

Waar moet je op letten bij het bouwen van een duikboot?

Doe-het-zelf -duikboot

Je eigen duikboot bouwen: is dat moeilijk? Vooral een kwestie van je goed inlezen, zegt Emile van Essen. En dan moet je er nog mee onder water durven.

■ TEKST: ANOUSCHKA BUSCH / FOTO'S: COR KUYVENHOVEN

Langzaam zakt de boot onder water. 'Pssst', hoor je als hij naar beneden gaat. Het is geluid van de lucht die ontsnapt uit de tanks als ze vollopen met water en de boot even zwaar wordt als het omringende water. We zijn slechts luttele meters diep, maar ineens bevinden we ons in een totaal andere wereld. De zon die in het water schijnt geeft de omgeving een geelgroen schijnsel alsof we ons op een andere planeet bevinden. Nooit gedacht dat de Vinkeveense Plassen er onder water zo spectaculair uit zouden zien. Goed, het onderwaterleven is natuurlijk niet te vergelijken met wat je kunt aantreffen in tropische zeeën. Maar wat doet het ertoe als je kunt zweven in een buitenaards landschap in een miniduikbootje. En het allerleukste: hij is gebouwd door de piloot zelf. De 'Drebbel' van Emile van Essen mag dan klein zijn (er passen maximaal drie man in), hij is wel zeewaardig en kan honderden meters diep duiken. Van Essen: 'Hij kan op een trailer, dus je kunt hem overal mee naar toe nemen. Dat was ook het idee: als iemand ergens een expeditie wil doen kan hij 'm huren.'

● Druk is gigantisch

Hoe ingewikkeld is het om zelf een duikboot te maken? Heel wat ingewikkelder dan het bouwen van een gewone boot, zoveel is zeker. Neem bijvoorbeeld de enorme druk die zo'n onderzeeboot moet kunnen weerstaan. Water is 900 keer zo dicht als lucht. Op tien meter diepte is de druk daardoor al twee keer zo groot als op zeeniveau. 'Hoeveel kracht denk je dat er op dat raam wordt uitgeoefend als je 400 meter diep zit?', laat Van Essen me raden. '300.000 kilo!' De wand van de boot is gemaakt van extra sterk staal van twaalf tot vijftien millimeter dik, de plexiglas ramen zijn zes centimeter dik. De boot is ontworpen om 400 meter diep te gaan, maar hij is onbemand getest tot een diepte van 480 meter.

Er is nog veel meer waar je rekening mee moet houden: de luchtvoorziening, de motoren, de ballasttanks om onder water te gaan. Hoe pak

De balans op een duikboot is snel zoek. Als je te ver naar voren leunt, helt de boot al over

► je zoiets aan? 'Je goed inlezen scheelt een stuk', zegt Van Essen. 'Het is allemaal bestaande techniek. In de jaren zestig werden dit soort boten al gebouwd voor offshorewerk en onderzoek. Dat valt in boeken terug te vinden. En ik heb hulp gehad van een scheepsbouwingenieur.'

● Beetje lekken mag

Dat is allemaal goed en wel, maar het klinkt toch behoorlijk griezelig. Op basis van boekenkennis een duikboot bouwen, de diepte in en er maar op vertrouwen dat alles het doet. Van Essen: 'Ja, de eerste keer is best spannend. De voorloper van deze boot had ik voor een klant gebouwd. Hij was nog maar net af toen we de opdracht kregen voor een expeditie in Kroatië. Op 130 meter diepte naar een wrak duiken. Dat was best eng. Normaal ga je wel een paar maanden rustig testen met een prototype. Maar we waren vrij zeker dat het ontwerp goed was.'

Hoe zit het eigenlijk met het gevaar op lekken, vraag ik me af. Het laatste wat je wilt is natuurlijk dat je duikboot langzaam vol water loopt. 'Dat is vooral een probleem van een slecht ontwerp, als je met tweedehands materialen gaat werken of te weinig kennis hebt', zegt Van Essen. 'Alleen het luik wil nog wel eens een paar druppeltjes lekken. De grote druk onder water is in dit geval juist een voordeel. Ga je iets dieper, dan wordt het luik goed aangedrukt en dan stopt het lekken.'

