

**Auto & Motor**  
**TECHNIEK**

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional

## REPORTAGE

Zeeuw bouwt eigen turbinemotor op schaal

**Tractorpulling: u kent het wel. Wist u dat er ook een kleine variant bestaat, micropulling? Wij spoorde een fanaat op die zo'n kranig miniatuurtje helemaal zelf bouwt tot en met een heuse turbinemotor aan toe. Precisie, creativiteit en doorzettingsvermogen ten top.**



Een bezoek aan de tractorpulling wedstrijden op de toenmalige Flevohof bracht Martin Stouten in contact met micropulling. Vooral de handzame afmetingen en technische uitdagingen spraken hem aan.

Ieder vrij uurtje is Martin Stouten te vinden in zijn werkplaats 'op schaal' naast de boerderij van zijn ouders op het Zeeuwse eiland Tholen.

# Tractorpulling in miniatuur Boys Toys

Even voorstellen: de naam is Martin Stouten, alleenstaand en wonend bij zijn ouders op het Zeeuwse eiland Tholen. Martin is 31 jaar oud en werkzaam als operator in een conservenfabriek. Zijn grote passie is micropulling en alles wat daarmee samenhangt. En daarmee is zijn vrije tijd volledig gevuld, want het betekent niet alleen deelnemen aan de wedstrijden, maar ook het bouwen van de micropuller en daarin gaat Martin ver, héél ver.

In 1994 op de toenmalige Flevohof sloeg het virus toe. "Ik vond de techniek heel interessant en het feit dat de trekkertjes klein waren en dus makkelijk overal mee naar toe te nemen stond me aan. Ik kwam in contact met de gebroeders Vreeman en zij hebben mij met raad en daad bijgestaan om mijn eerste micropuller te bouwen. Dat was een trekkertje met twee 3,5 cc racemotoren, afkomstig uit de modelbouw." De overstap naar een turbinemotor maakte hij in 1999. Voor de micropullers was deze krachtbron nog nooit eerder gebruikt, in de 'volwassenklasse' rijden er wel verschillende teams met voormalige vliegtuig- of helipectermotor(en). Het publiek smult van dit geweld; alles is anders, het hoogfrequente geluid, het opstarten en de imposante 'uitlaat'.





Zo schoon is het in de werkplaats. Martin heeft de beschikking over alle mogelijke metaalbewerkingsmachines zoals een draaibank, soldeerapparatuur, MIG-lasapparaat en een zelf gefabriceerde puntlasmachine om bijvoorbeeld Titaniumplaat te lassen.

Puntlassen behoort tot de mogelijkheden in de werkplaats van Martin waarbij hij vreemde metalen zoals Titanium niet schuwt.

### Kennis inwinnen

Het eerste turbinemotortje van Martin was afkomstig uit de catalogus van een modelbouwer. "De jongens die modelhelicopters of vliegtuigen bouwen gebruiken ook turbinemotoren op schaal. Ik kon toen via via een motortje overnemen en ben gaan experimenteren. Wat gebeurt er als je bepaalde parameters verandert en dan met name op het gebied van de stuwdruk en de temperatuur? In 2001 was ik zover dat ik met een micropuller met een zelf ontwikkelde turbinemotor aan de start verscheen. Er bleek al snel dat ik veel te weinig kennis had, de motor hield het niet vol, was niet betrouwbaar genoeg en ik kreeg de sleepwagen geen meter vooruit. Maar ja, hoe dicht je dat kennisgat? Ik vond nergens een klankbord om de eenvoudige reden dat ik de enige was die experimenteerde met straalmotoren voor dit doel."

En daarmee slaat hij de hamer op zijn kop. In de modelbouw is een redelijke expertise over turbinemotoren maar die worden daar ingezet vanwege de stuwdruk die ze genereren. En Martin moest die energie omzetten in tractie en dat is een heel ander verhaal.

