

VAN ZAND TOT GLAS

Over kwarts en zand

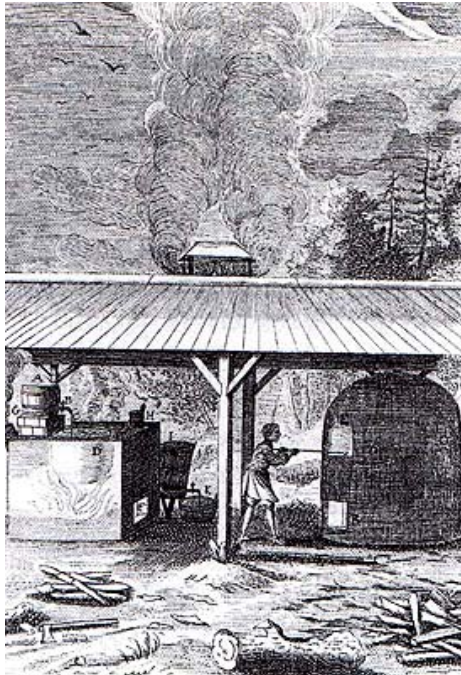
Het smeltpunt van kwarts verlagen

Wat is glas?

Variatie in grondstoffen

Samenstelling glasproduct

De naam van het materiaal 'glas' is afkomstig van het Latijnse woord 'glesum'.



Overigens heeft niet de mens het glas uitgevonden; glas komt ook zo in de natuur voor. Zelfs in de vroegste tijd gebruikte de mens al glas om eenvoudige gereedschappen van te maken.

We moeten terug tot 5000 jaar voor Christus om te ontdekken wanneer de mens al bezig was met het maken van glas; rond 2000 voor Christus zien we bij de Egyptenaren bijvoorbeeld al vazen, siervoorwerpen, geëmailleerde en keramische voorwerpen, speerpunten. Ook in Irak, Griekenland, China en Oost-Europa waren toen al dergelijke voorwerpen te vinden.

Vlakke plaatjes glas zien we pas veel later in Romeinse gebouwen.

Over kwarts en zand

Vanaf het allereerste begin van het maken van glas is waarschijnlijk een zandachtig materiaal gebruikt als basismateriaal. Het materiaal kwarts werd als zwerfblokken verzameld; pas na de zeventiende eeuw

werd het uit de grond gehouwen, uitgegloeid met een houtgestookt vuur, afgekoeld en daarna vermalen tot zandkorrelig fijn materiaal. Het vermalen gebeurde door mankracht of met watermolens. Pas sinds een paar eeuwen kunnen we beschikken over het juiste samengestelde zand; daarmee kwam een einde aan de dure en ongezonde verwerking van kwarts.

Om kwarts of zand te kunnen gebruiken bij de fabricage van glas, moet het smeltpunt aanzienlijk worden verlaagd. Dit is lang een lastig probleem geweest. Achtereenvolgens zijn potas, glauberzout en soda gebruikt om het smeltpunt te verlagen.

Het smeltpunt van kwarts verlagen

Potas

Om het hoge smeltpunt van kwarts (zand) te verlagen werd gebruik gemaakt van potas (kaliumcarbonaat K_2CO_3). Potas verkreeg men door het verbranden van beuken- en eikenhout. Simpel zou het zijn als men daartoe bomen kapte en er blokken van zaagde, echter nog makkelijker was het om een gat te hakken in de boom en dan de hele boom in brand te steken, waarna de verdere verwerking van de 'gemaakte' as volgde. Bij de potas ging het in feite om de hierin aanwezige kaliumzouten.

De overgebleven as werd uitgelooft en ingedampt; er resteerde dan een bruine zoutmassa, die aan het kwarts of zand werd toegevoegd.

Het effect van het gebruik van potas voor het smelten van kwarts of zand moet niet worden onderschat: 1000 m³ hout leverde maar 0,43 m³ potas op. De verhouding van de hoeveelheid

hout als brandstof voor het smelten van de grondstoffen ten opzichte van de hoeveelheid hout nodig voor het vervaardigen van potas bedroeg 1:2,2. Het was dus absoluut nodig om over veel hout te beschikken.

De zeer gebrekkige transportmogelijkheden leidden ertoe dat vervoer van hout over twee kilometer al vrijwel onmogelijk was. Daarom koos men ervoor om niet het hout te vervoeren, maar om een paar kilometer verder een nieuwe potoven op te bouwen.

