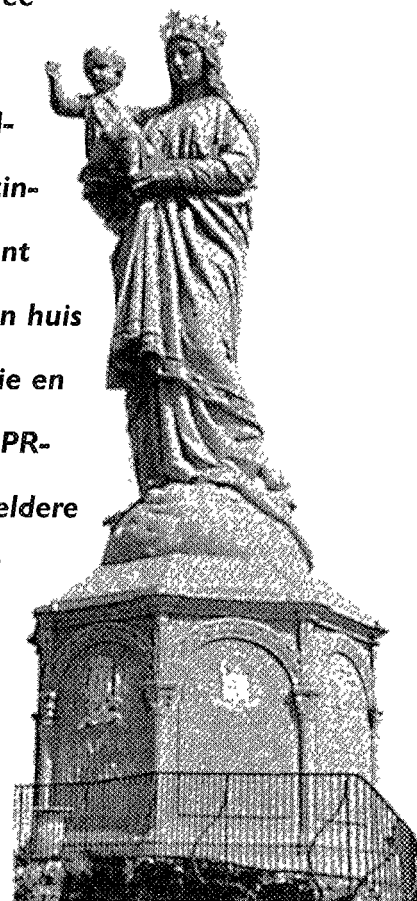


Oeroud wasmodel-

In Nederland houden zich drie bedrijven bezig met wasmodel-gieten. Twee daarvan maken vooral òf grote series òf grote producten. Maar het Precisiewerk Zierikzee (afbeelding 1) is gespecialiseerd in kleine tot middelgrote series van nauwkeurige werkstukken met tamelijk kleine afmetingen. Die producten worden meestal in nauwe samenwerking met de klant ontworpen en gemaakt, zie afbeelding 2. En dat met behulp van in eigen huis ontwikkelde machines en gereedschappen, die de klant een hoge precisie en aanvaardbare kostprijs garanderen. Precisiewerk Zierikzee gaat ook op PR-gebied met zijn tijd mee, want de fraai uitgevoerde website geeft een heldere uitleg over het gietproces. Redenen genoeg om dat kleinschalige bedrijf eens voor het voetlicht te halen en te laten zien hoe in Zeeland het oeroude verloren-was-gieten een nieuw leven is begonnen.



Afbeelding 3. Het 16 m hoge beeld Notre-Dame-de-France in Le Puy-en-Velay. Het beeld kan van binnen uit worden beklommen.

• Frans Zuurveen •

Al zestig eeuwen geleden werd in Mesopotamië het wasmodelgieten beoefend. Men was reeds toen in staat goud, zilver en koper te smelten en daarvan allerlei gebruiksvoorwerpen te gieten. Niet zozeer met het doel precisieproducten te vervaardigen, maar meer om ingewikkelde vormen te realiseren zonder de noodzaak weerbarstig materiaal met primitief gereedschap te bewerken. Met als extra voordeel dat het wasmodel niet "lossend" hoeft te zijn. Dat is, zoals bekend, wel een voorwaarde bij zandgieten, waarbij het, meestal houten, model moet worden verwijderd zonder het vormzand te beschadigen.

Later maakte het wasmodelgieten vooral furore bij de vervaardiging van bronzen en ijzeren beelden, zie afbeelding 3a en b. Een extreem hoogtepunt bereikte Jean-Marie Bonnassieux in het ontwerp van zijn reusachtige Notre-Dame-de-France, een Mariabeeld dat met veel kosten en moeite in 1860 werd opgericht op een basaltrots in Le Puy-en-Velay in Auvergne, zie afbeelding 3. Het is maar liefst zestien meter hoog en weegt 110 ton. Een vredelievend feit is dat het materiaal voor het beeld bestaat uit het gietijzer van 213 Russische kanonnen. Frankrijk maakte die kanonnen

gieten springlevend

in 1855 buit tijdens de bloedige Krim-oorlog, die vooral bekend werd door het optreden van Florence Nightingale. Het beeld is opgebouwd uit niet minder dan 105 gegoten delen, die met klinknagels aan elkaar zijn verbonden.

