



# IMPULS

NAVRO  
NIEUWS  
BRIEF

4<sup>e</sup> Jaargang Nummer 1 - 28 mei 2003



De lancering van de N24 op het NLD17, 4 april 2003

De NAVRO is een officiële vereniging voor raketonderzoek in Nederland en biedt haar leden de volgende activiteiten:

**Het bouwen en lanceren van modelbouw- en HPR raketten**

Deze raketten zijn geheel vervaardigd van materialen zoals kunststof, karton en balsahout. De maximale massa van modelbouwraketten is 1500 gram. Voor het lanceren wordt gebruikt gemaakt van speciaal hiervoor vervaardigde professionele raketmotoren. Alle modelbouw- en HPR activiteiten vinden plaats in overeenstemming met de internationale NAR/HIA veiligheidsvoorschriften en de Nederlandse wetgeving.

**Het bouwen en lanceren van amateurraketten**

In dit geval zijn de raketten in feite kleine professionele raketten. Ze zijn uitgerust met relatief ingewikkelde elektronische schakelingen die een parachutesysteem en andere "on-board" systemen bedienen. Tevens kunnen er meetsystemen meevliegen die bijvoorbeeld de versnelling van de raket meten. Voor amateurraketten bestaan in principe geen massa beperkingen en kunnen zowel met professionele als

zelf ontworpen raketmotoren worden gelanceerd. Amateurraketten worden op grote militaire schietterreinen gelanceerd. Voor het lanceren van amateurraketten in Nederland heeft de NAVRO toestemming om het luchtruim boven het Artillerie Schietkamp ASK 't Harde bij Oldenbroek te gebruiken.

**Stuwstof en motoronderzoek**

Het doel van dit onderzoek is het ontwikkelen van een op vaste stuwstof werkende raketmotor voor amateur gebruik. Op dit moment is de NAVRO bezig met de ontwikkeling van een zelf bedachte composiet-stuwstof. Deze stuwstof, de zogenaamde Kalinitrox-composiet, en haar ontstekers zijn geclassificeerd door TMO/PML te Rijswijk. Voor het vervaardigen, opslaan, vervoeren en testen van Kalinitrox-composietmotoren en de ontstekers heeft de NAVRO een erkenning conform de Wet Explosieven Civiel Gebruik (WECG). Teneinde raketmotoren te kunnen testen bezit de vereniging een testterrein in Dordrecht.

**WAARSCHUWING:**

De NAVRO wil iedere lezer er op wijzen dat het vervaardigen, vervoeren en bezigen van ontploffingsgevaarlijke stoffen en voorwerpen alleen dan is toegestaan, wanneer wordt voldaan aan de bepalingen en voorschriften van de voor dergelijke activiteiten bedoelde wetgeving.

**Verenigingsadres**

Wilde Woutstraat 12  
2951 VV Alblasserdam  
Tel: 078-6930620

**NAVRO website**

Voor algemene en actuele informatie:  
www.navro.nl

**Secretariaat**

Lijsterstraat 47  
2964 CC Groot Ammers  
info@navro.nl

**Redactieadres**

Potgietstraat 1  
2951 XS Alblasserdam  
impuls@navro.nl

**Girorekening**

Girorekening nr.: 346833

**Bestuur**

Voorzitter: G.J.Ligthart  
Secretaris: C.J.Th. Groenendijk  
Penningmeester: P.W.J.Leemker

**NAVRO lanceerdagen 2003**

NLD 17: 4 april  
NLD 18: 5 september

© 2003 NAVRO, Alblasserdam  
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevens bestand of openbaar gemaakt worden in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorgaande schriftelijke toestemming van de NAVRO.

**INHOUD**

Verenigingsinformatie	2
Overzicht 2002	3
Beleid 2003	4
De NAVRO geschiedenis volgens Gerben Jan Ligthart	7
Mooie lanceringen en crashes op NLD17	11
NAVRO verenigingsamateurraket	12
De NRT	13
Demonstratie modelbouwraketten en HPR	14
Raketten in de polder	14
Internetadressen	17

**Aan dit nummer werkten mee:**

Fred van Arkel  
Bert Koerts  
Leon Krancher  
Gerben Jan Ligthart  
Pleun Punt  
Jan-Hein Ramakers  
Mark Uitendaal

**Geredigeerd door:**

Corry Punt-Scholte

## Overzicht 2002

Door Gerben Jan Ligthart

Het jaar 2002 ligt achter ons. Het was een jaar waarin onze hobby, naast de positieve ontwikkelingen en twee perfecte lanceerdagen, met nogal wat tegenslagen werd geconfronteerd. Hieronder volgt een overzicht.

### Erkenning conform de Wet Explosieven Civiel Gebruik

Zoals een ieder inmiddels wel weet, is voor het vervaardigen, opslaan, vervoeren en bezigen van stuwstoffen en raketmotoren, een "bewijs van erkenning" noodzakelijk. In het overzicht van 2001 is daar uitgebreid op in gegaan. Inmiddels heeft de NAVRO bedoelde erkenning op 25 maart 2002 ontvangen.

### De milieudienst

Door de vuurwerkkramp in Enschede en de cafébrand in Volendam, was het bestuur reeds op de hoogte van het feit dat de NAVRO benaderd zou worden door de milieudienst. Dit is gebeurd, en hoe..!! Zonder op alle details in te gaan, dat voert hier te ver, heeft een en ander geresulteerd in het feit dat bij een Maatregel van Bestuur de opslag van gevaarlijke stoffen in horeca gelegenheden verboden is. Tevens was de milieudienst van mening dat het vervaardigen van voortdrijvende ladingen milieuplichtig was. Met andere woorden wij zullen voor dergelijke activiteiten op zoek moeten naar een andere locatie. Het bestuur heeft dit in studie en tracht, hangende de procedure, de NAVRO activiteiten gewoon doorgang te laten vinden.

### Luchtruim gebruik

De regeling modelraketten is op dit moment in behandeling bij Inspectie Verkeer en Waterstaat (IVW) divisie Luchtvaart. Door allerlei interne reorganisatie heeft een en ander vertraging opgelopen.

### Lanceerdagen

Ook in 2002 heeft de NAVRO weer twee zeer succesvolle lanceerdagen georganiseerd. Op het NLD15 en 16 zijn er met succes modelbouw raketten en HPR raketten gelanceerd. De N24 was helaas niet op tijd af voor het NLD15 en dus werd de vlucht doorgeschoven naar het NLD16. Daar maakte de raket een succesvolle vlucht met een nieuw parachute systeem (zie het uitgebreide verslag in de Impuls van 16 september 2001). Op het NLD16 participeerde voor het eerst het Space Camp van het maandblad KIJK. Dit zorgde voor een groot aantal bezoekers. De deelnemers van het Space Camp lanceerden

met succes een aantal HPR raketten met G-klasse motoren.

### Stuwstof- en motoronderzoek

Door de perikelen rondom de milieudienst heeft het stuwstof- en motor onderzoek in 2002 stilgelegen. Echter, de problematiek rondom de milieudienst heeft het bestuur er toe gebracht om te bekijken of onze kalinitrox stuwstof (voortdrijvende ladingen) kan worden gereclassificeerd van klasse 1.3 naar 1.4. In de juiste UN-verpakking mag men namelijk van klasse 1.4 meer opslaan dan klasse 1.3 (10 Kg i.p.v. 3 Kg). Er is inmiddels contact opgenomen met TNO/PML. Criteria voor een reclassificatie naar klasse 1.4 zijn dat er geen scherfwerking zal optreden tijdens het onverhoopt ontbranden van de voortdrijvende ladingen en dat dan de warmtestraling op 15m afstand niet groter is dan 4kW/m<sup>2</sup>. TNO/PML is van mening dat scherfwerking uitgesloten is maar dat ten aanzien van de warmte straling er een indicatieve brandproef gedaan moet worden. De voorbereidingen voor deze brandproef zijn reeds in volle gang.

### HPR groep

Sedert enige jaren participeren gasten op de NLD's. Deze gasten, hoofdzakelijk Tripoli- The Netherlands leden, kwamen dan High Power Rockets (HPR) lanceren. Eigenschap van HPR's is dat het gebruik van metalen sterk is gereduceerd en dat gebruik wordt gemaakt van koepdelen waarmee de raketten worden gefabriceerd. Tevens worden fabrieksmatig vervaardigde motoren en ladingen gebruikt. Voordeel van deze methode van bouwen en vliegen is dat er niet een hele infrastructuur hoeft te worden opgezet zoals dat het geval is bij amateur raketten. Ook kan men solo opereren. Onnodig om te vermelden dat HPR daarom voor een groot publiek bereikbaar is en daarom ook in binnenland en buitenland sterk in populariteit toeneemt. Zo ook binnen de NAVRO. Om nu niet achteraf achter de feiten aan te lopen, heeft het bestuur besloten om in de loop van 2002 een afdeling Tripoli-NAVRO Holland op te richten. Wat houdt dat in? Tripoli is een Amerikaanse organisatie die weer onderafdelingen (prefectures) kent in zowel Amerika als ook in andere landen. De leidinggevende van een prefecture wordt een prefect genoemd en heeft middels een certificering systeem bewezen voldoende kennis van zaken te bezitten. Alleen wanneer men is gecertificeerd kan men motoren kopen. Verbonden aan de certificering is te allen tijde

het lidmaatschap van Tripoli USA. Men kan zich certificeren voor drie verschillende niveaus. Bij oplopend motor vermogen dient men een daarbij behorende level te halen. Bijvoorbeeld: level-1, tot maximaal I-motoren van 640 Ns, / level-2, tot maximaal L-motoren van 5120 Ns / level-3 voor nog krachtigere motoren. Het examen van een level wordt altijd afgenomen door iemand met een hogere level. In 2002 heeft het bestuur van de NAVRO overleg gevoerd met enkele leden van Tripoli The Netherlands om bij de NAVRO te komen tot een HPR lidmaatschap. Deze gesprekken liepen constructief en beloven veel voor de toekomst.