Iets anders waar je als duikbootbouwer over moet nadenken: hoe kom je aan verse lucht? De opgebruikte zuurstof wordt aangevuld uit flessen. Niet de flessen perslucht die door duikers worden gebruikt, want die bevatten behalve zuurstof ook 78 procent stikstof net als de buitenlucht. In een duikboot wil je alleen de verbruikte zuurstof vervangen, anders loopt de luchtdruk in de cabine te ver op. En het grote voordeel aan een onderzeeboot boven duiken is juist dat de druk gelijk blijft, daardoor hoeft je niet zoals bij duiken je oren te klaren. Tussensstops bij het opstijgen om decompressieziekte te voorkomen zijn ook niet nodig. 'Het is ook een stuk veiliger dan duiken', zegt Van Essen. 'Als de luchttoevoer stopt, heb je bij duiken al binnen dertig seconden een probleem. In een duikboot kun je dan nog wel een uur ademen van de lucht in de cabine. En kun je dus nog rustig omhoog.'

Maar gebrek aan zuurstof is niet je eerste zorg als de lucht niet wordt ververst in een afgesloten ruimte. Dat is de CO₂ die je uitademt. Als de concentratie van dat gas te hoog wordt, is het giftig. De CO₂ wordt met 'scrubbers' in de duikboot weg gefilterd. Die bevatten actieve kalk die de kooldioxide absorbeert. De zuurstof- en CO₂-percentages worden constant gemeten.

● Balans is lastig

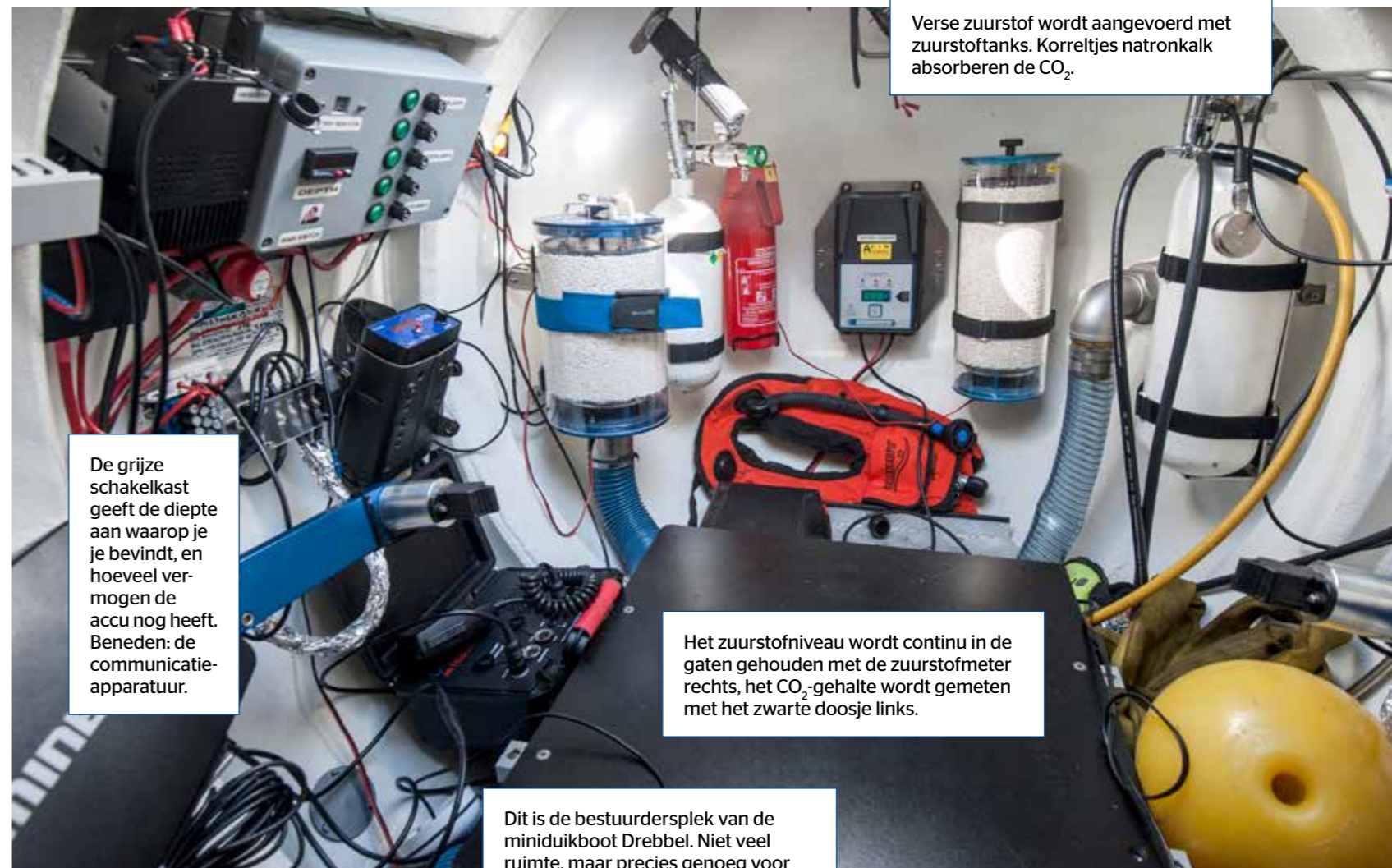
'Niet zo ver naar voren leunen', waarschuwt Van Essen als ik probeer zoveel mogelijk op te