Omstreeks 1900 ontdekten tandtechnici de bruikbaarheid van het verloren-was-gietproces voor het maken van gouden kronen en inlays. Tijdens en na de Tweede Wereldoorlog ontwikkelde de gietmethode zich tot een modern industrieel proces voor het maken van metalen onderdelen voor wapens en vliegtuigen. Een van de drijfveren daarvoor was de ontoereikende verspaningscapaciteit gedurende de oorlogsjaren. Het proces bewees - en bewijst nog steeds - zijn grote waarde voor de vervaardiging van schoepen voor gasturbines en vliegtuigstraalmotoren uit moeilijk verspaanbare, hittebestendige staalsoorten. In de jaren vijftig kreeg het verloren-was-gieten een extra stimulans door de perfectionering van het keramische vormprocédé. Daardoor werd het proces veelzijdiger en nauwkeuriger en konden er grotere onderdelen worden gemaakt.

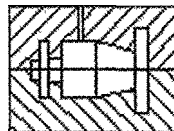
Het gietprocédé

De algemene gang van zaken bij het verloren-was-procédé mag zo langzamerhand wel bekend worden verondersteld. Een korte recapitulatie:

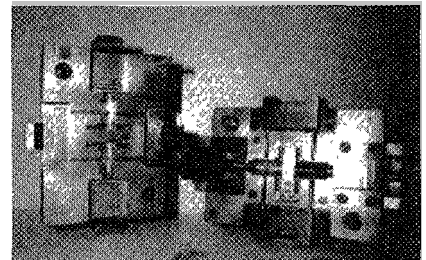
keramiek omhult een positief model van was; na wegsmelten van de was blijft een negatieve vorm over; de vorm wordt gevuld met vloeibaar metaal

Maar de details van het proces, en met name het maken van de keramische vorm, zijn niet zo bekend. Precisiewerk Zierikzee legt het proces heel duidelijk uit op de reeds aangehaalde website, waarbij illustratieve schematekeningen en fraai fotomateriaal niet ontbreken. Norbert Clarijs en Tim Terwogt, die samen de directie van PWZ vormen, waren zo vriendelijk toestemming te geven voor het gebruik van het materiaal van de website in Mikroniek. Dus volgt hieronder hun uitleg van het verloren-was-procédé:

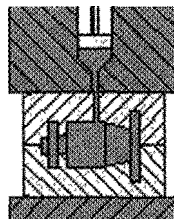
Fase I: Wasmodel



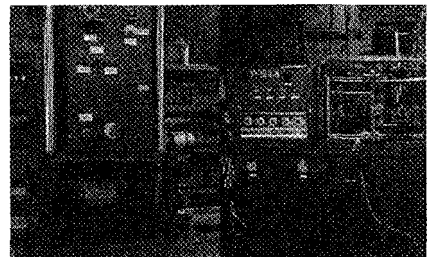
Aluminium matrijs



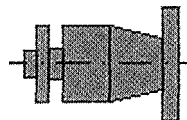
Het uitgangspunt is een nauwkeurig bewerkte, veelal aluminium, matrijs. Deze matrijsen worden door onze gereedschapmakerijen vervaardigd.



Injectie v.d. was in de matrijs



Deze matrijs wordt met was volgeperst, hierbij kan gebruik gemaakt worden van hand- matrijsen (kleine series) of automaten matrijsen (grote series).

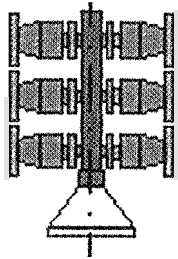


Uitnemen van het wasmodel

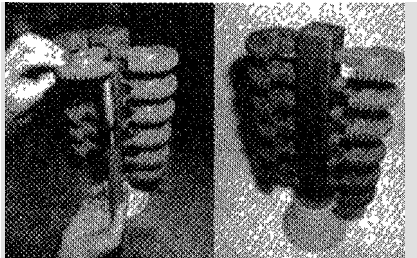


Door zogenaamde "uitwerpers" die in de matrijs zitten wordt het wasmodel uit de matrijs gehaald. Men heeft nu een wasmodel, wat in alle opzichten identiek is aan het uiteindelijke gietstuk.

