

GLASHELDER OVER GLAZUUR

Sofie Goethals

Lannoo

Leuk dat je dit boek kocht, dat maakt me gelukkig. Ik hoop dat ik je met dit werk wegwijs kan maken in de wonderse wereld van glazuren.

Glazuren zijn geen verf. Je zet niet zomaar snel een kleurtje op een pot. Er zijn ontzettend veel variabelen die invloed kunnen hebben op het eindresultaat. Deze variabelen kennen en onder controle houden is essentieel voor goede glazuurresultaten. Dat is volgens mij iets wat sommige keramisten onderschatten, als ze met klei aan de slag gaan. Dat maakt dat ze glazuren op den duur als een vervelende klus zien. Iets wat vaak mislukt. Iets wat niet te vatten is. Iets wetenschappelijks, iets moeilijks.

Ik heb een wetenschappelijke achtergrond. Meer dan 12 jaar werkte ik in een universitair laboratorium. Het valt niet te ontkennen dat die achtergrond helpt. Ik kreeg inderdaad erg veel chemie tijdens mijn opleiding. Ik weet hoe experimenten opgebouwd moeten worden. Ik kan goed probleemoplossend denken en ben extreem nieuwsgierig. Dat wil echter niet zeggen dat glazuren zelf maken enkel weggelegd is voor mensen die universitaire scheikundige studies gedaan hebben. Totaal niet!

Heb je voorkennis nodig om dit boek te lezen? Absoluut niet. Moet je moeite doen om goede glazuren te maken? Absoluut wel! Moet je veel oefenen, testen en experimenteren? Zeker en vast!

Glazuren is net zoals werken met klei. Wees eens eerlijk: de eerste keer achter een draaischijf produceerde jij (en ik) ook geen topstukken. Denk aan de eerste keer boetseren of met kleiplaten werken; dat ging zeker ook niet perfect. Je moest veel oefenen, keer op keer, om beter te worden.

Met glazuren is dat net hetzelfde. Glazuren ontwikkelen, verbeteren, begrijpen, goed aanbrengen en beheersen kan je leren. Het kost tijd en moeite. Maar... het loont!

Ik hoop dat dit boek jou enthousiast maakt en je zin geeft om te gaan testen. Sommige hoofdstukken zullen moeilijker zijn dan andere. Als je voelt dat je daar nog niet klaar voor bent, sla ze dan gewoon even over. Misschien kan je er na wat praktijkervaring naar teruggrijpen en wordt het makkelijker. Ik heb het boek geschreven vanuit een opbouw die ik logisch vind, maar jij hoeft die natuurlijk niet te volgen. Kijk je liever gewoon naar de foto's van stalen? Prima! Gebruik je gewoon enkele basisrecepten? Ook prima! Doe vooral waar jij je goed bij voelt.

Ik wens je ontzettend veel succes op jouw glazuuravontuur. Leer, experimenteer en geniet!

Sofie

SO
GO
KERAMIEK

INHOUDSTAFEL

DEEL 1: DE BASIS

WAT IS GLAZUUR?	9
EEN GLASACHTIGE LAAG DIE KERAMIEK BEDEKT	9
DE VLOEISTOF IN EMMERS OF POTJES IN JOUW ATELIER	9
HET WITTE, ZOETE GOEDJE	9
WAAROM GLAZUREN WE?	10
HYGIËNE	10
STEVIGHEID	10
ESTHETIEK	10
WATERDICHTHEID	10
SOORTEN KLEI EN BIJBEHOREND GLAZUUR	11
AARDEWERK (-KLEI OF -GLAZUUR)	11
Voor- en nadelen	11
STEENGOED (-KLEI OF -GLAZUUR)	11
PORSELEIN (-KLEI OF -GLAZUUR)	12
KEN JE KLEI	12
DE BASISBOUWSTENEN VAN ELK GLAZUUR	13
SNELCURSUS CHEMIE VOOR KERAMISTEN	13
Atoom	13
Molecule	14
Carbonaat	14
Oxide	14
WAT IS SMELTEN?	14
GLASVORMER	15
Silica	15
Booroxide	16
STABILISATOR	16
Alumina	16
SMELTPUNTVERLAGER OF FLUX	16
Alkalimetalen	17
Aardalkalimetalen	17
Het eutectisch punt	18
INDELING	20
BASISGRONDSTOFFEN	20
DE LIJST IS LANG	21
Kwarts	21
Gerstley boraat	21
Kaolien	22
Kaliveldspaat	22
Natronveldspaat	23
Nefelien syeniet	23
Lithiumcarbonaat	23
Petaliet	24