### **Modelbouw groep**

In 2002 is er weer een modelbouwgroep van start gegaan. Welles waar een kleine maar enthousiaste groep. Het bestuur hoopt dat de regeling modelraketten spoedig van kracht wordt want dan kunnen er ook in de directe omgeving van Alblasterdam modelbouw raketten worden gelanceerd.

### **Tot slot**

Een bewogen periode ligt achter ons. Door de goede teamgeest die de NAVRO eigen is, zijn de problemen die wij tegenkwamen in positieve zin omgebogen. Als voorzitter ben ik een tevreden mens en spreek de wens uit dat

## **Beleid 2003**

Door Gerben Jan Ligthart

### **De milieudienst**

Begin januari heeft er een eindoverleg plaats gevonden tussen de milieudienst, de brandweer, de burgemeester en de NAVRO om tot een oplossingsrichting te komen. Over het opslag probleem is men het niet éénduidig eens geworden. De interpretatie van categorie 3 van het inrichtingen vergunningbesluit wet milieubeheer (IVB) bleek het struikelblok. Jullie voorzitter meent dat categorie 3 de mogelijkheid biedt om 3 Kg klasse 1.3 en 10 Kg klasse 1.4 zonder vergunningplicht op te slaan (in de UN-verpakking!). Het probleem is echter dat in categorie 3 staat vermeld dat het dan gaat om zwartbuskruit, rookzwakbuskruit, pyrotechnisch speelgoed en consumenten vuurwerk. Duidelijk is dat men hier doelt op o.a. schietverenigingen. Het adviesorgaan van de milieudienst, het Rijks Instituut voor Milieuvraagstukken (RIVM), hanteert de letterlijke interpretatie van categorie 3 van het IVB. Het is mij niet gelukt om de ..... van het RIVM duidelijk te maken dat het niet om de benaming gaat maar om de klasse. Zelfs het advies van een gespecialiseerde organisatie

wij de ingeslagen weg blijven bewandelen en met onze lijfspreuk "veiligheid boven alles", laten zien dat amateur rakettechniek dan een zeer boeiende en veilige hobby is.



De lancering van de Paas-ei van Bert Koerts

mocht niet baten. Het stemt het bestuur droef om te moeten constateren dat officiële instanties zoals de milieudienst en met name het RIVM op het gebied van klasse 1 slechts gedeeltelijk of in het geheel niet ter zake deskundig zijn... Hoe dan ook, door een Maatregel van Bestuur is de opslag van gevaarlijke stoffen, anders dan die bedoeld zijn voor het dagelijkse onderhoud, in horeca gelegenheden (en dat is het buurthuis) sowieso niet mogelijk. Daar komt nog bij dat de milieudienst / RIVM van mening is dat het aspect "bewerken" een cruciale rol speelt. Uiteindelijk zijn de partijen overeengekomen dat er moet worden uitgekeken naar een andere locatie voor de NAVRO. Voorkeur heeft een los staande locatie. De milieudienst heeft aangeboden om in nauw overleg met de NAVRO te zorgen voor een milieuvergunning. Deze milieuvergunning zal een pakket(je) veiligheidsmaatregelen bevatten die de veiligheid zullen waarborgen. Men werkt erop aan dat een en ander op 1 september 2003 voltooid zal zijn. Op dit moment is het bestuur in overleg met transportbedrijf MAAT. Bij dit

bedrijf bestaat eventueel de mogelijkheid om portacabins of een container te plaatsen. Gezien het feit dat op termijn de Mijlpaal zal worden gesloopt, wordt bekeken of er niet gelijk een definitieve oplossing voor de huisvesting van de NAVRO mogelijk is. Het bestuur houdt jullie op de hoogte van deze belangwekkende ontwikkeling.

### Luchtruim gebruik

Op dit moment is men nu zo ver dat de regeling modelraketten reeds in bredere kring wordt behandeld. Zo zijn o.a. defensie, het Directoraat Generaal Luchtvaart (DGL) en de luchtverkeersleiding bij het overleg aangeschoven. Het bestuur zal haar leden op de hoogte houden van de ontwikkelingen.

### Stuwstof- en motor onderzoek

Het in 2001 gestarte onderzoek van Kalinitrox-plus zal worden voortgezet en zal in hoofdlijnen bestaan uit de volgende onderwerpen:

1. Testen serie met "hollow-tube grains" (HTG)<sup>1</sup> in de kleine testmotor om de juiste klemming en stuwstof karakteristieken te bepalen.
2. Testen serie met "bates grains" (BG)<sup>2</sup> in de kleine testmotor teneinde de juiste configuratie te bepalen.
3. De huidige 60mm motor (K2000) testen met BG's hetgeen zal moeten leiden tot een nieuwe verbeterde motor.

<sup>1</sup>: HTG's zijn cilindrische ladingen met een cilindrische holle kern. Aan de kopse einden zijn de ladingen voorzien van een laag hars waardoor de verbranding slechts aan de binnenzijde van de HTG kan plaatsvinden. Bij het voortschrijden van het verbrandingsfront zal het brandende oppervlak en dus de klemming toenemen.

<sup>2</sup>: BG's hebben de zelfde configuratie als HTG's. Echter, nu zijn de kopse einden niet voorzien van een laag hars waardoor de verbranding zowel aan de binnenzijde als ook aan de kopse einden plaatsvindt. Bij de juiste diameter-lengte verhouding zal het brandende oppervlak nagenoeg gelijk blijven hetgeen een mooi vlak stuwkrachtsverloop zal opleveren.

Tevens zal worden bestudeerd of de bevestigingsbouten van de huidige 60mm vluchtmotor vervangen kunnen worden door gatborgveren. Uiteindelijk is het de bedoeling dat op het NLD18 een raket zal vliegen met de nieuwe verbeterde raketmotor. Bert Koerts heeft aangeboden om, eventueel met andere HPR-leden, hiervoor een raket te fabriceren. Wanneer de stuwstof karakteristieken eenmaal bekend zijn, zal serieus worden bekeken of het mogelijk is van de kalinitrox-plus stuwstof reloads te vervaardigen voor de RMS-motoren van b.v. AeroTech.



HTG grains voor de testmotor

### Reclassificatie kalinitrox en classificatie kalinidex

Zoals bekend zal de kalinitrox stuwstof (voortdrijvende ladingen) dit jaar worden gereclassificeerd. Begin dit jaar heeft de NAVRO een offerte ontvangen voor de reclassificatie en de noodzakelijke indicatieve brandproef. De totale kosten komen op € 1500. Ondanks deze hoge kosten heeft het bestuur, in overleg met haar leden, toch besloten om de reclassificatie te laten plaatsvinden. Een reclassificatie van klasse 1.3 naar klasse 1.4 heeft grote voordelen met betrekking tot opslag, vervoer en de ophanden zijnde milieuvergunning. Binnen de NAVRO worden er op dit moment ook motoren getest met KNO<sub>3</sub> / suiker. Van deze stuwstof bestaat tot op heden geen UN-classificatie. Zonder deze UN-classificatie vinden deze testen illegaal plaats. Dat dit een onwenselijke situatie is lijkt ons duidelijk. Daarom zal tevens een indicatieve brandproef gedaan worden met de z.g.n. kalinidex stuwstof om te komen tot een UN-classificatie. Een en ander is reeds met TNO/PML opgenomen en akkoord bevonden. Op dit moment zijn voor beide proeven UN-dozen gevuld met ieder 2 Kg voortdrijvende ladingen en wachten we op een datum voor indicatieve brandproeven.