Vervolg Fase 1: Wasmodel

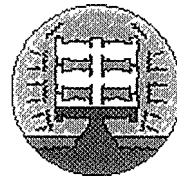


Wasmodellen aan "boom"

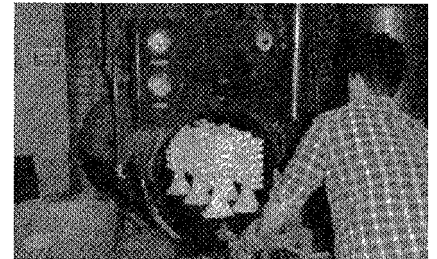


Dit wasmodel wordt, vaak met vele soortgenoten samen, gemonteerd op een "boom". Hierop wordt ook een gietrechter gemonteerd, waardoor later het metaal gegoten kan worden.

Vervolg Fase 2: Keramische bekleding

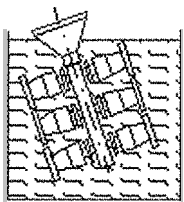


Uitsmelten van de was in autoclaaf

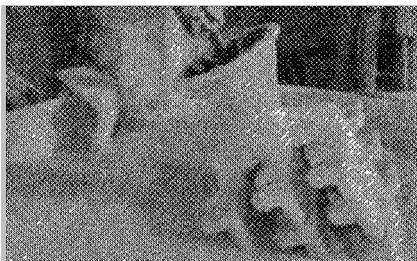


Nadat de keramische lagen zijn aangebracht wordt de was uit de vorm gesmolten met oververhitte stoom in een autoclaaf, de was kan na recycling opnieuw gebruikt worden.

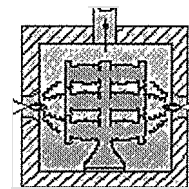
Fase 2: Keramische bekleding



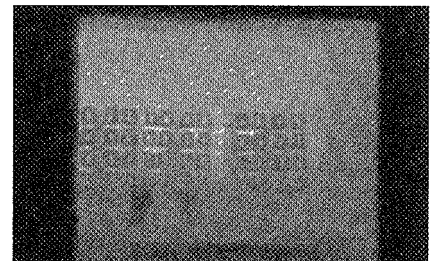
Onderdompelen in keramische massa



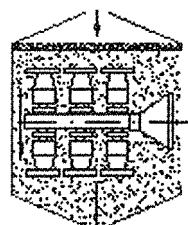
Deze "boom" wordt omgeven met een vuurvaste keramische mantel door het meerdere malen (7x) achtereenvolgend onderdompelen in een slurry en te bestrooien met keramisch zand die uithard.



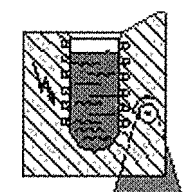
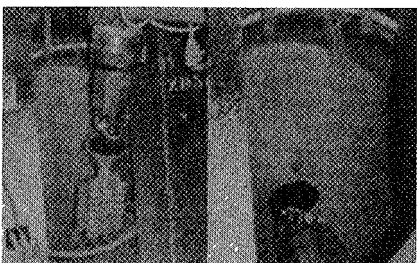
Bakken keramische mantel



Vervolgens wordt deze vorm gebakken. Hierdoor krijgt hij zijn uiteindelijke sterkte, en worden de laatste restjes was verbrand.



Bestrooien met keramisch zand



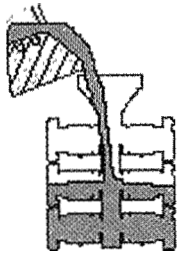
Smelten van het metaal



De keramische vorm wordt voor het gieten verwarmd ter voorkoming van een thermische schok tijdens het gieten. Vervolgens wordt het uitgangsmateriaal op giettemperatuur gebracht.

Fase 3: Gieten

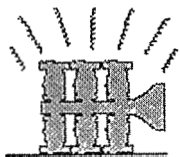
Vervolg Fase 3: Gieten



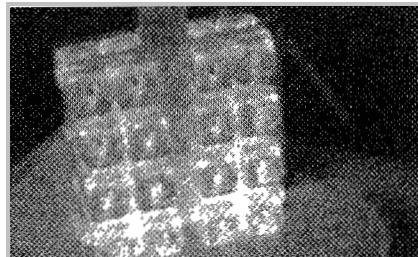
Gieten in de hete keramische vorm



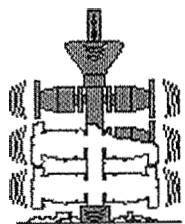
Vervolgens wordt de hete keramische vorm volgegoten.