Spodumeen	24
Natriumcarbonaat	24
Krijt	25
Wollastoniet	25
Dolomiet	25
Licht magnesiumcarbonaat	25
Talk	26
Strontiumcarbonaat	26
Bariumcarbonaat	27
Zinkoxide	27
Fritte	27
WATEROPLOSBAARHEID	29
WATER IN DE SCHERF, GLAZUURGRONDSTOFFEN	
OP DE SCHERF	29
SLECHT ROEREN GEEFT EEN FOUTE	
GLAZUURSAMENSTELLING	29
VERVELENDE KRISTALLEN	29
KLEUR IN JE LEVEN	30
PIGMENTEN	30
KLEURENDE OXIDEN	31
Wat beïnvloedt de kleur van een glazuur?	31
Kobalt (Co)	34
Koper (Cu)	36
Mangaan (Mn)	38
Nikkel (Ni)	40
Chroom (Cr)	42
IJzer (Fe)	44
Titanium (Ti)	46
Rutiel	48
Tin (Sn)	50
Zirkonium (Zr)	52
Praseodymium (Pr)	54
Erbium (Er)	56
Neodymium (Nd)	58
EEN SPIKKEL HIER EN DAAR	60
Ilmeniet	60
GEKLEURDE SPIKKELS	60
Spikkels zelf maken	60
AS	62
HOUT -EN PLANTENAS	62
BEENDERAS	62
DEEL 2: VEILIGHEID	65
VEILIG AAN DE SLAG	65
PERSOONLIJKE VEILIGHEID	65

Opname via de mond	65	BENODIGDHEDEN	94
Inhalatie	66	WERKWIJZE	94
Opname via de huid en huidcontact	68		
MILIEU	69	VOLUMETRISCH MENGEN	96
Verrassingsglazuren	69	PRINCIPE	96
Afvoeren	70	WAAROM VOLUMETRISCH MENGEN?	96
Afbakken	70	VOORWAARDEN	96
KERAMIEK EN DUURZAAMHEID	70	Volumes moeten gelijk zijn!	96
VOEDSELVEILIGHEID	71	Normaliseren?	96
Terminologie	71	WAAROM NORMALISEREN BIJ VOLUMETRISCH MENGEN?	97
Wettelijk kader	72		
Wat kan ik zelf testen?	74	DRIEHOEKMETHODE	100
		BENODIGDHEDEN	100
DEEL 3: HET GLAZURATELIER	78	WERKWIJZE	100
		INTERESSANTE EXPERIMENTEN	100
INRICHTING VAN HET GLAZURATELIER	79	VOORBEELD	100
		TERUGREKENEN NAAR EEN RECEPT	105
BENODIGDHEDEN	79		
TESTJES	79	GRIDMETHODE	108
Platliggende tegel	80	BENODIGDHEDEN	108
Rechtopstaande tegel	80	WERKWIJZE	110
Kommetje, bordje of beker	81	DE REGELS	110
Welke tegel is geschikt voor mij?	81	VOORBEELD	110
WEEGSCHAAL	82	TERUGREKENEN NAAR EEN RECEPT	113
STAAFMIXER	83		
PERSOONLIJKE BESCHERMING	83	MULTIMENGMETHODE	116
POTJES EN SCHEPJES	84	BENODIGDHEDEN	116
SPUIT	84	WERKWIJZE	116
GLAZUURPOTLOOD	84	VOORBEELD	118
GRONDSTOFFEN	84	TERUGREKENEN NAAR EEN RECEPT	121
WATER	85	INTERESSANTE EXPERIMENTEN	124
NOTITIEBOEK	86		
REKENMACHINE	87	VAN GLAZUURTEST NAAR PRODUCTIEGLAZUUR	124
		WERKWIJZE	125
DEEL 4: TESTMETHODEN	88	DEEL 5: CONSISTENT GOEDE RESULTATEN BEHALEN	126
DE STANDAARD OPBOUW VAN EEN RECEPT	89	CONTACTTIJD	128
		WAT IS DAT?	128
GERICHTE TEST	90	WAT IS DE IDEALE CONTACTTIJD?	128
BENODIGDHEDEN	91	BEPALEN VAN DE CONTACTTIJD	129
WERKWIJZE	91	HOE ZIT HET MET KWAST- EN SPUITGLAZUREN?	129
		RAUW GLAZUREN	129
LINEAIRE REEKS	91	CONCLUSIE	129
DE ZEER NAUWKEURIGE MAAR TRAGE METHODE	93	SCHERF, POROSITEIT EN BISCUITBAKTEMPERATUUR	130
BENODIGDHEDEN	93	DE KLEIKLEUR	130
WERKWIJZE	93	DE KLEI	130
DE MINDER NAUWKEURIGE MAAR SNELLE METHODE	94		