### Amateur raketten

Op het NLD17 is de N24 verongelukt. Door een fout in de communicatie tussen de supervisor en de senior-supervisor, is het verwijderen van de safety plug over het hoofd gezien met alle fatale gevolgen van dien. Het bestuur zal het lanceerprotocol herzien teneinde herhaling te voorkomen. Het is de bedoeling dat er een nieuwe raket zal worden ontworpen en gebouwd. In de tweede helft van 2003 zal daarmee worden aangevangen. Het betreft een raket van 125mm diameter, de Titan, die modulair zal zijn opgebouwd. Prioriteit in 2003 zal echter het stuwstof- en motor onderzoek hebben. Op het NLD19, in

het voorjaar van 2004, zal de Titan haar eerste vlucht moeten maken. Met deze vlucht zal het onderzoek naar het vlucht gedrag van een raket worden voortgezet om zo de weg vrij te maken voor steeds hoger vliegende raketten. In toekomstige artikelen in de Impuls zal hier uitvoerig bij worden stil gestaan.

### **HPR activiteiten**

Zoals een ieder weet is de HPR afdeling binnen de NAVRO inmiddels een feit. Een grote "domper" tijdens de oprichting was het plotselinge overlijden van Rolf begin januari 2003. Met het overlijden van Rolf is een gedreven en motiverend mens heengegaan. Onnodig te vermelden dat de invulling van de HPR afdeling belangrijke vertraging heeft opgelopen! Het zal duidelijk zijn dat, ieder op zijn eigen wijze, het verdriet van dit verlies eerst heeft moeten verwerken. Op dit moment worden er plannen uitgewerkt om een en ander vorm te geven. Met het succesvolle NLD17, waar naast de reguliere HPR raketten tevens een HPR raket ter nagedachtenis van Rolf werd gelanceerd, is met deze invulling een aanvang gemaakt. De zeer gezellige donderdagavond heeft daar zeker aan bijgedragen. Het bestuur heeft het op zich genomen de HPR afdeling in de loop van 2003 een solide basis te geven. Hiertoe zal een vertegenwoordiging van deze afdeling in het bestuur zitting moeten nemen. Er zal een serieuze inventarisatie van middelen en capaciteiten moeten plaatsvinden. Wij denken hierbij b.v. aan motoren, lanceerinrichtingen, etc. en hoe we de level certificeringen verder vorm moeten gaan geven (bestaande levels blijven uiteraard gehandhaafd). Om de opslag en vervoer van de reloads te reguleren, heeft het bestuur het veiligheidsreglement aangepast. Wat houdt een en ander in? Zonder het bewijs van erkenning is de opslag en vervoer van de reloads verboden. Ook het huishoudelijk reglement van de NAVRO staat dat niet toe! In het bewijs van erkenning van de NAVRO is het volgende opgenomen:

- De handelingen, waartoe de erkenning strekt, moeten worden uitgevoerd onder de feitelijke leiding van de beheerder, in dit bewijs van erkenning genoemd (de voorzitter, in dit geval tevens de senior-supervisor).
- De beheerder kan personen voor hem laten handelen.

Het bestuur heeft naar aanleiding hiervan de volgende toestemmingsregeling uitgewerkt:

- Wanneer het bestuur overtuigd is dat er voldoende kennis van zaken aanwezig om het vervoer en opslag veilig te doen laten plaatsvinden, kan het bestuur (c.q. de

beheerder) een lid voor zich (hem) laten handelen.

- Hiertoe wordt er een afschrift van het bewijs van erkenning afgegeven.
- Bij dit bewijs zijn een aantal voorschriften opgenomen.
- De voorschriften en het afschrift van het bewijs van erkenning vormen samen de toestemming voor de opslag en het vervoer van UN-geclassificeerde voortdrijvende ladingen.

### **Locatiezender**

Er is lang over gesproken maar dit jaar moet het er toch echt van komen: de lang verwachte locatiezender. Uit de praktijk is gebleken dat het terugvinden van een raket, ook al is hij visueel volledig te volgen geweest, in de heide van het ASK niet altijd even gemakkelijk is terug te vinden. Het blijkt dus dat een locatiezender zeker geen overbodige luxe is. Om te vermijden dat iedereen "op zijn eigen houtje" op zoek gaat naar een mogelijk ontwerp voor een locatiezender, zal het bestuur een groepje leden samenstellen die dit effectief ter hand zullen nemen.

### **Zelfstandig stuwstof- en motoronderzoek**

Binnen de NAVRO is de situatie op dit moment zo dat er enkele leden zelfstandig stuwstof- en motoronderzoek doen. Het bestuur is van mening dat ook deze activiteiten gereguleerd dienen te worden. Analooq aan de toestemmingsregeling voor de opslag en vervoer van UN-geclassificeerde voortdrijvende ladingen, is ook hier een toestemmingsregeling ontwikkeld:

- Wanneer het bestuur overtuigd is dat er voldoende kennis van zaken aanwezig om het vervaardigen en testen van voortdrijvende ladingen (in motoren) veilig te doen laten plaatsvinden, kan het bestuur (c.q. de beheerder) een lid voor zich (hem) laten handelen.
- Hiertoe wordt er een afschrift van het bewijs van erkenning afgegeven.
- Bij dit bewijs zijn een aantal voorschriften opgenomen.
- De voorschriften en het afschrift van het bewijs van erkenning vormen samen de toestemming voor het vervaardigen en testen (in motoren) van UN-geclassificeerde voortdrijvende ladingen.
- Voor de opslag en het vervoer ontvangt men een separate toestemming.

Het bestuur heeft in de milieuwetgeving geen zaken gevonden die betrekking zouden kunnen hebben op bovengenoemde situatie. De milieuwetgeving is daarom ook niet van toepassing. Het bestuur wil een ieder er wel op

wijzen dat bovengenoemde toestemming alleen wordt verleend wanneer zij er absoluut van overtuigd is dat een en ander vakkundig en veilig plaatsvindt!! Zij zal daarom ook een controlerende functie gaan vervullen. Het verlenen van de toestemming is geen vanzelfsprekendheid.

### **Modelbouwgroep**

De modelbouwgroep komt op vrijdagavond bij elkaar. Het is nog steeds een kleine maar enthousiaste groep. Gezien het feit dat de regeling modelraketten nog niet van kracht is, zal de modelbouwgroep gaan participeren op de DRRA lanceerdagen. Hierover is reeds met het bestuur van de DRRA contact opgenomen. Het bestuur hoopt daarmee de groep enthousiast te houden.

### **Het 25-jarig bestaan van de NAVRO**

Dit jaar bestaat de NAVRO 25 jaar!! Om dit heugelijke feit vorm te geven is er een

commissie in het leven geroepen. In het geheim bereidt zij ongetwijfeld een feestavond o.i.d. voor die ons nog lang zal heugen!

### **Resumerend**

Het jaar 2003 is voor de NAVRO een belangrijk jaar waarin er veel moet gebeuren. Echter, wij zijn er van overtuigd, dat wanneer wij als een hecht team operen, een en ander gerealiseerd kan worden. Dus is het belangrijk dat wij elkaar goed op de hoogte houden van de verschillende ontwikkelingen. Vandaar dat wij als bestuur het plan hebben opgevat om een aantal keren per jaar, naast de reguliere NAVRO-avonden op de woensdagavonden, een verenigingsmiddag te organiseren. Deze middagen zijn hoofdzakelijk bedoeld om informatie uit te wisselen. Ook het sociale aspect zal zeker niet ontbreken.

Het NAVRO bestuur.

## **De NAVRO geschiedenis volgens Gerben Jan Ligthart**

Door Pleun Punt

Gerben Jan Ligthart was één van de twee oprichters van de NAVRO 25 jaar geleden en is sindsdien voorzitter. Samen met hem heb ik de geschiedenis van de NAVRO opgediept. Het volgende artikel is hier het resultaat van.

### **Gerben Jan Ligthart**

Gerben Jan werd in 1961 geboren in Sneek. In 1967 gaat Gerben Jan voor 6 jaar naar Tanzania, waar zijn vader werk krijgt. In 1973 komt de familie Ligthart terug in Nederland en gaat in Alblisserdam wonen, waar zijn vader bij de Touwbaan gaat werken. Na de MAVO volgt Gerben Jan de MTS en de HTS. Op de HTS krijgt hij verkering. Na de eerste en tweede klas stopt hij met de HTS en gaat werken bij het Tekenbureau EPG. Hij woont een paar jaar samen in Den Haag en Voorburg, totdat de relatie uitgaat en hij komt terug naar Alblisserdam. Hier woont hij sindsdien samen met twee katten. In 1998 gaat hij bij NR Koeling werken, waar hij al een tijdje bij was uitgeleend. In 2000 gaat hij freelance bij Tekenbureau De Jong in Alblisserdam werken. Dit bevalt zo goed dat hij 1 januari 2001 samen met de Gerrit de Jong het tekenbureau omvormt tot een vennootschap. Behalve de NAVRO heeft Gerben Jan nog een hobby die waar hij veel tijd aan besteed, namelijk theologie. Ondanks dat Gerben Jan al zo lang de NAVRO leidt heeft hij pas in 2003 zijn eerste raket gebouwd en gelanceerd, hetgeen hij heel leuk vond. In

de toekomst zal hij zeker nog af en toe een HPR raket bouwen.