Vanaf dat moment heeft hij zich helemaal op het onderwerp gestort. Zijn bijbel op dat gebied is het boek "Strahltriebwerke für Flugmodelle im Selbstbau" van de auteur Kurt Schreckling uit Neunkirchen-Seelscheid. Ook zocht hij contact met mensen die ervaring hadden met dergelijke

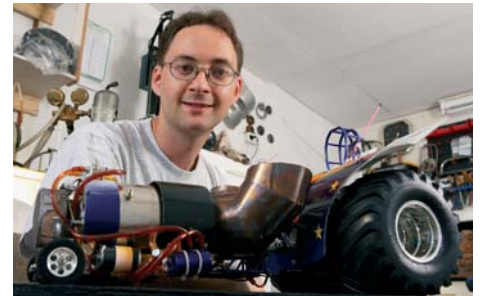


De banden worden ingekocht, voor de rest is alles zelfbouw. Tijdens een pull genereert de aandrijving een wielspin van 100 km/uur. Een goede gewichtsverdeling is de belangrijkste voorwaarde om de puller op koers te houden.



Een echte opleiding als metaalbewerker heeft hij niet genoten, wel de Middelbare Agrarische School om later het bedrijf van zijn vader over te nemen. Het is allemaal iets anders gelopen.

Foto's: Jan Liefstink



De trotste ontwerper van 'the Heat' is Martin Stouten. De turbinemotor is eigen ontwerp, heeft een 66 mm compressor en levert maximaal 6 kW bij 120.000 t/min. Als brandstof consumeert dit stukje geweld kerosine.

krachtbronnen, hij liet zich voorlichten door de vakbroeders van de grote klasse en 'kroop' regelmatig door een turbinemotor om te kijken hoe de gasstroom verliep.

### Op zoek naar koppel

Zijn grootste probleem met dat eerste motortje was dat het niet voldoende koppel genereerde. "Ik snapte er niets van. Zodra de motor werd belast hield hij ermee op. Ik moest meer koppel uit de krachtbron halen, maar hoe? De vliegtuigmannen werken met een overdruk van 1,5 bar en ze raadden me aan de brandstofdruk te controleren, volgens hen was 2-2,5 bar voldoende. Maar toen ging ik eens nadenken en dacht: ja voor stuwen kan dat voldoende zijn maar ik moet 30 kilo trekken. Ik moet gewoon meer overdruk hebben. Toen ben ik gaan experimenteren en heb een andere brandstofpomp gekocht die een druk tot 8 bar kon leveren.

## REPORTAGE

Zeeuw bouwt eigen turbinemotor op schaal

Vervolgens heb ik thuis een proefbaan aangelegd om te kunnen achterhalen wat bepaalde veranderingen tot gevolg hadden. Al snel bleek, dat door het verhogen van de brandstofdruk ik wel tractie op de baan kon overbrengen, maar het oude pompje bleek én niet genoeg druk te leveren én zo'n hoge inwendige lek te hebben dat de turbine niet genoeg brandstof kreeg." Er kwam een ander elektrisch aangedreven pompje. Martin heeft met zijn afstandsbediening de mogelijkheid om de druk traploos te regelen en zo op basis van de omstandigheden het gewenste vermogen in te stellen. Belangrijk daarbij is om niet meteen met vol vermogen te beginnen omdat er dan zo'n brok geweld los komt, dat het onmogelijk is de combinatie op de baan te houden. Daarbij komt dat Martin tijdens een run ook de techniek in de gaten moet houden. "Je kijkt constant naar de uitlaat en dan met name naar de verkleuring. Wordt deze te rood, dan komt de temperatuur boven de 600 °C en moet ik afblazen. Ik heb inmiddels zoveel ervaring dat ik dat visueel kan beoordelen. Daarnaast luister ik tijdens een pull naar de motor, hoor ik vreemde geluiden dan grijp ik onmiddellijk in. Een pull duurt maar een seconde of vier. Ik ben dan zo aandachtig met de techniek bezig dat ik de commentator en het publiek niet hoor."

Tijdens een pull heeft de trekker een wielspin van 100 km/uur Deze kan dankzij de vrijloop turbine (freepower) variëren. Als de trekker het



Voorop de motor op de turbinewielas is een compressorwiel gemonteerd, dat de lucht naar binnen zuigt. Het gasje ervoor moet voorkomen dat verontreinigen mee naar binnen worden gezogen, de toleranties zijn bijzonder klein.



De schoepen van het turbinewiel zijn, als ze nog niet warm geweest zijn, met een mal in de juiste hoek te vormen.