DE BISCUITBAKTEMPERATUUR	131	Nattevingerwerk	151
CONCLUSIE	131	Doorstroombeker	152
GLAZUUR MENGEN	132	DE RELATIE TUSSEN VISCOSITEIT EN SOORTELIJK	
HOE MOET JE MENGEN?	132	GEWICHT	153
HOE LANG MOET JE ROEREN?	133	KLEI IN HET GLAZUUR	154
CONCLUSIE	134	Chemisch gebonden water	154
APPLICATIEMETHODE	134	Poriewater	154
ONDERDOMPELEN, INGIETEN EN OVERGIETEN	134	Kleipartikels zijn elektrostatisch geladen	154
Werk snel, efficiënt en oefen	134	De lading van de kleipartikels wordt bepaald door	
Oefening baart kunst!	136	de zuurtegraad van het glazuur	155
Hoe glazuur je borden?	136	FLOCCULEREN EN DEFLOCCULEREN	156
Moet ik was gebruiken?	138	Help, mijn glazuur is sterk gedeflocculeerd	156
Dompelen met de tang	139	Droogtijd is snel en glazuren zijn poederig	156
Dompelen met een zuignap	140	Oeps, mijn glazuur is te sterk geflocculeerd	157
Overgieten	141	Eigenschappen van een perfect glazuur	157
KWASTEN	141	Flocculant	158
Goed kwastbaar	141	Deflocculant	159
Waarom zou je kwasten?	142	WANNEER PAS IK DE VISCOSITEIT VAN	
Dikker is beter	143	MIJN GLAZUUR AAN?	160
Kwastglazuren aanmaken	143	CONCLUSIE	161
Oefen en experimenteer	143	DEEL 6: OVENS, TEMPERATUUR EN WARMTEARBEID	162
SPUITEN	144	WELKE OVEN PAST BIJ MIJ?	163
CONCLUSIE	144	TYPES	163
SOORTELIJK GEWICHT	144	Budget	164
DENSITEIT VERSUS SOORTELIJK GEWICHT	145	Elektrische installatie	164
HOE MEET JE HET SOORTELIJK GEWICHT VAN		Gebruik	164
EEN GLAZUUR?	145	Ruimte en plaats	164
Soortelijk gewicht bepalen aan de hand van		Conclusie	164
een maatcilinder	145	OPBOUW KERAMIEKOVEN	165
Soortelijk gewicht bepalen aan de hand van		OVENSTENEN EN ISOLATIE	165
een spuit	146	RELAIS EN SPIRALEN	165
Soortelijk gewicht bepalen aan de hand van een		Slijtage	166
densiteitsmeter?	147	Logboek	166
WAT KAN JE HIER NU EIGENLIJK MEE?	147	Spiralen vervangen	167
Enkele richtlijnen	147	THERMOKOPPEL	167
EFFECT VAN SOORTELIJK GEWICHT OP HET		Opbouw	167
GLAZUURRESULTAAT	148	Schouwgat	167
WANNEER EN HOE VAAK MEET JE HET		SCHUIFKLEP ONDERAAN	168
SOORTELIJK GEWICHT?	149	OVENREGELAAR	168
VISCOSITEIT	149	ONDERHOUD OVEN	169
WAT IS VISCOSITEIT?	150	OVENPLATEN	170
EERST IETS OVER THIXOTROPIE	150	VERSCHILLENDE TYPES	170
THIXOTROPIE EN VISCOSITEIT GAAN HAND IN HAND	151	Cordieriet	171
WAT BEPAALT DE VISCOSITEIT VAN EEN GLAZUUR?	151		
WAT IS EEN GOEDE VISCOSITEIT?	151		