Gerben Jan en zijn eerste raket: de Alfa

Technische inbreng bij het ontwerpen en bouwen is wat hij graag doet en het teamwork

van de (amateur)rakethobby en motoronderzoek spreekt hem erg aan. Op wettelijk gebied van de rakethobby is hij inmiddels expert geworden. Zijn grootste ambitie is echter het leiden van een enthousiaste groep mensen en als doel heeft hij gesteld om de NAVRO op een hoger plan te tillen.

### **De NAVRO**

De Nederlandse Amateur Vereniging voor Raket Onderzoek (NAVRO) werd in 1978 opgericht door Ad de Roode en Gerben Jan Ligthart. Sindsdien is de NAVRO-avond elke woensdag in het buurthuis "De Mijlpaal". In het begin werd er vooral over raketten, raketmotoren en ruimtevaart gepraat. Ook werd er in bibliotheken grondig gezocht naar zoveel mogelijk informatie over raketten en raketmotoren. Een officiële vereniging was de NAVRO toen nog niet; het was vooral een vriendenclub. In 1979 en 1980 werden er motortesten gedaan met buskruitmotortjes. Deze testmotortje leken meestal op veredelde vuurpijlen, hoewel er ook een echt raketje bij was.



Een foto uit van ca. 1980 met vlnr. Gerben Jan, Kees-Jan Groenendijk en Martin van Vliet.

### **De eerste NERO periode**

Begin jaren tachtig kwam de NAVRO in contact met de NERO (Nederlandse Experimentele Raket Organisatie). De NAVRO leden keken erg op tegen de NERO, want zij lanceerden al enkele tientallen jaren amateur-raketten. De NAVRO-leden waren vooral geïnteresseerd in het NERO zink-zwavelmotoronderzoek. De NAVRO werd onderdeel van de NERO afdeling Drechtsteden als Nederlandse Amateur werkgroep Voor Raket Onderzoek. Er werd een eigen zink-zwavelmotoronderzoek gestart en er waren enkele redelijke succesvolle testen. Helaas

was er weinig ruimte voor autonomie en de NAVRO stapte uit de NERO. De volgende periode was vooral een periode van bezinning. De activiteiten dwaalde een beetje af van de rakethobby. Zo werd nagedacht over het maken van een straalmotortje of zelfs een pulsarmotor. Ook is er een kleine hete luchtballon gemaakt, waar demonstraties mee zijn gegeven.

### **De tweede NERO periode**

Eind jaren tachtig werd de NAVRO toch weer een deel van de NERO, maar nu van de afdeling Haarlem. Men raakte weer meer in raketten geïnteresseerd, zeker nadat Gerben Jan met Frans de Boer in 1989 naar een Franse lanceerdag in Mourmelon was geweest. Voor Gerben Jan was het een openbaring om zoveel raketten te zien vliegen en hij was voorgoed besmet met het rakettenvirus. Er werd begonnen met de bouw van de eerste amateur-raket: de N1 "Pluvius Tubus" (Regenpijp). Deze raket werd in augustus 1990 gelanceerd in Mourmelon.



De N1 in de lanceertoren.

Deze lanceerdagen werden door de CNES (de Franse NASA) georganiseerd en omdat motoronderzoek in Frankrijk verboden was werd er gevlogen met door de Franse militairen ontwikkelde motoren. Van AeroTech had toen nog niemand gehoord. De motor van



de N1 was een Bambi, een motor van ca. 1000 Ns die uit een anti hagelraket afkomstig was. Helaas explodeerde de Bambi na een fractie van een seconde en de vlucht van de N1 eindigde in een catastrofe.

### **Officieel NAVRO**

In het voorjaar van 1991 was er grote onenigheid binnen de NERO en stapte de NAVRO voorgoed uit de NERO. Op 1 juli 1991 werd eindelijk de NAVRO formeel als vereniging opgericht. Inmiddels was de N2 "Vindicta Pluvii Tubi" (Wraak van de Regenpijp) gebouwd, gedeeltelijk met onderdelen van de vrijwel identieke N1. De N2 werd aangedreven door een Isard motor en met deze motor maakte de N2 een succesvolle vlucht. Men was blijkbaar in Frankrijk zeer gecharmeerd van het optreden van de NAVRO, want de veiligheidsprijs, de Prix Joseph Mercier, werd aan de NAVRO uitgereikt. Ook werd in 1991 de jeugdgroep gestart die zich vooral bezigheid met het bouwen en lanceren van modelbouwraketjes. Ook worden de basisprincipes van raketten bijgebracht.

### **Kalinitrox**

Terug in Nederland werd er begonnen aan een nieuwe composiet motor. Het doel was een zo veilig mogelijk brandstof te ontwikkelen. De composietbrandstof bestond in eerste instantie uit tweecomponenten-epoxylijm met kaliumnitraat. De testen waren een succes, maar de brandstof was tijdens de productie niet goed handelbaar. De epoxylijm werd vervangen door een dunnere epoxyhars, die in de modelbouwwereld gebruikt wordt. Deze brandstof werd Kalinitrox genoemd. Hiermee werd de K600 motor ontwikkeld. Deze motor had een totale impuls van 600 Ns. Begin 1992 werd na intensief overleg met het Ministerie van Verkeer en Waterstaat een vergunning verleend voor het vervaardigen en opslaan.



Motortest van een K600 motor.

Ook werd Kalinitrox door TNO geïdentificeerd. Op 26 september 1992 kreeg de K600 motor zijn luchtdebuut met de lancering van de N3 op het ASK 't Harde bij een NERO-lanceerdag. De vlucht was een succes.

### **Eigen lanceerdag**

Inmiddels werd er naar een eigen lanceermogelijkheid gezocht. Onder andere werden het infanterie schietkamp De Harskamp en het lucht artillerie schietkamp LUASK bekeken. Eind 1992/begin 1993 werd het Artillerie Schietkamp 't Harde benaderd, ondanks dat gedacht werd dat de NERO daar het alleenrecht had om te lanceren. Gelukkig was dit niet zo en de eerste NAVRO LanceerDag (NLD) werd op 6 augustus 1993 georganiseerd. Hier werd met succes de N4 gelanceerd. De N4 was de eerste van de lange serie Midget raketten. De N4 werd snel opgeknapt en werd de N8. Deze N8 had als eerste NAVRO raket een boordcomputer, deze computer was een voorganger van de R-Das. De NAVRO trok weer naar Frankrijk en op het WWLC 1993 werden op 29 augustus de N8 en de N5 met succes gelanceerd. De N5 was het eerste privé-project in de N-serie. Deze raket van Vincent Kouer was ontworpen om zo hard mogelijk met de K600 motor te vliegen. Op het NLD2 van 27 mei 1994 werden drie raketten gelanceerd. De N6 was bedoeld om de crashbestendigheid van de locatiezender te testen en had dus geen parachutering, de N7 was een door drie jeugdleden gebouwd en de N9 had een tweetrapsparachutering en de boordcomputer van de N8. De N7 en de N9 vlogen goed en de N6 crashte als gepland, maar de locatiezender deed het niet meer.

### **Sterkere motor**

Op het testterrein in Dordrecht werd later dat jaar de sterkere K1800 motor met een totale impuls van 1800 Ns getest. Op het NLD3 op 19 augustus werd de N10 met succes gelanceerd met de motor K1800. De K1800 werd de daarop volgende winter opgewaardeerd naar de K2000 van 2000 Ns. Een aantal jaar later bleek echter dat de totale impuls niet veel hoger lag dan 1800 Ns. De N11 werd met deze motor gelanceerd op 4 mei 1995. Ook had de N11 de uitgebreide boordcomputer van de N8. Nadat de N11 helaas niet parachuteerde, crashte hij en is niet meer teruggevonden.

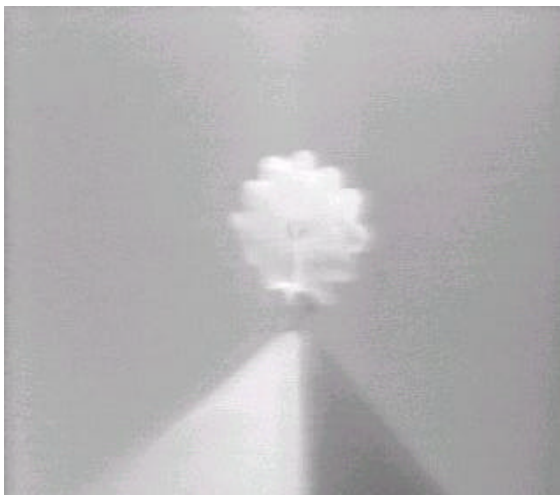
### **Nog meer pech**

De N12 was de eerste van de Hercules-serie. Deze raket had twee zwart/witcamera's, maar helaas werkte er maar één tijdens de vlucht. De N12 werd gelanceerd in augustus op het

NLD5 met de K2000 motor, maar door een rekenfout landde de raket aan alleen de loodsp parachute. Op 23 april 1996 hadden we op het NLD6 het televisieprogramma "Het Klokhuis" op bezoek, die over ons een uitzending maakten. De toen gelanceerde N15 had een naar beneden kijkende camera aan boord. De N15 maakte een mooie vlucht, maar helaas brak vlak boven de grond de hoofdparachutekabel. De crash viel eigenlijk wel mee, want alleen de buis was kapot. De N16 was minder gelukkig. Op zijn vlucht in augustus kwam de hoofdparachute niet uit de raket en bleven er alleen kleine splintertjes PVC en printplaat over. Ook werden op het NLD7 de N13 en N14 gelanceerd, die beide niet meer teruggevonden zijn na de lancering. De N13 was de tweede raket van Vincent Kouer, die met de K2000 en een zo licht mogelijke raket door het geluid zou moeten kunnen gaan. De N14 is waarschijnlijk gecrasht zonder te parachuteren. De vlucht van de N13 was wel succesvol, maar de raket is niet meer gevonden. Ook was er voor het eerst een gastvlieger met een HPR raket. Deze Kuifje raket van Chiel Klein, kreeg nummer N17 en maakt een prachtige vlucht.