Overigens hadden de eigenaren van bossen geen problemen met deze vorm van rooibouw, want op deze wijze ontstond er nieuwe landbouwgrond, die meer opleverde dan de bossen. Als alternatief voor potas uit beuken- en eikenhout werd ook wel gebruik gemaakt van planten; vooral planten uit zoutwatergebieden waren interessant.

Glauberzout



Een alternatief voor de omslachtige winning van potas kwam van Rudolf Glauber (1604-1670). Hij ontdekte het glauberzout (natriumsulfaat Na_2SO_4). Dit zout was oorspronkelijk bedoeld voor medicinale toepassingen. Het was een duur fabricageproces en glauberzout werd dan ook geen echte vervanging van potas.

De glasnijverheid had steeds dringender behoefte aan een vervanging van potas. Er was een sterk toenemende vraag naar vlakglas. Niet alleen omdat de vraag naar ruiten toenam, maar ook vanuit de veranderende architectuur, die vooral grotere ruiten wilde toepassen.

De verbeteringen in het fabricageproces van glas en de steeds groter wordende glasovens leidden tot het gebruik van gesmolten glas met een hogere viscositeit. Hierdoor was een hoger smeltpunt van het zand nodig en daardoor weer meer smeltpuntverlagend materiaal. Het duurde echter tot in de negentiende eeuw voordat er iets beters werd gevonden: soda.

Soda

De eerste soda waarvan gebruik werd gemaakt was natuursoda, die beschikbaar kwam bij de winning van keukenzout. De vindplaatsen van deze grondstof waren echter beperkt. Pas in 1790 bracht de arts Le Blanc de echte kunstsoda tot ontwikkeling. Door de Franse Revolutie had Le Blanc geen enkel commercieel gewin van deze uitvinding. Hij was hierdoor zo teleurgesteld dat hij zich van het leven benam. Toch waren er glasfabrieken die zelf soda maakten volgens de methode Le Blanc.

Het duurde tot 1885 voordat een volwaardige sodaproductie werd ontwikkeld door de Belg Ernest Solvay; hij groeide uit tot een wereldproducent en tot op de dag van vandaag wordt soda volgens het Solvay-procédé vervaardigd.

Deze productie van soda is een van de belangrijkste gebeurtenissen geweest in glasfabricage.

Bij deze ontwikkeling van de stoffen om het smeltpunt van kwarts en zand te verlagen speelt ook de manier van stoken een rol. De houtgestookte ovens werden geleidelijk vervangen door kolengestookte. Dat betekent dat er een einde kwam aan de rooibosbouw en dat de ovens niet meer op steeds wisselende plaatsen stonden. Bij het gebruik van kolen als brandstof voor de ovens was het handig om de oven zo dicht mogelijk bij een kolenmijn te hebben.

Wat is glas?



Op zo'n heldere materie als glas kunnen ingewikkelde definities worden losgelaten; de vraag 'Wat is glas?' is op heel verschillende manieren te beantwoorden.

Enkele omschrijvingen van glas:

een samenstelling van verschillende chemische stoffen die de eigenschap hebben om glasvormig te zijn (silicium, boro-silicium, germanium, fosfor en arsenicum);

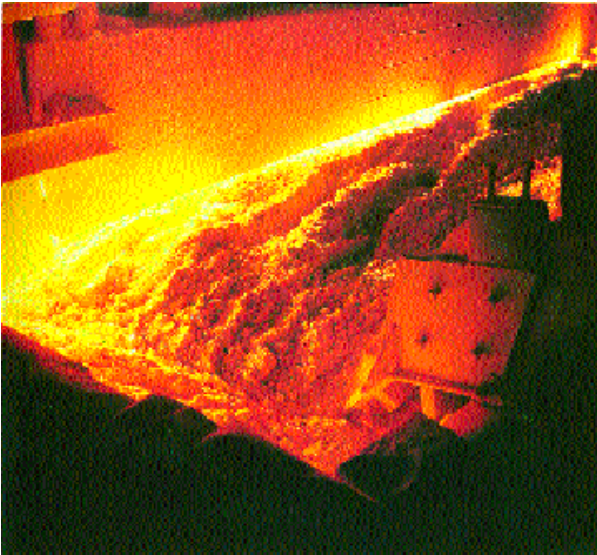
een smeltproduct opgebouwd uit minerale grondstoffen, dat zonder kristalliseren afkoelt tot een vaste stof;

glas zijn alle stoffen die qua structuur een vloeibaarheid lijken aan te geven, waarvan de viscositeit bij normale omgevingstemperatuur zo hoog is, dat men het als vaste stof beschouwt;

glas is een vaste vloeistof.