Siliciumcarbide	171	MOLECULAIRE MASSA EN MOLAIRE MASSA	196
BESCHERMING EN ONDERHOUD	172	CHEMISCHE ANALYSE VAN GRONDSTOFFEN	197
Waarom beschermen?	172	De chemische analyse opzoeken in Glazy	197
Welke bescherming kies je?	172		
Opslag en onderhoud	173	SEGERFORMULE LEREN BEREKENEN	202
OVENSTEUNEN	174	PRAKTISCHE TOEPASSINGEN VAN DE SEGERFORMULE	207
EFFICIËNT LADEN	174	STULLGRAFIEK	207
ALGEMENE PRINCIPES	175	SOMMIGE GLAZUREN SMELTEN NIET OF ONVOLDOENDE	208
		HAARSCHUREN	209
DE BISCUITOVEN LADEN	176	MATTE, SATIJNMATTE EN GLANZENDE GLAZUREN	209
STAPELEN, PUZZELLEN EN GEWICHT VERDELEN	175	Wat is eigenlijk een mat glazuur?	210
HOE ZIT HET MET BORDEN?	176	Wanneer wordt een glazuur mat?	210
		Andere soorten matte glazuren?	210
DE GLAZUUROVEN LADEN	177	Matte glazuren en stabiliteit	212
COOKIES EN ZILVERZAND?	178	BEPERKINGEN VAN DE STULLGRAFIEK	212
		DE STULLMAP IN GLAZY.ORG	214
STOKEN EN CURVES	178	SUBSTITUTIE	214
HET STOKEN ZELF	179		
DROOGSTOOK	179	TEMPERATUUR BEÏNVLOEDEN	218
BISCUITBAK	180	SILICA EN ALUMINA VERLAGEN	218
Welke biscuitbaktemperatuur?	180	VERHOGEN VAN ALKALISCHE SMELTPUNTVERLAGERS	219
GLAZUURSTOOK	182	BOOROXIDE TOEVOEGEN	221
COMBINATIESTOOK – RAUW GLAZUREN	183		
TRANSFERSTOOK	184	GLAZUURLIMIETEN	221
UITLADEN	184	ONTWERPEN VAN NIEUWE GLAZUREN OP BASIS	
		VAN EEN SEGERFORMULE	223
WARMTEARBEID	185		
KEGELS	185	DEEL 8: PROBLEMEN HERKENNEN EN OPLOSSEN	226
Nummering op kegels	185	PROBLEMEN MET GLAZUREN IN HET ATELIER	227
Small, large en self-supporting cones	186	VISCOSITEITSPROBLEMEN	227
Kegelkeuze	186	Mijn glazuur lijkt wel kwark	227
Kegels in de oven plaatsen	186	Mijn glazuur is veel te lopend	228
Kegels lezen	187	HARDPANNING	228
Kegels versus temperatuur	187	PROBLEMEN MET KWASTBAARHEID	229
Kegels interpreteren en aanpassingen doen	189	SLECHTE GEURTJES	229
RINGEN	190	POTTEN BLIJVEN HEEL LANG NAT NA HET GLAZUREN	229
Diameter	190	BARSTJES IN HET GLAZUUROPPERSVLAK VOOR DE STOOK	230
Temperatuurverschillen opsporen	190		
De ringen plaatsen	191	STOOKGERELATEERDE PROBLEMEN	230
Ringen meten	191	BLAASVORMING	230
CONCLUSIE	192	EXPLOSIE	231
		BREUK	232
DEEL 7: WE DUKEN DIEPER	194	Faseveranderingen van silica	232
		Relevant voor klei en glazuur?	233
INLEIDING TOT DE SEGERFORMULE OF UMF	195	AFDRUIPEND GLAZUUR	233
ATOOMMASSA	196		
MOL	196		

