken aan de andere kant losser zetten, maar meestal is het naar het midden trekken nog niet voldoende om op de uiteindelijke spaakspanning uit te komen. Had je een goede uitgangspositie met redelijk gelijkmatige spaakspanning, dan zal de hoogteslag nog steeds onveranderd zijn.

Staat de velg nu in het midden, zonder gekke spaakspanningsvariaties? Nu ga je beurten maken waarbij je de spaakspanning in stapjes verhoogt. Bij een paraplu gespaakt achterwiel doe je bv drie beurten: 2x de strakke kant, 1 x de losse kant. De velg schuift dan nauwelijks uit het midden, maar af en toe checken is uiteraard wel nodig.

Als de spanning oploopt zal je merken dat de spaak ook mee tordeert bij het aandraaien. Dan draai je de nippel iets verder door en weer een stukje terug om de twist er uit te halen.

Als je denkt dat je er bijna bent druk je het wiel af door bv de spaakparen naar elkaar te knijpen. Meestal verlies je dan weer spaakspanning, 10 kilo (een schaalstreep) is vrij normaal.

Verhoog de spanning weer tot de eindwaarde, zorg dat het wiel symmetrisch en recht blijft en druk de spaken weer af. Dat moet nu geen invloed meer hebben. Ga nu de velg rond en check dat alle spaken gelijk staan. Zo niet probeer je spanning van te strakke spaken over te hevelen naar losse.

Haal de fouten er uit, druk nog een keer af en als het wiel nu stabiel is en op de juiste spanning ben je klaar.

## **Gereedschap**

Om een wiel te bouwen heb je in principe niet veel nodig, maar hoe meer wielen je bouwt des te meer spullen je gaat verzamelen. Maar de basis is een schroevendraaier, een spaaksleutel en een opstelling waarin het wiel kan draaien met een referentie naar de velg. Dat kan dus de fiets op de kop met een wasknijper zijn, maar ook een luxe wielrichter met meetklokken.

- spaaklineaal: lineaal om de spaaklengte te meten
- spaaksleutel : bvk een type met maar een maat die de nippel op de hoeken pakt
- schroevendraaier die past in de nippelsleuf. Maar er zijn ook nippels met een aandrijfvierkant op de kop, een torx kop of diverse zeskant.
- borgmiddel: ik vind lijnolie prettig werken en het is goedkoop. Spaakgaten in de velg stip je aan met een wattenstaafje
- Zwengel: een zwengel met centreerpunt is handig omdat de spaak de schroevendraaier op een vaste hoogte uit de kop duwt. Er zijn ook versies voor in de elektrische schroevendraaier
- Verzinkboor: om spaakgatranden bij te werken
- Invoerstift: om nippels in een diepe velg te steken
- Centreerboog: om de symmetrie van wielen te controleren. Wil ook met een tafel, twee bierglazen en een stapeltje wisselgeld.
- ERD meter, bv 2 spaken met nippels van 300mm lengte
- Wielrichter: groot genoeg voor 29-ers met band. Ev adapters voor steekas wielen
- Spaakspanningsmeter, kan ev ook met een app op de telefoon
- Spaakwals: om spaken op lengte te maken met gerolde schroefdraad