Het basismateriaal van glas, het silicium, heeft een zodanige opbouw van de moleculen dat bij afkoeling geen kristallisatie optreedt. Hierdoor wordt het materiaal glasachtig. Het doorzichtig zijn van glas moet dan ook gezocht worden in de molecuul-structuur van het silicium.

Variatie in grondstoffen



In het smeltproduct (glas) wordt altijd als grondstof zand (siliciumoxide SiO_2) gebruikt. Aan dit basisproduct kunnen vele stoffen worden toegevoegd, zoals borosilicaat, germanium, fosfor, arsenicum, lood en metalen of metaaloxiden. Met deze stoffen kan glas worden gemaakt, afgestemd op het gebruiksdoel. Dus speciale glassoorten voor de chemische en farmaceutische industrie, optisch glas, glas voor gloeilampen, glas voor hoogwaardige elektronica en vuurvast glas.

De meest voorkomende glassoorten zijn kalknatron-glas, loodglas en borosilicaat-glas.

Zand smelt bij een temperatuur boven de 1700° Celsius. Met deze temperatuur is in de industrie

nauwelijks te werken, behalve tegen extreem hoge energiekosten. Om dit smeltpunt te verlagen wordt soda (natriumcarbonaat Na_2CO_3) of magnesium gebruikt. Om het glas voldoende hard te maken voegt men kalk (calciumcarbonaat CaCO_3) toe.

Tijdens de smeltfase in de glasoven vermengen zich het silicium, het natron en het calcium, terwijl het CO_2 als koolzuur verdwijnt.

Door glasscherven aan het mengsel toe te voegen wordt het smeltproces gunstig beïnvloed. De scherven geleiden de warmte van de branders (boven het glasbad) beter het 'gemeng' in. Dit mengsel wordt vóór in de glasoven ingebracht en gaat daar door verhitting van bovenaf smelten. De scherven moeten schoon zijn en bij voorkeur uit dezelfde glasfabriek. Voor één

m² glas van 4 mm dik en die 10 kg weegt, is circa 8 kg aan gemeng nodig en 3,6 kg aan scherven. Het overige gewicht verdwijnt als koolzuurgas door de schoorsteen naar buiten.

In de grondstof zand zitten sporen van ijzeroxide (Fe₂O₃). Deze sporen geven aan het glas een zeer geringe kleuring. Door toevoeging van stoffen als potas, arsenicum, koolstof en dergelijke kan deze kleuring worden opgeheven. Wil men echt geheel blank glas, dus met een lichtdoorlatendheid van 100%, dan zal het zand moeten worden voorbehandeld.

Maar men kan ook juist getint glas willen maken; in dat geval zullen metaalverbindingen moeten worden toegevoegd aan het glasbad. Toevoeging van ijzerverbindingen geven groen getint glas, kobaltverbindingen geven blauw glas en nikkelverbindingen leveren een bronskleurig glas op.

Het mag duidelijk zijn dat in een moderne grote floatglas-oven slechts één kleur glas tegelijk gemaakt kan worden. Dus als er getint glas gemaakt wordt, dan kan er op dat moment geen blank glas gefabriceerd worden.

Samenstelling glasproduct

72% SiO₂ (siliciumoxide)

14% Na₂O (+K₂O) (natriumoxide (potas))

9% CaO (calciumoxide)

3-4% MgO (magnesiumoxide)

1% Al₂O₃ (aluminiumoxide)

Functies van de grondstoffen in glas

Veldspaat: een gesteentevormend mineraal (KSi₃Al₄O₈)

Silicaten: verzamelnaam voor zouten in kiezelzuur

Dolomiet: (of bitterspaat) een mineraal gesteente bestaande uit calcium-magnesium-carbonaat (CaCO₃ + MgCO₃)

Arsenicum: chemisch element uit onder andere gesteente en zeewater (As₂O₃)

Potas: een verbinding ontstaan uit uitloging van hout- of plantenas, kaliumcarbonaat (K₂CO₃)

Soda: natriumcarbonaat