MATTE TEXTUUR BIJ EEN GLANZEND GLAZUUR	234
SINAASAPPELHUID EN SPELDENPRIKKEN	234
WATERABSORPTIE	235
GLAZUUR- EN KLEI GERELATEERDE PROBLEMEN	236
SINAASAPPELHUID EN SPELDENPRIKKEN	236
AFDRUIPEND GLAZUUR	238
WEGKRUIPEN	239
HAARSCHEUREN	240
AFSPRINGEN	242
BESTEKSPOREN	242
DEEL 9: BASISGLAZUREN	245
CaG	246
ZnG	247
MgG	248
BaG	249
SrG	250
CaZnG	251
KristalG	252
MgM	253
SrM	254
LiM	255
BIJLAGE	256
Molaire massa van veelvoorkomende keramische oxiden	256
Limieten	256
Boodschappenlijstje	257
Orton cone chart	258
Invultabellen	259
Gridmethode	263
Driehoekmethode	264
Multimengmethode	265
Tabel Van Mendeljev	266
REFERENTIES	267
DANKWOORD	269



THE PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

DE BASIS

WAT IS GLAZUUR?

Je kocht dit boek of kreeg het cadeau. Je bent dus vermoedelijk keramist, pottenbakker, klei- en/of glazuurliefhebber of je bent van plan het te worden. Je hebt misschien al (veel) kennis, mogelijk glazuurde je al eens of misschien doe je het binnenkort. Je houdt sowieso dagelijks geglazuurd serviesgoed in je handen. Je weet dus wellicht wel wat glazuur is. Toch is het nuttig om onze reis te beginnen bij de basis. Wat is glazuur?

EEN GLASACHTIGE LAAG DIE KERAMIEK BEDEKT

Glazuur is de glasachtige laag die keramiek bedekt. Het bestaat uit drie belangrijke basiscomponenten die in bepaalde verhoudingen aanwezig moeten zijn om goed uit te smelten. Glazuur zal onder invloed van warmte, in de juiste omstandigheden, uitsmelten op een stuk keramiek en er bij het afkoelen onlosmakelijk aan verbonden worden.



DE VLOEISTOF IN EMMERS OF POTJES IN JOUW ATELIER

De term glazuur wordt zowel gebruikt om het glanzende oppervlak van jouw favoriete ontbijtkom te beschrijven als de vloeistof, ook wel suspensie genoemd, die in emmers of potjes in jouw atelier staat.



HET WITTE, ZOETE GOEDJE

Daarnaast wordt het witte, zoete goedje dat ik over mijn kaneelbroodjes giet, ook glazuur genoemd. Als je naar dat laatste op zoek bent, is dit helaas niet het juiste boek voor jou! Geef het weg aan een bevriende keramist en zoek een leuk kookboek uit. Niets wat je in dit boek vindt, kan je opeten, hoe verleidelijk het er soms ook uit ziet.

WAAROM GLAZUREN WE?

Er zijn verschillende redenen te bedenken waarom je glazuur op keramiek aanbrengt.