Wat kost zo'n boot

Hoe duur is het om zelf een duikboot te bouwen? Als je ervoor kiest om met oude materialen te bouwen, kun je met een paar duizend euro al klaar zijn. Dat zou duikbootbouwer Emile van Essen alleen niet zo snel aanraden. Zeker niet als je van plan bent om diep te gaan duiken. 'Er komt zo veel kracht op de romp dat je zeker wilt weten dat die sterk is. Je kunt gerust wat dingen hergebruiken. Instrumenten uit 1956 kunnen nog steeds van prima kwaliteit zijn. Maar als je iets goeds wilt bouwen dan ben je toch wel minimaal 20.000 euro aan materiaal kwijt voor een tweepersoons duikboot.' Wie niet technisch genoeg is om zelf een duikboot te bouwen, kan er ook een kant-en-klaar kopen. Maar dan moet je wel wat dieper in de buidel tasten. Emile van Essen ontwerpt en bouwt in opdracht duikboten of onderdelen daarvan. **Wat je voor een boot van hem kwijt bent, hangt van je wensen af. Het Nederlandse bedrijf U-Boat Worx heeft luxe miniduiboten te koop bedoeld voor de eigenaren van superjachten. Kosten: vanaf 1,5 miljoen euro.**

vangen van het scheepswrak dat schuin onder ons ligt. 'De neus gaat zo te ver naar beneden.' O ja, de balans. Dat is ook zo'n dingetje. De balans van een duikboot goed krijgen is een van de lastigste klusjes voor een ontwerper. 'Het komt op een halve kilo aan, zelfs bij een boot die 3000 kilo weegt. Je bent net een luchtschip onder water eigenlijk. Zelfs bij grote militaire onderzeeërs die wel 1500 ton wegen, zie je dat. Als die stilliggen in het water en er loopt een man van achter naar voren dan gaat de boot al overhellen.'

Het sturen van de duikboot gaat met stuurmotoren, thrusters, die via de hendels in de cabine bediend worden. 'Het is een beetje zoals bij een tank', legt Van Essen uit. Doe je allebei de hendels naar voren, dan ga je naar



Verse zuurstof wordt aangevoerd met zuurstoftanks. Korreltjes natronkalk absorberen de CO₂.

De grijze schakelkast geeft de diepte aan waarop je je bevindt, en hoeveel vermogen de accu nog heeft. Beneden: de communicatie-apparatuur.

Het zuurstofniveau wordt continu in de gaten gehouden met de zuurstofmeter rechts, het CO₂-gehalte wordt gemeten met het zwarte doosje links.

Dit is de bestuurdersplek van de miniduiboot Drebber. Niet veel ruimte, maar precies genoeg voor alle apparatuur.

voren. Allebei de hendels naar achteren is naar achteren. Met een hendel naar voren en een naar achteren kun je de boot om zijn as draaien. Het enige verschil: bij een duikboot kunnen ze ook naar verticaal, dat wil zeggen omhoog en omlaag.'