We weten allemaal dat een goede afstelling van kroon- en pignonwiel in het garagebedrijf wordt uitgevoerd door de oud-gedienden, zij bezitten nog die vakkennis en -vaardigheid. De micropullers doen dit zelf, sterker nog ze maken eigenhandig de onderdelen!

zwaar krijgt, blijft de motor hetzelfde toerental draaien, maar reduceert de freepower het toerental tot hij het weer aankan. Hij zoekt als het ware altijd zijn maximale grip op.

### Tweede motor

Inmiddels rijdt Martin met een tweede versie, de bouw en ontwikkeling heeft hem drie jaar gekost. Alle ervaringen die hij heeft opgedaan met de eerste motor heeft hij verwerkt in de nieuwste versie. De hoeken van turbinewiel en stator zijn geheel volgens zijn wens gevormd. En met name de diffuser, de plaat die de luchtstroom van de compressor zodanig geleidt dat er voldoende druk wordt opgebouwd in de verbrandingskamer om de vlam goed aan te wakkeren, heeft een kritische vorm. Nadelig is wel dat



Een klusje waarbij het aankomt op gevoel en het juiste gereedschap. De flinterdunne vlamhuisjes worden op de ring van de brander bevestigd.



Alle onderdelen worden zelf gemaakt, zoals de schoepen van het turbinewiel die driedimensionaal moeten worden gevormd. Moeilijk? Jazeker, Martin heeft er lang over nagedacht en er een passende mal voor ontwikkeld.

Controle of alle vlamhuisjes open zijn met behulp van propaan. Alle vlammen moeten even hoog zijn en gelijktijdig doven.



Een elektrisch pompje perst de kerosine uit het tankje de verbrandingskamer in. Let eens op dat fraaie frame. Uiteraard is ook dat handwerk.

er in deze motor tal van nieuwe ontwikkelingen zijn verwerkt waarvan hij op voorhand nog niet kan inschatten hoe ze zich houden op de baan. Alles aan de trekker is zelf gemaakt. Het brandstoftankje is van blik, de uitlaten van RVS. Martin heeft de beschikking over een zelf geconstrueerde puntlasmachine die uit verschillende cellen bestaat waarmee hij de stroom instelt. Het apparaat kan plaatdikten tot 3 mm aan. Een klein draaibankje alsmede een MIG-lasapparaat en een zelf gefabriceerd 'soldeerpijstool' stellen hem in staat om echt op de duizendste millimeter te opereren. Met name dat laatstgenoemde stukje gereedschap maakt het hem mogelijk om de flinterdunne vlamhuisen (0,5 mm dikke injectieaalden) op de ring van de brander te bevestigen. De

# Weinig onderdelen, veel toeren

Turbinemotoren kennen we uit de luchtvaart, ze staan daar bekend om hun grote betrouwbaarheid en het feit dat ze goede prestaties leveren zonder al te gevoelig te zijn voor de kwaliteit van de gebruikte brandstof. Ze zijn daarentegen wél gevoelig voor verontreinigingen die met de luchtstroom mee naar binnen worden gezogen.

Opmerkelijk is de ogenschijnlijk simpele wijze waarop de motor is geconstrueerd. Weinig ingewikkelde draaiende delen, geen gecompliceerde overbrengingen. Het geheim van de turbinemotor zit 'm in de kleine toleranties en de stroming van de gassen door de motor.

Simpel voorgesteld komt het er in een turbinemotor op neer dat door het verbranden van een kerosine-luchtmengsel er een enorme luchtverplaatsing ontstaat. De kerosine wordt via verschillende vlamhuisjes in de ronde verbrandingskamer met lucht tot ontbranding gebracht. De vlam is naar voren gericht, de verbrandingsgassen gaan naar achteren.

Op weg naar buiten mengen ze zich met verse lucht en krijgen door de schoepen van de stator een bepaalde richting. Deze gerichte gastroom wordt geprojecteerd op het turbinewiel dat gaat draaien. Toerentallen van 150.000 t/min zijn geen uitzondering, de turbinemotor van Martin Stouten draait 120.000 t/min. De draaiende beweging zet ook het compressorwiel aan de voorzijde in beweging waardoor de lucht als het ware onder druk naar binnen wordt gezogen.