HYGIËNE

Een (volledig) geglazuurd werkstuk is hygiënisch. Het oppervlak is gladder dan dat van ongeglazuurde keramiek, waardoor je het gemakkelijker afwast, zowel met de hand als in de vaatwasser. Daarnaast is ook decoratief werk handiger schoon te maken als er een glazuurlaag omheen zit. Stof en vuil verwijder je gewoon gemakkelijker van een geglazuurd oppervlak dan van ongeglazuurde klei.

Er bestaan kleisoorten zonder chamotte, kleine gebakken kleipartikels die kleikrimp verminderen en stevigheid geven, die zelfs als ze heel fijn worden afgewerkt, toch nog kleine poriën en oneffenheden vertonen. Glazuur vangt dit probleem op. Zelfs matte glazuren, die toch heel wat meer textuur hebben dan glanzende glazuren, zijn beter geschikt om af te wassen dan ongeglazuurd werk en dus hygiënischer.



STEVIGHEID

Geglazuurd werk is steviger dan ongeglazuurd of halfgeglazuurd werk. De voorwaarde hiervoor is wel dat het een "foutenvrij" glazuur betreft. Er mogen geen haarscheurtjes (zie deel 8 "Problemen herkennen en oplossen") in zitten want dan krijg je het omgekeerde effect.

Enkel de binnenkant van een pot glazuren, geeft minder stevigheid dan wanneer je zowel de binnen- als buitenkant glazuurt.

ESTHETIEK

Schoonheid is wellicht de belangrijkste reden om werk te glazuren. Je drukt je eigen esthetische stempel op een werkstuk. Keramiek krijgt op die manier een totaal andere uitstraling. Je kiest voor één of verschillende kleuren, al dan niet overlappend. Je kan ook werken met patronen zoals strepen of bolletjes. Zelfs schilderen met glazuur is een optie. De mogelijkheden zijn werkelijk eindeloos.

WATERDICHTHEID

Hoewel waterdichtheid vaak aangehaald wordt als een belangrijke reden om glazuur te gebruiken, is het niet het glazuur dat een pot waterdicht maakt. Het zijn de klei en de baktemperatuur die bepalen of een voorwerp al dan niet waterdicht zal zijn. Een glazuur kan helpen om een stuk meer waterdicht te maken maar zal niet voorkomen dat er water geabsorbeerd wordt indien de klei niet op een voldoende hoge temperatuur gebakken is (zie verderop in dit deel en deel 5 "Consistent goede resultaten behalen").



SOORTEN KLEI EN BIJBEHOREND GLAZUUR

Als je pas in de wondere wereld van keramiek en glazuur duikt, kom je al heel snel termen zoals "aardewerk", "steengoed" en "porselein" tegen. Ze staan op verpakkingen van klei, op potjes kant-en-klaar glazuur en op zakken poederglazuur.

Toen ik pas begon met keramiek waren die termen volstrekt onduidelijk voor mij. Ik wist niet welke klei ik moest gebruiken, laat staan welk glazuur er bij die klei hoorde.

Klei wordt meestal twee keer gebakken. De eerste stook (biscuitstook of ruwbak), maakt van klei keramiek. De tweede stook, meestal op een hogere temperatuur dan de eerste, is de glazuurstook (ook wel gladbrand of glazuurbak genoemd). Ook dat leerde ik pas toen ik al volop met mijn handen in de klei (welke, dat wist ik toen nog niet) zat. Ik verduidelijk hier hoe het zit met die verschillende kleisoorten.

AARDEWERK (-KLEI OF -GLAZUUR)

Aardewerk is klei die op "lage" temperaturen gebakken wordt. De maximum stooktemperatuur voor aardewerkklei is doorgaans 1180°C of smeltkegel 5 (zie deel 6 "Ovens, temperatuur en warmtearbeid"). Dat lijkt erg heet maar in keramiektermen is dat absoluut niet het geval. Doorgaans ligt de baktemperatuur voor de glazuurstook van aardewerkklei ergens tussen 1000°C en 1180°C. Veel keramisten die aardewerk stoken doen dat rond 1080°C of smeltkegel 04.