● Hulp invoeren kan

Wat als er iets misgaat, vraag ik me af. Stel je blijft ergens steken en je zuurstof raakt langzaam op, in zo'n duikboot zit je dan als een rat in de val. 'Dat is onwaarschijnlijk', stelt Van

Essen me gerust. 'Er zitten expres geen uitstekende delen aan de boot waardoor je vast zou kunnen komen zitten aan bijvoorbeeld een lijn.' Maar wat als het toch gebeurt, doordat je in een net verstrikt raakt bijvoorbeeld? 'Je kunt proberen de boot lichter te maken', suggereert Van Essen. 'Je kunt al het ballastwater eruit pompen waardoor hij zoveel lichter wordt dat met een beetje geluk het visnet mee naar boven komt of het touwtje breekt. Dat

Te diep? Implosie

Voor elke onderzeeboot is er een maximale diepte. Als de boot dieper gaat, wordt de romp samengedrukt en implodeert het schip. Het ernstigste ongeluk met een onderzeeboot ooit was het gevolg van zo'n implosie. Op 10 april 1963 kwam de Amerikaanse marine-onderzeeboot USS Thresher tijdens een duik oefening in de problemen. De reconstructie achteraf: door een slechte las kwam water het schip binnen. Dat kwam op een schakelpaneel, waardoor de kernreactor waarmee het schip werd aangedreven ermee stopte. Tot overmaat van ramp deed het systeem waarmee de onderzeeër zijn tanks met lucht kon vullen om naar de oppervlakte te komen het ook niet. De USS Thresher liep langzaam vol met water en begon te zinken. De maximum diepte die was vastgesteld voor de Thresher was 300 meter. Op circa 500 meter diepte begaf de romp het. Alle 129 bemanningsleden kwamen om.

leegpompen van de tank gebeurt met perslucht. Als je goed in de gaten houdt dat je daar nog voldoende van hebt, zou dat eigenlijk geen probleem moeten opleveren. Maar mocht je helemaal geen perslucht hebben of geen elektriciteit, dan kun je mechanisch een stuk van de kiel loskoppelen waardoor de boot toch opstijgt.' En als dat allemaal niet helpt? Dan is ►

Hoe ontsnap je uit een duikboot?

Wat doe je als je je honderd meter onder water bevindt in je duikboot en je wilt eruit, bijvoorbeeld omdat er brand is. Even een raampje opendraaien is geen optie. De druk die het zeewater uitoefent is zo groot dat je er meteen geweest bent. Militaire onderzeeërs hebben speciale torens die als een sluis functioneren van waaruit de bemannings-

leden kunnen ontsnappen. Nadat iemand in de toren heeft plaatsgenomen wordt het luik dat de verbinding vormt met de duikboot gesloten. De toren stroomt vol met water. Zodra de druk in de toren even groot is als die buiten gaat het ontsnappingsluik aan de buitenkant open. Omdat hij een speciaal ontsnappingspak draagt dat opgepompt is met lucht, schiet het

bemanningslid omhoog. Zo'n snelle opstijging vanuit de diepte is niet zonder gevaren. Zo moet je bijvoorbeeld continu uitademen om te voorkomen dat de longblaasjes scheuren en luchtbellen in de bloedvaten ontstaan. Een veiliger optie is vanuit de toren te worden opgepikt door een reddingsduikboot. Maar daar is bij een calamiteit vaak geen tijd voor.



Voorin de duikboot zitten de passagiers, achterin de bestuurder.



De gelige tint van het water van de Vinkeveense plassen is te danken aan humuszuren uit de veengrond.

Onder water gelden de regels voor scubaduiken, boven water dezelfde regels als voor een jacht

► het enige wat erop zit hulp inroepen om je te bevrijden. Van een duiker of als je heel diep zit van een andere duikboot of -robot. Voor dit scenario heeft Van Essen een speciaal communicatiesysteem. De radiogolven die standaard gebruikt worden op boten om te communiceren, kunnen niet goed door water heen. In plaats daarvan maakt hij gebruik van geluidsgolven, die planten zich wel goed voort onder water. 'Je hebt het net gehoord, toen ik met onze begeleidingsboot sprak, het is een redelijke kwaliteit. Alleen als er een boot voorbij vaart die lawaai maakt, zit er wat storing op.'