### Herstart

In 1998 werd na een slap jaartje de draad weer fanatiek opgepakt. Er werd een nieuwe raket, de N18 gebouwd. Deze kreeg een camera mee die naar boven keek en een commerciële boordcomputer. Helaas werd de lanceerdag twee keer afgelast en werd de N18 pas op 21 mei 1999 met succes gelanceerd op het NLD9.



De hoofdparachute van de N18

Op 13 augustus werd de opgeknapte N18 minus camera als N19 met succes gelanceerd en landde in een boom. De boordcomputer bleek opnieuw niet te werken. Bij de succesvolle vlucht van de N20 op 7 april 2000

bleek dat de K2000 net niet genoeg stuwkracht leverde. De N20 had een nieuwe boordcomputer, de R-Das. De N21 werd uitgerust met een drukmeter om de stuwkracht van de K2000 motor te meten. De drukmeter werkte helaas niet, maar de vlucht verliep verder goed. De N22 werd vanwege het gebrek aan stuwkracht gelanceerd met een HPR motor. Deze AeroTech K550 levert ongeveer dezelfde prestatie als de verwachte opgewaardeerde Kalinitroxmotor. De R-Das werd ook uitgebreid met een GPS module. Op het NLD 14 van 24 augustus 2001 werd de N22 met succes gelanceerd. Verder was de Danish Space Challenge (DSC) op bezoek en lanceerde twee raketten. De parachutering werd herzien voor de N23. De raket zou aan zijn loodsp parachute met de neus naar beneden vallen en bij het ontplooiën van de hoofdparachute omdraaien en dan op de onderkant landen. Op 6 september 2002 werd de N23 zo met succes gelanceerd.

### Bureaucratie

In 2000 bleek de vergunning voor het motoronderzoek al een paar jaar zonder kennisgeving te zijn ingetrokken. Na ruim een jaar van gefrustreerd contact met diverse overheidsinstanties heeft de NAVRO een bewijs van erkenning conform de Wet Explosieven Civiel Gebruik. De ramp in Enschede had ook gevolgen voor onze hobby. De NAVRO kreeg bezoek van de Milieudienst Zuid-Holland Zuid, die naar de opslag van onze raketmotoren kwam kijken. Zij wisten niet helemaal wat ze ermee moesten en haalde er een "deskundige" van het RIVM (Rijks Instituut voor Milieuvraagstukken) erbij. Haar ondeskundigheid leidde tot een ontruiming van de motoropslag, wat later onterecht bleek. Wel is gebleken dat de Mijlpaal niet aan alle wettelijke eisen voor opslag voldoet. Er is nu een tijdelijk oplossing gevonden. Momenteel is er een regeling modelraketten van de luchtvaartwet in behandeling, hierdoor wordt het mogelijk buiten het ASK 't Harde hoger dan enkele honderden meters te lanceren. De DRRA, NERO, Tripoli en de NAVRO hebben samen een voorstel ingediend bij de Inspectie Verkeer en Waterstaat divisie Luchtvaart (IVW). De regeling wordt waarschijnlijk dit jaar nog goedgekeurd.

### Uitbreiding

Sinds 1996 is het aantal HPR-lanceringen op de NLD's gestaag toegenomen. Begin 2003 werd de NAVRO uitgebreid met een HPR afdeling, die is opgericht samen met ontevreden ex-Tripoli The Netherlands-leden. Helaas is Rolf Querido ons begin dit jaar

ontvallen. Hij was één van de fanatiekste raket hobbyisten in Nederland en één van de oprichters van de NAVRO HPR afdeling. We zullen hem erg missen.



De lancering van de Phoenix, Rolf Querido's favorieten raket, op 6 september 2002.

Het NLD17 op 4 april werd ondanks alles een leuke en gezellige lanceerdag met vele HPR lanceringen. De N23 werd opnieuw gelanceerd als de N24, maar doordat de safety plug was vergeten, parachuteerde de raket niet en crashte hij.

### De toekomst

Door de bureaucratie is het motoronderzoek wat achtergebleven. De motortesten gaan binnenkort weer beginnen. Ook wordt Kalinitrox opnieuw geclassificeerd door TNO, zodat het in een minder zware gevarenklasse komt. Als er een nieuwe vluchtmotor is zullen er een serie motoren ontwikkeld worden speciaal voor HPR raketten. Ook wordt er een certificatiesysteem voor HPR opgezet dat uitwisselbaar wordt met andere certificerende verenigingen. Ook zijn er vergevorderde plannen voor een eigen clubgebouw, want de Mijlpaal zal de komende jaren worden gesloopt. Gelijktijdig met de nieuwe motor wordt er aan een nieuw ontwerp voor een amateur raket gewerkt. Over de komende jaren meldt Gerben Jan dat de NAVRO niet de illusie moeten hebben om binnen enkele jaren hoger dan 10 km te lanceren. Het doel is om eerst de raketvlucht echt goed te beheersen en dit is al moeilijk genoeg. Die wijsheid kreeg hij in de jaren tachtig van een Franse raketmotordeskundige, die als motto had: "Remember.... Step by step".

## Mooie lanceringen en crashes op NLD17

Door Pleun Punt

Na weken van voorbereiding gingen we 3 april naar ASK 't Harde voor het NLD17. Die donderdag begonnen met het prepareren van het lanceerterrein, de lanceertorens werden opgebouwd, de kabels werden uitgerold en er werd een tent opgezet. Ook werden de raketten al vast gekeurd. 's Avonds hadden we zo als gewoonlijk een gezellige avond in de onderofficiersmess.

Vrijdagmorgen vroeg 4 april werden de laatste voorbereidingen gedaan. Het weer was beter dan dat we normaal gewend zijn op 't Harde, het was alleen een beetje koud. De eerste raket die zou worden gelanceerd, was de amateur raket N24. We waren vol vertrouwen in een goede afloop, want het zou de zevende vlucht van deze raket worden. De motor was deze keer een AeroTech K1100-T, die de N24 al gauw naar circa 1500 voortstuwde. Daarna ging het fout, want de raket parachuteerde niet en kwam ballistisch naar beneden. Toen de

N24 later werd gevonden bleek de raket gekrompen tot een compacte massa van een halve meter en heel veel kleine stukjes. De reden van de crash was dat de safety plug niet was verwijderd voor de lancering. Als volgende zou Vortex XL van Mark Uitendaal en Leon Krancher met hun eigen I290-SB motor gelanceerd worden. Door een technisch probleem werd de lancering echter uitgesteld. Daarom werd eerst de Alfa van Gerben Jan Ligthart gelanceerd. Dit is zijn eerste raket die hij zelf gebouwd heeft. Zijn Alfa werd voortgestuwd door een H238-T en had een goede vlucht. Doordat Alfa op z'n vinnen landde, braken er twee af, maar verder was de raket onbeschadigd. De volgende raket was de Nessus van Jan-Hein Ramakers. Omdat het de eerste tweetraps vlucht van de Nessus was, zat alleen in de onderste trap een motor, een I242. De raket maakte een goede vlucht en de separatie werkte goed, alleen was de hoek waaronder de tweede trap doorging

niet echt verticaal. Nu de problemen met de Vortex XL opgelost waren werd hij gelanceerd. De motor deed het goed, maar helaas parachuteerde de Vortex XL ook niet en hij is niet meer teruggevonden.

Hierna was de lancering van de Quick & Bright van Thiemo van Engelen met een H238-T. Deze raket maakte een prachtige vlucht en de tweetrapsparachutering werkte zoals bedoeld. De lancering van grote raketten eindigde met twee raketten van Bert Koers: de Paas-ei en de Payloader. De Paas-ei zou al voor de Quick & Bright gelanceerd worden, maar de ontsteker werkte niet. Zodoende werd de Payloader, als eerste raket, van Bert Koerts gelanceerd. Op een H112-J maakte de Payloader een nette vlucht. Na nog een paar falende onstekers werd de Paas-ei uiteindelijk toch gelanceerd. De langzaam brandende K458-W motor zorgde voor een spectaculaire vlucht. Nadat opgeruimd was, gingen we met

gemengde gevoelens naar huis. Er waren een aantal mooie lanceringen geweest, maar er waren helaas ook twee crashes.