Vaas gedraaid met rode aardewerkklei. Dit stuk werd enkel biscuit gebakken, waardoor de initieel okergele klei een mooie rode kleur krijgt. Deze kleur wordt donkerder rood na glazuurbak. Hoe warmer er gestookt wordt, hoe donkerder de kleur.

Voor- en nadelen

Aardewerkklei wordt vaak geassocieerd met terracotta, klei in de typische rode kleur die gebruikt wordt voor de productie van bloempotten. Laat je niet misleiden, aardewerkklei kan ook witbakkend zijn. Aan de kleur van de klei (gebakken of ongebakken) kan je meestal niet beoordelen wat voor soort het is. Veel industrieel serviesgoed wordt in aardewerkklei vervaardigd. De klei is niet duur en het stoken op lage temperatuur is goedkoper qua energiekosten.

Naast bovenstaande voordelen zijn er ook nadelen verbonden aan het gebruik van aardewerkklei.

Aardewerkklei blijft meestal poreus na het bakken. Dat wil zeggen dat keramiek, vervaardigd uit dit soort klei, water kan opnemen. Voor gebruiksgoed zoals borden, kopjes en vazen is dit een groot nadeel. Bij het afwassen van serviesgoed of het gebruik van een vaas wordt immers water opgezogen. Dit zorgt voor onhygiënische omstandigheden zoals bacteriële groei en schimmelvorming. Het geeft ongewenste waterkringen op het aanrecht of de kast, waar de pot heeft gestaan. Daarnaast kan het bij intensief gebruik ook zorgen voor haarscheuren in het glazuur.

Aardewerk is minder sterk dan andere soorten klei, omdat het niet of nauwelijks verglaasd is. Verglazen (Engels: vitrification) is het proces waarbij vrij kwarts of silica (zie verderop in dit deel) in de klei smelt en de poriën tussen de kleideeltjes, ook wel kleipartikels genoemd, vult. Hierbij beginnen die kleideeltjes ook te smelten en hangen ze beter aan elkaar vast, met nog maar heel weinig ruimte tussen de verschillende partikels. Hoe hoger de stooktemperatuur, hoe meer verglazing en hoe sterker het eindproduct. Een volledig verglaasd stuk wordt echter bros en breekbaar. Bij aardewerkklei (in tegenstelling tot steengoed, zie verder) is er een heel nauwe grens tussen een sterk werkstuk en een extreem bros stuk. Daarom wordt aardewerkklei niet tot het verglazingspunt gebakken en blijft het steeds (een beetje) poreus en is het minder sterk dan steengoed- en porseleinklei.

STEENGOED (-KLEI OF -GLAZUUR)

Steengoedklei wordt doorgaans gestookt op temperaturen boven 1200°C, vanaf smeltkegel 5½. Het temperatuurbereik ligt meestal tussen 1200°C en 1300°C. Steengoedklei onderscheidt zich van aardewerkklei door de mogelijkheid om (grotendeels) te verglazen over een groot temperatuurbereik zonder bros te worden. Dit zorgt ervoor dat steengoedklei een lage porositeit heeft

en dus weinig water absorbeert (op voorwaarde dat het op een voldoende hoge temperatuur gestookt wordt). Dit heeft vele voordelen zoals hierboven beschreven.



Witte steengoedklei wordt gevormd op de draaischijf.

PORSELEIN (-KLEI OF -GLAZUUR)

Porselein is klei die volledig verglaasd kan worden, waardoor het een lichtdoorlatend, zeer wit uiterlijk krijgt. Meestal moet porselein op temperaturen boven de 1300°C (vanaf smeltkegel 10) worden gebakken om bovenstaande eigenschappen te verkrijgen, al zijn er soorten die eerder in steengoedbereik gestookt worden. De meeste steengoedglazuuren doen het eveneens goed op porseleinklei.



Vloeibare porselein, ook wel gietporselein genoemd, wordt in een gipsen mal gegoten. De mal wordt nadien uitgegoten waarbij een dunne laag porselein achterblijft. Na drogen wordt de mal voorzichtig verwijderd en kan het stuk verder afgewerkt worden.