● Vaarbewijs niet nodig

Als Van Essen met passagiers vaart, gaat er altijd een begeleidende boot mee. Dan neemt hij liever het zekere voor het onzekere. 'In Vinkeveen is natuurlijk ook veel andere scheepvaart, er varen veel jachten. Dus dan is het wel goed om er een boot boven te hebben met een duikvlag en communicatie.' Maar hij gaat ook gerust in zijn eentje op stap. 'In een ander meertje, waar geen scheepvaart is, zeg ik wel eens: ik ben even anderhalf uur weg.' Aan het varen met een privéduikboot zijn nauwelijks regels verbonden. De Drebbeel is wel gecertificeerd omdat de boot commercieel gebruikt wordt. 'Hier in Vinkeveen hebben we een vergunning nodig, omdat we met passagiers varen.' (Een uurtje mee met de duikboot van Van Essen is te boeken voor 120 euro). 'Maar in principe gelden boven water dezelfde regels als voor een jacht.' Je hebt ook geen vaarbewijs nodig. Cursussen om een duikboot te besturen worden meestal door de fabrikant gegeven. Onder water gelden de regels voor scubaduiken. Het mag bijvoorbeeld niet overal: in havens of in vaarwater mag je niet duiken. En een duikbrevet? 'Dat is alleen een pre. Dat is in feite ook niet verplicht voor scubaduiken.' Alleen als je apparatuur huurt of met een duiktrip meegaat, wordt ernaar gevraagd. Gevaarlijk? Als je over voldoende technische kennis beschikt en je boot goed



Emile van Essen bestuurt de duikboot met twee hendels. Boven zijn hoofd: de koepel.

test valt dat wel mee, als we Van Essen mogen geloven. Een flinke dosis lef kan vermoedelijk geen kwaad. ■

redactie@quest.nl



MEER INFORMATIE

tinyurl.com/duikbootbouwen: aflevering van de Vlaamse serie *Tomteterom* waarin presentator Tom Waes zijn eigen duikboot probeert te bouwen.
duikbootexcursie.nl: boek een tripje met Emile van Essen.

Happen naar lucht

Hoe zorg je voor voldoende zuurstof in je duikboot? Voor korte tripjes is het makkelijk. Je neemt gewoon voldoende zuurstofflessen mee, maar als je dagenlang onder water bevindt wordt dat lastig. Om één persoon één uur van verse lucht te voorzien heb je zo'n dertig liter zuurstof nodig. Voor een tochtje van een paar dagen kan dat behoorlijk oplopen. Grote onderzeeboten verversen de lucht vaak met 'snuivers'. Dat zijn een soort grote snorkels waarmee de lucht boven water wordt 'opgesnoven'. Maar daarvoor moet de boot wel zo nu en dan naar boven. Voor militaire onderzeeërs is dat vervelend, want het vergroot de kans om ontdekt te worden. Een andere optie is om zuurstof uit water te halen via elektrolyse. Hierbij wordt water in waterstof en zuurstof gesplitst. Dat heeft weer een ander nadeel: er is heel veel energie voor nodig. Het wordt dan ook alleen gedaan door nucleaire zeeboten die met hun kernreactors voldoende elektriciteit kunnen opwekken. Voor noodgevallen heeft een onderzeeër vaak zuurstofkaarsen aan boord. Dat zijn een soort fakkels gemaakt van een natriumchloraat. Anders dan gewone kaarsen leveren ze bij verbranding juist zuurstof op.

Dieptepunt: 11 kilometer onder zee

Wat is het diepst dat een duikboot ooit gedoken heeft? Het diepterecord is meteen ook het allerdiepst dat überhaupt gedoken kan worden. In 1960 daalde de Zwitserse oceanograaf Jacques Piccard samen met de Amerikaanse onderzoeker Don Walsh af naar de bodem van de Marianentrog in de onderzoeksdrukboot de *Trieste*.

De diepte die ze hierbij bereikten werd achteraf vastgesteld op 10.911 meter. De duikboot kon het maar nauwelijks aan. Op ongeveer 9000 meter diepte werd de druk zo hoog dat een van de twaalf centimeter dikke ruiten barstte. Ze hadden geluk: diezelfde druk zorgde ervoor dat de randen van het plexiglas tegen elkaar werden gedrukt en de

scheur gedicht werd. Twintig minuten voeren ze rond op de bodem, maar ze zagen weinig, hun boot woelde het zand van de bodem los. In 2012 deed James Cameron deze recordpoging nog eens dunnetjes over. De door films als *Avatar* en *Titanic* bekend geworden regisseur wist iets minder diep te komen: 10.898 meter. Hij kon wel 2,5 uur rondkijken op de bodem.