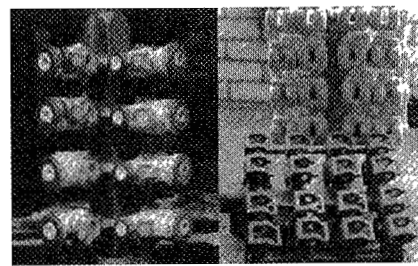
Afkoelen in de vorm



De volgegoten bomen worden nu apart gezet, zodat deze onder geconditioneerde omstandigheden kunnen afkoelen.

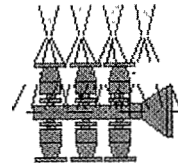


Verwijderen keramische schaal

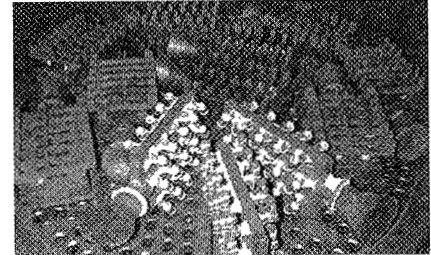


Na het gieten wordt door middel van trillen de keramische schaal kapot gebroken, waardoor het grootste gedeelte wordt verwijderd

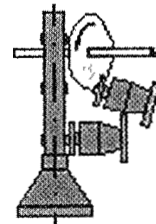
Fase 4: Afwerken



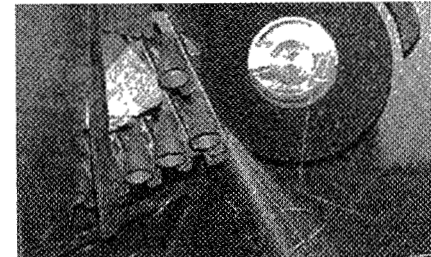
Staalstralen



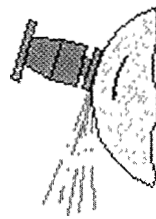
De laatste restjes keramiek worden nu verwijderd d.m.v. staal en/of zandstralen



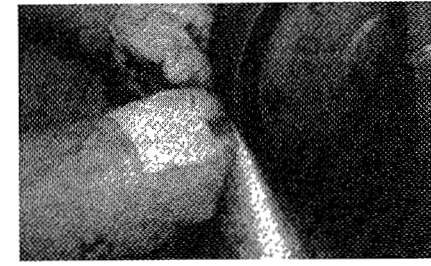
Gietstukken afslijpen v.d. boom



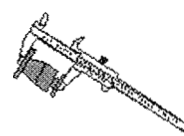
De gietstukken kunnen nu van de "boom" afgezaagd worden, de "boom" wordt als schroot afgevoerd



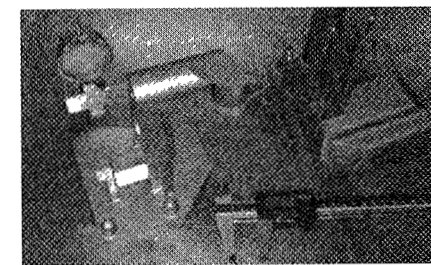
Slijpen en evt warmtebehandelen



Het laatste stukje gietloop, dat bij het afzagen is blijven staan, wordt nu van het gietstuk afgeschuurd.



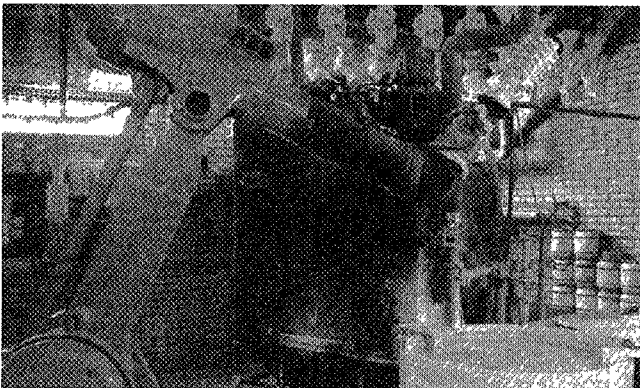
Eindcontrole en verzending



Na afwerken, richten, warmtebehandelen en eventuele bewerkingen zijn de producten klaar voor eindcontrole en verzending