De uittredende lucht-uitlaatgastroom zorgt bij een vliegtuig voor de stuwkracht. Een micropuller kan niets met die stuwkracht, daar moet tractie via de banden worden overgebracht op de kleibaan. Martin heeft dit opgelost door een tweede (freepower) turbine in de aandrijflijn op te nemen. Hierbij wordt de uittredende gasstroom (waar veel energie in zit) tegen een tweede turbinewiel geblazen. Dit wiel is groter dan de motorturbine waardoor er een buffer plaatsvindt tussen de twee turbinewie-



Het starten van de motor is een ritueel. Met een batterij-aangedreven luchtföhn blaast Martin lucht in de motor, in plaats van kerosine gebruikt hij propaan om de verbrandingskamer voldoende op temperatuur te brengen, daarna wordt overgeschakeld op kerosine. Na een run blaast Martin met dezelfde föhn de motor door om eventuele verontreinigingen te verwijderen en de motor gecontroleerd af te koelen.

Hier ligt een turbinemotor! Relatief weinig onderdelen en geen complexe en vermogen vretende overbrengingen.



len. De lichtsnelheid neemt daardoor af. Voordeel hiervan is dat het als een koppeling werkt, indien er weinig stuwdruk is (bij stationair toerental) staat de freepower stil. Hij komt pas in

beweging bij verhoogde stuwdruk. Hierdoor is de micropuller van Martin Stouten goed en veilig te beteugelen. Tevens wordt het toerental met de helft gereduceerd.

ingestelde brandertemperatuur is hierbij erg kritisch, is deze een fractie te hoog dan ontstaat er vernauwing waardoor de brandstof er niet goed doorstroomt en de vlam ten opzichte van de rest te laag blijft. Als Martin de gehele brander af heeft, controleert hij de doorstroom door propaan gas te verbranden. De onderlinge verschillen in vlamhoogte zijn vervolgens een indicatie in hoeverre zijn werk is geslaagd.

## Kijken, voelen en horen

Martin is een man van de praktijk. Dat blijkt wel als je hem hoort praten over hoe hij zijn machine afstelt. Veel teams werken met temperatuursensoren, Martin kijkt naar de uitlaat en weet aan de verkleuring van dit onderdeel hoe ver hij kan gaan. De afstelling van het compressorwiel bijvoorbeeld beoordeelt hij aan de hand van de roodverkleuring van de richtschoepen van de stator. Is de afstelling te ruim dan krijgt de motor inwendige lek, de brandstof-luchtverhouding is verstoord waardoor de temperatuur te hoog wordt. Die afstelling van de compressor ten opzichte van het huis mag en moet 0,1 mm zijn. Hij controleert dit door het compressorwiel onder druk te laten draaien, het onderdeel



Voordat de verbrandingsgassen de motor verlaten drijven ze eerst de freepower aan, die vervolgens de eindaandrijving in gang zet. De puller heeft geen versnellingen.



De rode leidingen transporteren de olie naar de lagers. Door het tankje onder druk (afkomstig van de compressor) te zetten, wordt de olie naar de te smeren delen geperst.

## REPORTAGE

Zeeuw bouwt eigen turbinemotor op schaal

mag dan niets raken. Vervolgens plakt hij er een plakbandje tussen en dan moet het aanlopen. U zult begrijpen dat de dikte van het plakbandje de vereiste 0,1 mm heeft.

Martin heeft veel bereikt met het richten van de schoepen van het turbinewiel en de richtschoepen. Die schoepen kun je verbuigen in de vorm die je wilt hebben, zolang het materiaal nog niet warm is geweest. Is dat wel het geval dan ontstaat er een spanning in het materiaal waardoor het bij een fysieke belasting breekt. Die optimale stroming van de gassen door de turbine levert het gewenste vermogen op. Het uitbalanceren van het turbinewiel en de bijbehorende compressor doet hij ook zelf. De benodigde apparatuur mag hij van een bevriende collega gebruiken, het stelt hem in staat om te balanceren op 0,001 gram. Onbalans werkt hij weg door materiaal weg te vijlen.

De hoogte van de fluitende toon 'in bedrijf' is voor hem al een indicatie hoe het met het balanceren is gesteld. Op het moment dat hij de turbine hoort fluiten en voelt trillen, dan is het weer tijd om te balanceren. De vliegtuigjongens doen dit één keer per jaar, omdat Martin in het zand rijdt doet hij het twee keer.

Dit doet Martin er eigenlijk even bij: een micropuller met vier tweetaktmotortjes. De meeste tijd besteedt hij aan de turbinemotorpuller. Let ook op het fraaie spuitwerk en de afwerking.