Mark Uitendaal en Leon Krancher en hun Vortex XL

## NAVRO verenigingsamateurraket

Door Pleun Punt

### N24

De N24 was het wederom opgeknapte tweede Hercules A1 airframe. De eerste vlucht van dit airframe was als N18 en het zou nu zijn zevende vlucht worden. Eindelijk kreeg de raket ook een nieuw verfbeurt. Als kleuren werd voor NAVRO-blauw en zilveren jubileumzilver gekozen.

Technisch gezien was de N24 gelijk aan de N23. Zo werd de tweetraps kantel parachutering weer toegepast. Hierbij daalt de raket met z'n neus naar beneden gericht aan de loodsparachute. Als de hoofdparachute eruit komt, is de blokkering van de loodsparachutekabel aan de onderkant van de raket gedeblokkeerd, zodat de raket kantelt en met de neus naar boven aan de hoofdparachute land. Het elektronicapakket bestond net als de N23 uit een RDAS classic met GPS-module, een locatiezender en een timertje voor het deblokken van de loodsparachutekabel-deblokkering. De N24 werd op het NLD17 gelanceerd met een AeroTech K1100-T. Het eerste gedeelte van de vlucht ging goed, maar parachuteren deed de N24 niet. Al gauw kwamen de leden van het PTLT-team er achter dat ze de safety plug waren vergeten. De safety plug is bedoeld om alle pyrotechnische systemen te blokkeren, zodat de parachutering niet af kan gaan tijdens de handeling van de raket op de grond. De raket zelf was in elkaar gepropt tot een lengte van iets meer dan een halve meter. De buis en de printplaten waren gereduceerd tot splinters. Daarin tegen lijkt de motorcasing nog in orde.

Tussen de losse stukjes puin werd ook nog een stuk safety plug gevonden... Uithuilen en opnieuw beginnen dus.



De restanten van de N24

## TECHNISCHE GEGEVENS

Grootheden	N24
Type	Hercules A1
Lengte (mm)	2244
Diameter (mm)	90
Massa vol (Kg)	6,70/
Massa leeg (Kg)	5,75
Motor type	AeroTech K1100-T
Totale imp.(Ns)	1700
Cn (-)	9,5
Caliber (-)	2,6/
Caliber leeg (-)	3,6
Max. snelheid (m/s)	(geschat) 210
Max. hoogte (m)	(geschat) 1500

## De NRT

Door Jan-Hein Ramakers

Op zaterdag 26 april 2003, zijn we met zijn drieën naar de NRT geweest. Mark Uitendaal, Erik Dekker en ik zelf. Bert zou oorspronkelijk ook onze gelederen versterken maar moest op het laatste moment toch nog afhaken.

De lancering werd georganiseerd door onze Duitse zustervereniging en vond plaats in Wasser Wonderland, de voormalige kerncentrale van Kalkar. (Wij geven dan nu ook licht in het donker en hebben bij de eerst volgende nachtelijke lancering geen ledjes voor onze raket nodig) .

Nadat Mark en ik op vrijdagavond nog even een paspoort hadden opgehaald dat we beide vergaten waren. We hebben in Zaandam de lijst met mee te nemen dingen doorgenomen en ons afgevraagd hoe we alles in hemelsnaam ooit in de Volvo gingen krijgen. Niet getreurd, we namen nog een biertje en zijn gaan slapen. De volgende dag zijn we nog enigszins slaperig om 5.30 opgestaan en na een paar koppen koffie hebben we de auto ingepakt en met een beetje door drukken kon de klep nog net dicht. Toen konden we Erik op gaan halen en de spullen overladen in de veel grotere auto van Jaap Dekker, die zo vriendelijk was om zijn auto uit te lenen. De reis verliep zeer voor spoedig zonder file of lekke banden en even na 9 uur reden we het Duitse Kalkar binnen.

In het pretpark werd de auto uitgepakt en werd de stand ingericht, na het schudden van de nodige handen. Veel van de reeds aanwezige vliegers kenden elkaar al, het zij persoonlijk van andere internationale lanceerdagen, het zij van naam via de mail. Het is altijd erg leuk om de mensen te ontmoeten van je wie je alleen de naam kent. Ook werden alle mee gebrachte modellen aan een keuring onderworpen en werd er flink gediscussieerd over het hoe en wat van de modellen. Grappig is dan om te zien dat wanneer een van onze modellen te zwaar uitvalt we er gewoon een vette motor instoppen, want vliegen zal die. Die mogelijkheid hebben onze oosterburen niet en moeten dus hun toevlucht nemen tot klustering. Dat kunnen ze zo goed, dat wij daar nog een punt aan kunnen zuigen. Ik heb modellen gezien die op een zestal Held 5000 motoren omhoog gingen met een centrale D12-5 voor de uitstoot (voor de minder snelle rekenaars onder ons dat is ongeveer een vette F alleen brand hij wel dik 5 seconden). Het mooie is dat we echt onder de 200 meter moesten blijven en dus juist dit soort modellen heel echt op stegen.

Natuurlijk hebben we onze ogen verder goed de kost gegeven en ik kan jullie wel vertellen dan onze burens ECHTE modelbouwers zijn. Niet gewoon even een kit in elkaar plakken maar de meerderheid van de getoonde modellen was toch ruim voorzien van klinknagels en andere schaaldetails.



Een van de Duitse modelbouwraketten. (Foto NRT)

Toen de stand was ingericht en alles op zijn plek stond was het helaas gaan miezeren en het zag er niet naar uit dat het die dag nog droog zou worden. Maar niet getreurd en als je na zoveel jaar eindelijk een keer (legaal) mag lanceren, dan moet je het gewoon doen. Regen of niet, gevlogen werd er. Waar ik me wel over heb verbaasde, is hoe sommige mensen hun raket lanceren, met lont in de motor en dan aansteken met een lucifer (als die tenminste niet uitregende) en dan maar rennen. Misschien geeft dit wel een extra kick aan het lanceren.

Zelf hebben we echt niet veel gelanceerd, slechts de Little John heeft het luchtruim gekozen op een AeroTech E30 motor. We hadden namelijk een lanceer plafond van 200 meter en er werd voortdurend gewaarschuwd dat we daar echt niet over heen mochten. Dus grappen van O sorry ik heb per ongeluk de verkeerde motor gepakt werden niet gewaardeerd. Bovendien was het veld aan de

krappe kant en niemand zag het zitten zijn raket uit de Rijn te moeten vissen. Verder ging alles waar een motor inpaste omhoog en als je het te koud kreeg dan kon je gratis koffie, cola of patat gaan halen. Kortom ik geloof dat we met zijn allen een goede demonstratie hebben gegeven van wat er allemaal mogelijk is, ook op een klein veld en ik hoop dat we door dit soort evenementen de raket een beetje uit het verdom hoekje kunnen trekken.

## Demonstratie modelbouwraketten en HPR

Door Bert Koerts

De NAVRO was via het Caveman netwerk van Jan-Hein Ramakers uitgenodigd om op 17 mei in Zaltbommel een demonstratie te geven op de Nederlandse kampioenschappen modelhelikopter vliegen en electro-glider zweven. Deze kampioenschappen werden georganiseerd door de zeer enthousiaste club "The Flying Dutchman". Tussen de helikopteren en zweefvluchten door werden er verschillende demonstraties gegeven. NAVRO-leden lanceerde diverse modelbouwraketten. Helaas verdwenen enkele raketten in de hoge begroeiing van het weiland..., maar de rakethobby gaat toch om het bouwen? Het publiek vond de vluchten prachtig en het resulteerde in veel drukte bij het Caveman standje. Er volgde een aantal demonstratie, waaronder een viermotorig model van een passagiers vliegtuig en een aantal grote éénmotorige modelvliegtuigen. Ondertussen was Jan-Hein een "Bouw en lanceer een raket" workshop begonnen.

Op dat moment arriveerde er een cameraploeg van het Jeugdjournaal, die bij de workshop en latere lanceringen filmde. Dit was in de uitzending van die avond circa 4 seconde in beeld. Aan het eind van de dag werden nog

Laat je dan ook niet weerhouden door regen en wind maar bouw een raket en kom of naar de NAVRO, NERO of DRRA om je raket te lanceren en naar de mede vliegers en hun sterke verhalen te luisteren. Zodat we met z'n allen de hobby kunnen promoten en ooit eens een keer zelf door de geluidsbarrière gaan

Kort om Rocketeers doen het keihard,  
Cavey

twee HPR raketten gelanceerd, een Lance met de AeroTech F20 van Jan-Hein en de Sonic met H128 van mij. Alle vluchten gingen perfect en het publiek en de organisatie waren erg tevreden over onze bijdrage en ik weet zeker dat we volgend jaar weer worden uitgenodigd. Dus begin maar vast mee bouwen!