Vakmanschap

Precisiewerk Zierikzee werkt met zo'n twintig personeelsleden. Die maken precisie-gietstukken met een gewicht van twee gram tot vijftien kilo. Het bedrijf is in 1975 opgericht door Wim Terwogt, de vader van Tim. Bestekfabriek Gero in Zeist verkocht toentertijd zijn wasmodelgieterij, die producten maakte die niet uit plaatmateriaal vervaardigd konden worden: oortjes, kopjes, theelepels en dergelijke. Terwogt kocht de bedrijfsoutillage en het bijbehorende vakmanschap. Dat laatste in de vorm van een contract met een van de werknemers, die in Zierikzee kwam helpen het gietproces van de grond te brengen, maar nu voor industriële producten. Deze vakman heeft gedurende een jaar of vijf het nieuwe personeel ingewijd in de geheimen van het wasmodel-gieten.



Afbeelding 4. Een robotarm heeft zojuist een boom met wasmodellen in de keramische slurry gedompeld.

De afnemers van de producten van PWZ zijn te vinden in de chemische en elektronische industrie, voedsel- en verpakkingindustrie en bij offshore- en maritieme bedrijven. Daarom zijn de producten van PWZ heel divers, zie afbeelding 5a en b. PWZ maakt driekwart van zijn producten van roestvrij staal, vooral als die zijn bestemd voor de voedselindustrie. Want daar worden zware eisen gesteld aan de oppervlaktekwaliteit, onder andere door de FDA, de Amerikaanse Foods and Drugs Administration. Machines voor die industrie moeten namelijk makkelijk gereinigd en zelfs gesteriliseerd kunnen worden en dat kan niet als onderdelen in zand zijn gegoten, omdat dan de ruwheid te groot is.

Waarom wasmodel-gieten?

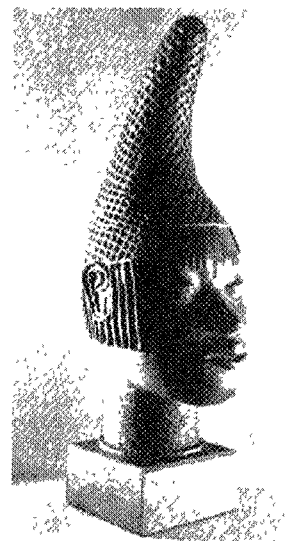
Waarom ontleent het proces van PWZ zijn bestaansrecht? Natuurlijk aan de kostenbesparing die het toepassen van

precisie-gietstukken kan opleveren. Die besparing ontstaat meestal door het vervangen van een samenstelling van diverse verspanend bewerkte onderdelen door één enkel gietstuk. De nauwkeurigheid van dat gietstuk betekent dat tijdrovende en dus kostbare verspanende nabewerkingen geheel of gedeeltelijk kunnen vervallen. Bovendien verdwijnen montage-toleranties en wordt er assemblagetijd uitgespaard

Soms ook is precisiegieten een harde noodzaak als het gaat om de toepassing van speciale materialen, zoals hittebestendige, corrosievaste of slijtvaste metalen, omdat die dikwijls moeilijk te bewerken zijn. Daarom maakt PWZ niet alleen producten van conventioneel gietijzer, maar ook van diverse gereedschapstalen, martensietische en austenietische staalsoorten, speciale legeringen als stieliet en hastelloy, en verschillende non-ferro-metalen als brons, messing, aluminium, monel enzovoort.

Mechanisatie

PWZ maakt zelf het benodigde gereedschap in de eigen gereedschapmakerij in Zierikzee, of bij een gereedschapmakerij in Slough in Zuid-Engeland, waarmee een uitstekende samenwerking is opgebouwd. Dat gereedschap – meestal van aluminium – is nodig voor het persen van de wasmodellen. De gereedschapmaker gaat uit van de producttekening en brengt daarbij 3 % krimp in rekening. Een derde deel daarvan ontstaat door de volumereductie van de was, twee derde door die van het gestolde metaal. Het vraagt nogal wat creativiteit om rechtstreeks van de tekening van het – uiteraard positieve – product een – negatieve en 3 % grotere – matrijsholte te maken. De gereedschapmaker moet daarbij rekening houden met de eis dat het model uit de matrijs moet kunnen worden verwijderd. Eventueel zijn niet-lossende producten te maken door het wasmodel op te bouwen uit twee of meer delen.