### Een soepele loop

De lagers en de smering zijn een verhaal apart. Martin gebruikt keramische lagers zonder kooi die met een veer op spanning worden gebracht. Die voorspanning zorgt ervoor dat het lager, wanneer alles op bedrijfstemperatuur is, de juiste speling heeft. Ze worden kant en klaar bij een Duitse leverancier besteld, deze garandeert dat ze een toerental van 200.000 t/min aankunnen.

De smeerolie is dezelfde als die voor een F16 wordt gebruikt. Het betreft een synthetische olie die nauwelijks verbrandt en dus weinig verontreinigingen achterlaat. Daarnaast heeft het een bijzonder goede koelende en spoelende werking. De olie wordt door (compressor)druk op het reservoir te zetten naar de lagers getransporteerd. Door in de leidingen gekalibreerde

vernauwingen op te nemen wordt de hoeveelheid bepaald.

Alles aan de micropuller, behalve de banden en de compressor (afkomstig van KKK), heeft hij zelf gemaakt. Menig turbinedeskundige klappt met zijn oren en knippert met zijn ogen als hij hoort en ziet wat deze Zeeuwse 'hobbyist' heeft weten te bereiken. En als we goed naar hem luisteren dan blijkt dat dé drijfveer van Martin te zijn: "Ik ben al zo vaak mensen tegengekomen die tegen me zeiden 'dat lukt je nooit'. En dan word ik fel en denk: 'dat wil ik nog wel eens zien!' En dan blijkt het me te lukken, met nuchter verstand, weten wat je doet en niet opgeven". Wij waren in ieder geval onder de indruk, Chapeau Martin!

**Hans Doornbos**

## Fascinerende sport voor technici

Micropulling is het kleine broertje van het bekende tractorpulling. De bouwers hebben de afmetingen met een factor tien gereduceerd. Ook hier draait het erom een sleepwagen zo ver mogelijk te verplaatsen over een 15 meter lange kleibaan. Tijdens een run wordt de weerstand van de sleepwagen steeds groter. Op een bepaald moment legt de tractie het af tegen de weerstand van de sleepwagen en komt de combinatie tot stilstand. Het team dat uiteindelijk het verst komt,

wordt uitgeroepen tot winnaar. De deelnemers hebben zich verenigd in de Nederlandse Micro Pulling Organisatie (NMPO). Er zijn zo'n 45 deelnemers in verschillende klassen. Er bestaat de superstock, de vrije klasse en de two-wheel-drive klasse. In de eerstgenoemde categorie moet de tractor uiterlijke gelijkenis vertonen met een normale landbouwtractor en mag deze maar met één motor zijn uitgerust. Het gewicht is gelimiteerd op 3,5 of 4,5 kg. In de vrije klasse geldt alleen een gewichtsbeperving, deze is opgedeeld in drie klassen te weten 3,5, 4,5 en 5,5 kg. In de two-wheel-drive klasse moeten de pullers op echte auto's lijken, zoals een pick-up truck of een classic car, het maximale gewicht is vastgesteld op 2,9 kg. De NMPO verzorgt op uitnodiging wedstrijden en demonstraties. De meeste activiteiten vallen samen met de grotere tractorpull evenementen. Sinds haar bestaan



Net zoals bij de volwassen klasse is het de bedoeling de sleepwagen zo ver mogelijk over de kleibaan te trekken. De weerstand van de sleepwagen neemt per afgelegde meter toe. Wie het verst komt wordt uitgeroepen tot winnaar.

zijn de pullers steeds professioneler geworden. Leuk aspect is nog steeds dat de deelnemers hun eigen voertuigen bouwen, naast het deelnemen aan wedstrijden is dit voor velen de drijfveer om deze sport te beoefenen. Een beginnend lid kan rekenen op veel hulp en bijstand van de geroutineerde clubleden, naast

rivaliteit op de baan is er sprake van een grote saamhorigheid. De micropullers worden aangedreven door tweetakt motortjes, viertakten of de in dit artikel behandelde turbinemotor. Ze worden radiografisch bestuurd. ●

Wilt u meer weten over deze fascinerende technische sport, bezoek dan [www.micropulling.nl](http://www.micropulling.nl).



De micropullers worden radiografisch 'op afstand' bestuurd.