Jan-Hein is bezig met zijn workshop.

## Raketten in de polder

Door Mark Uitendaal en Leon Krancher

Nadat we op de laatste lanceerdag (NLD17) met onze geslaagde lancering van de Vortex XL en minder geslaagde recovery wederom de wetten van kans en logica hadden getrotseerd, is ons gevraagd een stukje over ons raket programma te schrijven. Vooraf alvast een waarschuwing voor de mensen die vooral in het technische deel van ons raket programma geïnteresseerd zijn. Ons raketavonturen waren in den beginnen überhaupt niet berekend en eerder geïnspireerd dan gebaseerd op wetenschap. Voor het wetenschappelijk correcte(re) gedeelte van dit artikel moet je dus aan het einde zijn.

Goed, zoals bij iedereen wel bekend heeft elk verhaal een begin. Het begin van ons verhaal ligt op de tennisvereniging waar we elkaar hebben leren kennen. Hier hebben we met enige regelmaat onze tegenstanders en leraren tot complete wanhoop gedreven met onze continue discussies. Noemenswaardige hoogtepunten zijn o.a. de discussie over de werking van snelwerkend zenuwgif die er voor zorgde dat een van onze tegenstanders zijn raket ons gooide. Ook Mark's opmerking "Wulfschans" met betrekking tot de plaats waar hij op vakantie geweest was, werd niet zo erg op prijs gesteld door onze docente. Het feit dat

deze opmerking dwars door haar uitleg heen kwam, kan hier natuurlijk iets mee te maken hebben.

Na een vakantie waarin Mark van verveling raketjes was gaan maken met lucifers en zilverfolie, dachten we dat het wel een goed idee was om dit eens wat serieuzer te gaan doen. Leon had in het verleden wel eens een mortier gebouwd en wat onderzoek gedaan naar vuurwerk, maar doordat de grondstoffen hiervoor moeilijk verkrijgbaar waren, was dit altijd een beetje blijven steken. Gelukkig hadden we deze keer een nieuwe bondgenoot in onze zoektocht naar manieren om explosieven te vervaardigen. Of zoals iemand op één van onze favoriete internetpagina's schreef: *"Using the internet as designed, for furthering the research of porn and pipe bombs"*. We kregen al snel door dat het met een combinatie van sterretjes en lucifer schraapsel mogelijk moest zijn om iets te presteren. Gelukkig was het net december, dus we konden dezelfde avond nog aan de slag met onze 50 pakjes sterretjes en lucifers. Weldra was onze eerste "raket" geboren. De brandstof was een 70/30 mix van lucifer en sterretjes schraapsel gewikkeld in een stukje papier van ongeveer 7 cm lang met een satéstokje als stabilisator. Met andere woorden een vreemd uitgevallen vuurpijl dus. Het afsteken ging door de raket in de grond te steken en er dan een waxinelichtje onder te trekken. Na dat onze eerste raket op 2 meter afstand van ons 1 meter omhoog schoot, een beetje wild rondjes draaide en vervolgens weer dood viel, besloten we dat het veiliger was om het onsteken vooraan vanuit binnen te kunnen doen. Om wat ideeën over elektrisch onsteken in te winnen hebben we aan onze docenten natuurkunde en aan onze docenten scheikunde om hulp gevraagd. Hoewel het voorstel van de docent natuurkunde van Leon erg komisch was, namelijk onsteken door middel van het samenknippen van een pietzokristal, leek ons de oplossing van Marks docent, namelijk het gebruik van een ijzerpreparaat als gloeidraad, aanzienlijk praktischer. Met behulp van het gloeidraad, wat sterretjes poeder en een klein stukje van een rietje waren we instaat om toch een relatief kleine onsteker te maken (die tot op heden slechts 1 misfire heeft gehad, een score die veel professionele ontstekers niet halen). Vol goede moed, door de testresultaten van onze nieuwe onsteker, gingen we weer aan de slag met het maken van een nieuwe raket. Deze keer ging de ontsteking vlekkeloos maar de onsteker bleef in de raket vast zitten. Hierdoor viel de raket op de grond in plaats

van weg te vliegen en kwam er een vlam uit van een halve meter, die dwars door de coniferen van Marks moeder ging. Uiteraard stond zij net over onze schouders mee te kijken. "Julie letten toch wel op mijn planten hé?". "Ja mam, natuurlijk", terwijl Mark ondertussen zijn moeder probeert weg te trekken en ik de brandblusser van de muur ruk. Deze scène staat bij mij ook nog op het netvlies gebrand.

Gelukkig was er geen (zichtbare) schade aan de coniferen en hebben we nog een tijd mogen testen bij Mark in de tuin. Hier hebben we alles van keiharde explosies tot het succesvol lanceren van een raket meegemaakt. Echt consequent en voorspelbaar werd het echter niet. Toen we voor de zoveelste keer een explosie hadden, werden we uitgelachen door Leon's vriendin en besloten we dat we het toch maar anders moesten gaan aanpakken. We kwamen er achter dat je ook met mest en suiker in staat moest zijn om mooie dingen te doen, dus besloten we om dat maar te gaan proberen. Probleem was echter dat de kunstmest die we nodig hadden over minimaal 87% nitraat moest beschikken. In verband met de mestquota, die voornamelijk berekend wordt aan de hand van de hoeveelheid nitraat in de mest, was deze kunstmest niet echt makkelijk te verkrijgen. Gelukkig vond Mark een boerenbondwinkel, waar dit soort mest wel verkocht werd. De reactie "Oh, jij bent die gast met die rare mest", toen we voor de tweede keer mest nodig hadden, spreekt ook boekdelen. Ook het regelen van de nozzels bleek iets rottiger te gaan de we hadden gehoopt. Gelukkig kregen we van Benjamin Wilkosz een mal waarmee we in staat waren om betonnen nozzels te gieten. Tijdens het gieten hadden we steeds al het afvalpoeder door de goot gespoeld. Dit was gaan bezinken in de zwanenhals en na verloop van tijd had de gootsteen van Mark een zeer originele verstopping. We hadden de mazzel dat het beton echter nog steeds in de zwanenhals zat. We konden het euvel gelukkig snel weer verhelpen en hierdoor werden we niet door Mark's moeder uit de keuken verbannen. Uiteindelijk zijn we toen doorgegaan met de 32 mm PVC motor. Na deze motor een keer zonder nozzle te hebben getest in Mark's de tuin, kwamen de burens naar buiten rennen en vroegen of ze de brandweer moesten bellen. Hierdoor leek het ons toch verstandiger om ons geluk eens in de polder te gaan proberen. Na een serie geslaagde motortesten leek het ons een goed idee om een stapje groter te gaan: de 40 mm buis. Na een aantal mislukte testen, die uiteindelijk te relateren waren aan een verkeerd gietproces van de brandstof, is

het ons toch gelukt een extreem betrouwbare motor te bouwen. Tot op heden is er nog nooit één uit elkaar gesprongen in operationele toestand. Met deze motor hebben wij toen ook de Vortex gevlogen. Uiteindelijk zijn we voor de Vortex XL overgestapt op Sorbitol.



De Vortex XL en de Vortex

### Het ontwerp

Omdat er veel belangstelling is voor onze motoren, zullen we de ontwerpen van onze PVC motoren eens uiteenzetten. Het casingmateriaal van onze PVC-lijn motoren is uiteraard PVC. We hebben gekozen voor PVC als casingmateriaal, omdat dit makkelijk te verkrijgen is bij de plaatselijke bouwmarkt. Ook hadden we tot voorkort niet de apparatuur om metalen te bewerken. PVC heeft nog al wat nadelen. Het is een relatief zacht materiaal, wat inhoudt dat er niet met hoge druk gewerkt kan worden. Onze 32 mm motor werkt op 30 bar, maar onze 50 mm motor, die in de Vortex XL zat, werkt op 17 bar. Dit heeft weer effect op de specifieke impuls van de brandstof en daarom ook direct op het ontwerp van de raket waar de motor in gaat. De specifieke impuls van onze PVC motoren ligt ongeveer op 100 s. Ter vergelijking; een AeroTech-reload haalt makkelijk 220 s. Het komt er dus op neer dat we ruim 2 keer zoveel brandstof mee moeten slepen om op dezelfde hoeveelheid totale impuls uit te komen. Zoals elke raketliefhebber weet, is het erg handig om je zwaartepunt redelijk vooraan in de raket te hebben. Dit scheelt weer vinoppervlakte etc. Helaas slepen wij dus het gewicht van twee

motoren mee, maar hebben we maar de impuls van één.