Afbeelding 5a Een door PWZ gegoten beeldje, een bijzonderheid omdat PWZ normaliter industriële producten maakt.

PWZ doet ook veel aan het verbeteren van het produc-



Afbeelding 2. Een aantal producten van Precisiewerk Zierikzee.

tieproces door mechanisatie. Want het maken van de keramische gietvormen is erg arbeidsintensief, omdat de wasboom met aangesmolten modellen moet worden bedekt door zeven lagen van afwisselend keramiek (een soort porselein) en zand. De eerste laag vloeibare keramische slurry wordt met de hand aangebracht, want een nauwkeurig product vraagt om een volledige bedekking zonder onvolkomenheden. Daarna komt een ABB-robot in actie, die eerst de wasboom in de slurry dompelt en die vervolgens laat bestuiven met zand. De robot plaatst de boom dan weer terug in een transportketting, waarin de slurry uitdruipt, waarna de behandeling met slurry en zand zich herhaalt. Het is frappant te zien dat de grijper van de robotarm bewegingen maakt die zijn afgeleid van die van een mensenarm: ronddraaien in de slurry en afschudden van de overtollige vloeistof, zie afbeelding 4. PWZ heeft zelf de automatische gietvormlijn ontworpen.

Precisie

Als het gaat om producten met zeer hoge precisie, wordt er meestal eerst een prototype-matrijs gemaakt. Na enkele proefgietingen past de gereedschapmaker de matrijs zo

aan dat het product aan de nauwe toleranties voldoet. Matrijzen voor tandwielen of -kransen worden zo gedimensioneerd dat het tolerantieveld voor de tanden enigszins onder de nominale maat ligt. De samenwerkende veranderingen passen dan altijd zonder nabewerken.

PWZ verstrekt op verzoek een uitgebreide specificatie van gegarandeerde nauwkeurigheden. We citeren daaruit enkele details die vooral voor precisietechnologen van belang zijn. Tot afmetingen van 6 mm is een dimensionele nauwkeurigheid van $\pm 60 \mu\text{m}$ het hoogst haalbare. Voor de grootste afmeting van 200 mm is dat $\pm 430 \mu\text{m}$, wat neerkomt op een relatieve nauwkeurigheid die beter is dan $\pm 0,25\%$. Voor gietwerk is dat beslist heel taakstellend. Voor rechtheid, vlakheid en paralleliteit geldt een kleinste tolerantie van 0,3%. De tolerantie op wanddikten tot 6 mm bedraagt $\pm 20 \mu\text{m}$. De beste oppervlaktekwaliteit komt overeen met een gemiddelde ruwheidswaarde van $R_a = 1,6 \mu\text{m}$. Dat alles bewijst dat wat we hierboven reeds constateerden: mechanische nabewerkingen zijn in veel gevallen niet nodig. En dat betekent dat de investeringen in matrijs- en ontwikkelkosten zich meestal snel laten terugverdienen.

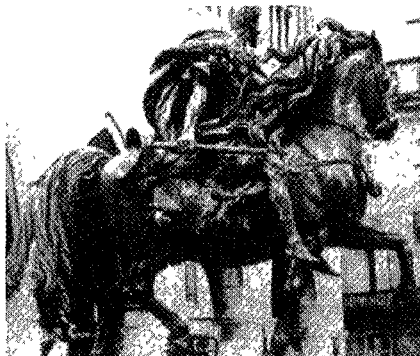
Tot slot

Precisiewerk Zierikzee laat zien hoe de oeroude techniek van het wasmodel-gieten ook vandaag de dag nog springlevend is. Niet alleen omdat moeilijke, niet-lossende werkstukken gietbaar zijn, maar ook omdat lastig bewerkbare producten met relatief nauwe toleranties uit één stuk gegoten kunnen worden. Omdat onderdelen zich zo in één enkel product laten integreren, wordt degene die durft investeren in verloren-was-gietwerk, beloond met een aanzienlijke kostenbesparing.

Informatie: Precisiewerk Zierikzee

Tel. 0111-413951 E-mail mail@precisiewerk.nl

Afbeelding 5b. Een wasmodel-gegoten ruitersstandbeeld uit de Renaissance.



Afbeelding 1. De kleinschalige fabriek van Precisiewerk Zierikzee