### De Stuwstof

Na de kruitmengsel avonturen zijn wij overgestapt op kaliumnitraat/sucrose ( $\text{KNO}_3/\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) met een oxidizer/fuel ratio van 65/35. De keuze hiervoor stond al snel vast, zeker omdat er over de stuwstof veel bekend is via de site van Richard Nakka. De voordelen van deze brandstof is dat het niet giftig en makkelijk verkrijgbaar is. Er zijn uiteraard ook weer nadelen. De stuwstof moet eerst verwarmd worden voordat het in een bepaalde vorm gegoten kan worden. En ook is de maximaal behaalde specifieke impuls op 138 s blijven steken. In de nieuwere motoren is echter gekozen voor kaliumnitraat/sorbitol. ( $\text{KNO}_3/\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$ ) Dit ook met een oxidizer/fuel ratio van 65/35

### Configuratie

Maar wat kan je nou allemaal variëren aan een raketmotor? Hoe zit de motor in elkaar? Er zijn veel manieren om je brandstof "in te delen". Raketstuwstoffen zijn er in alle soorten en maten. Belangrijk is de verbrandingsnelheid van de stuwstof. Een hoge verbrandingsnelheid van de brandstof geeft veel stuwkracht, maar dat gedurende een korte brandtijd. Motoren met mengsels die snel veel energie geven, bijvoorbeeld het zwartkruit in Estes motoren, zijn meestal zogenaamde sigaret branders. Bij mengsels die een lage verbrandingsnelheid is een sigaret brander niet of nauwelijks mogelijk. Er wordt te weinig gas geproduceerd om echt een goede motor te hebben. Hoewel hij natuurlijk wel erg lang brand. Voor dit soort brandstoffen zijn er andere configuraties. Door in het midden van het brandstofblok is een gat te maken om krijg je verbrandingsoppervlakte en dus meer productie van gas. Dit wordt ook gedaan bij het eerste stukje van de Estes motoren, om zo een hoge startversnelling te krijgen. Een probleem van een normaal rond gat in het brandstofblok is natuurlijk dat naarmate de motor verder opbrand, de verbrandingsoppervlakte toeneemt. Dit is natuurlijk vervelend omdat de motor in het begin weinig stuwkracht levert en tegen het einde van zijn brandtijd een maximale stuwkracht geeft. Niet handig voor raketbouwers, omdat we juist een hoge startversnelling willen hebben. Hier is iets op gevonden. Als we de geometrie van het gat nu veranderen. Dus door daar bijvoorbeeld een stervorm van te maken, kunnen we het stuwkrachtsprofiel aanpassen. Zo heeft elke vorm een andere stuwkrachtsprofiel. Omdat, karamel (gesmolten suiker) helaas een vrij



kleverig goedje is, is het moeilijk om speciale vormen als een ster te maken. Dus moesten we op zoek naar een andere oplossing. Ook deze vonden we bij Nakka: De Bates configuratie. De Bates configuratie bestaat uit verschillende op elkaar gestapelde brandstofblokken. Omdat nu ook de boven- en onderkanten van de blokken branden, geeft dit een gelijkmatigere stuwkrachtgrafiek. Om er voor te zorgen dat de buitenkant van de brandstofblokken niet gaat branden en zo een te hoge druk en thermische belasting op de casing te krijgen, hebben we de buitenkant verhinderd om te branden door een inhibitor om het blok te doen. De inhibitor is niet echt indrukwekkend, omdat het gewoon een stukje papier is, maar mocht deze falen, dan is er een grote kans dat de motor ontploft vanwege veel te grote druk. Onze 32 mm en 40 mm PVC motoren waren gevuld met sucrose-stuwstof, maar afgelopen lancering hebben we er voor gekozen om een andere brandstof te nemen met een lagere brandsnelheid, namelijk Sorbitol. Het voordeel is dat we wat langere brandtijden hebben en zo de druk in de motor op een wat lager niveau brengen. Altijd nog 17 Bar. Hierdoor kan men dus motoren met een hogere impuls maken met grotere hoeveelheden brandstof, aangezien de energie die vrijkomt verdeeld wordt en er zo minder materiaalbelasting is in de casing. Een ander voordeel van sorbitol is dat het minder bevattelijk is voor "erosive burning". Erosive Burning is het fenomeen dat in het laatste brandstofblok (het dichtst bij de nozzle) een hogere verbrandingssnelheid ontstaat. Dit komt door de reactieproducten van kaliumnitraat/suiker, waarvan 44% in vaste of vloeibare vorm is. Aangezien de gassnelheid in de onderste brandstofblokken hoog is, slaan er veel deeltjes met hoge snelheden in de brandende binnenwand van dit brandstofblok. Dit verhoogt de reactiesnelheid aanzienlijk, waardoor de motordruk kan oplopen.

### De nozzle

De gassen die geproduceerd worden door een brandstof worden in een raket geleid door een "DeLaval Nozzle". Dit is een stroombuis waarbij er voor gezorgd wordt, dat in het smalste gedeelte, "de keel", een gassnelheid van precies Mach 1 wordt bereikt. Dit wordt gedaan door een convergerend deel. Na de keel zit een divergerend deel, dat er voor zorgt dat de gassnelheden nog verder oplopen tot gemiddeld ongeveer Mach 2.9 in de 50 mm motor. Het materiaal waar wij voor gekozen hebben voor de nozzle is snelbeton (Beamix 445). Hiervoor is gekomen, omdat er in Amerika veel geëxperimenteerd is met

"Durham's Water Putty". Dit materiaal was uiteraard niet in Nederland te krijgen. Dus er moest een andere oplossing komen. Na wat experimentjes met klei, gips, muurvuller en zelfs kattengrid, hebben we uiteindelijk voor deze oplossing gekozen, omdat het toch het hardst was van alle bruikbare materialen. Zorgpuntje bleef alleen wel de erosie in de keel tijdens operatie. De 40mm PVC motor had een begin diameter van 10 mm en een eind diameter van 12 mm. Een oppervlaktevergroting van 44% (!) In het geval van de 40 mm motor was dit echter uit pure noodzaak gedaan omdat dit de motordruk verlaagde. Als deze nozzle niet erodeerde was de kans groot dat de motordruk richting maximale belasting van de casing zou oplopen. Nieuwe ontwikkelingen zijn, om net als bij Amerikaanse motoren ook plaatringen (washer-rings) in de nozzle te gieten. Hierdoor blijft de keeldiameter min of meer constant. Een ander voordeel is dat de nozzle in zijn vorm blijft zitten. Hierdoor is de nozzle coëfficiënt uiteraard groter.



Mark prepareert de I290-SB motor van de Vortex XL

### Toekomstige ontwikkelingen

Allereerst willen we de fameuze J350-W van AeroTech evenaren met een PVC motor met de fabricagekosten van rond de 10 euro. Het plan is om een motor van 50 mm PVC te maken vliegend op sorbitol. In september zijn we van plan om deze motor te vliegen in twee raketten. De eerste is een raket met minimal diameter, gemaakt van de simpelste materialen. De tweede is een zware raket van rond de 4 à 5 kilo met fotocamera aan boord. Deze diversiteit aan raketten stelt natuurlijk zware eisen aan de motor. Hij moet goed snel op druk komen, hoge stuwkracht genereren, maar ook niet een te korte brandtijd hebben. Ook willen we in een veel later stadium eens beginnen aan motor met een grotere diameter, bijvoorbeeld 75 mm. In de verre toekomst gaan we misschien wel glasvezel motorcasings gebruiken. Dit is echter voor latere tijden, wij gaan ons voorlopig richten op de J350-SB.

## Internetadressen

De internetadressen van de in de artikelen genoemde verenigingen en bedrijven.

AED Electronics (R-DAS):	<a href="http://www.iae.nl/users/aed/">www.iae.nl/users/aed/</a>
AeroTech	<a href="http://www.aerotech-rocketry.com">www.aerotech-rocketry.com</a>
Caveman Rocketry	<a href="http://www.cavemanrocketry.com">www.cavemanrocketry.com</a>
DRRA	<a href="http://www.drira.nl">www.drira.nl</a>
The Flying Dutchman	<a href="http://www.modelvliegclub.nl">www.modelvliegclub.nl</a>
Richard Nakka's Experimental Rocketry Web Site	<a href="http://www.nakka-rocketry.net/">www.nakka-rocketry.net/</a>
NAVRO	<a href="http://www.navro.nl">www.navro.nl</a>
NERO	<a href="http://www.nerorockets.org">www.nerorockets.org</a>
Tripoli The Netherlands	<a href="http://www.tripoli.nl">www.tripoli.nl</a>



## T e k e n B u r e a u

G.C. de Jong v.o.f.

Stalen / aluminium daken en wanden, geïsoleerde gevelsystemen  
& divers technisch ontwerp - en tekenwerk

Bezoekadres : Ohmweg 7b , Alblasserdam

Postbus : Postbus 220

: 2950 AE Alblasserdam

Telefoon : 078 - 6930304

Fax : 078 - 6918698

E - mail : [info@tekenburodejong.nl](mailto:info@tekenburodejong.nl)

**Wilt u hier ook adverteren?**

**Neem dan contact op met de redactie**

Redactie Impuls tav. P. Punt  
Potgieterstraat 1, 2951 XS Alblasserdam  
of [impuls@navro.nl](mailto:impuls@navro.nl)