KEN JE KLEI

Alvorens je nog maar aan glazuuren kan denken, is het echt belangrijk te weten met welke soort klei je werkt of wilt gaan werken. Dit bepaalt, zoals hierboven beschreven, wat voor glazuur je nodig hebt en binnen welk temperatuurbereik je moet stoken. Klei en glazuur horen samen.

Een aardewerkglazuur is een glazuur dat geschikt is voor het gebruik op aardewerkklei. Het moet in staat zijn om uit te smelten op lage stooktemperaturen. Een glazuur dat een te hoog smeltpunt heeft (steengoedglazuur), kan niet gebruikt worden op aardewerkklei. Het zal immers niet of weinig uitsmelten en onbruikbaar werk opleveren. Indien zo'n glazuur wel uitsmelt door de baktemperatuur te verhogen, zal de aardewerkklei dat eveneens doen. Dit proces start met blaasvorming (zie deel 8 "Problemen herkennen en oplossen") en eindigt met een onherkenbaar gestold plasje klei in de oven. Geen aanrader!

Steengoedklei daarentegen heeft een steengoedglazuur nodig dat uitsmelt binnen het temperatuurbereik

van 1200°C tot 1300°C. Een aardewerkglazuur op steengoedklei gebruiken is eveneens geen goed idee. Het glazuur zal zo hard uitsmelten op de hoge stooktemperaturen, dat het van het werkstuk afdruipt. Daarnaast kunnen ook andere glazuurfouten zoals speldenprikken en kraters ontstaan (zie deel 8 "Problemen herkennen en oplossen").

Zorg er dus voor dat je altijd weet met welke klei je werkt alvorens je een glazuurstook start!

Alle recepten achteraan in dit boek zijn steengoed recepten die idealiter op smeltkegel 7 gestookt worden. Dat komt overeen met een temperatuur ergens tussen 1200°C en 1240°C. Welke temperatuur je moet instellen om op smeltkegel 7 te stoken hangt af van heel veel variabelen zoals het type oven, de leeftijd van de spiralen, de stookcurve en de isolatie van de oven. Je leest er alles over in deel 6 "Ovens, temperatuur en warmtearbeid". De meeste glazuurstalen die je in dit boek terugvindt, zijn op smeltkegel 7 gestookt, tenzij anders vermeld.

Genoeg over klei nu, terug naar het glazuur.

DE BASISBOUWSTENEN VAN ELK GLAZUUR

Elk glazuur bestaat voor het grootste deel uit delfstoffen, afkomstig uit mijnen of steengroeven. Het zijn specifieke gesteenten die heel fijn vermalen worden. Om glazuren te begrijpen, moeten we dieper kijken naar de atomen en moleculen die in die grondstoffen aanwezig zijn. Nagenoeg elk glazuur (zowel voor aardewerk, steengoed als porselein) bestaat uit drie basisbouwstenen of componenten. Deze komen in elk glazuurrecept terug. Ze zijn dus noodzakelijk voor de opbouw van een glazuur. Om deze componenten te leren kennen en glazuren te begrijpen, moeten we in de wereld van chemie duiken. Chemie is voor vele liefhebbers van klei niet direct het favoriete onderwerp. We kunnen er echter niet omheen.

We gaan in dit hoofdstuk verder en dieper in op die bouwstenen. Dit is belangrijk om grondstoffen waaruit glazuren zijn opgebouwd te begrijpen. Hoe beter je de verschillende componenten kent, hoe makkelijker je de grondstoffen kan categoriseren en hoe sneller je glazuurrecepten begrijpt. De kennis die in dit hoofdstuk wordt meegegeven is essentieel om verder aan de slag te gaan met glazuren. Het is dus beter om het niet zomaar over te slaan!

Gelukkig gaan we niet echt diepzeeduiken maar

snorkelen we eerst wat aan de oppervlakte. Daar in het ondiepe water kunnen we ook al heel wat moois ontdekken. Ga je mee?

SNELCURSUS CHEMIE VOOR KERAMISTEN

In de volgende hoofdstukken kan ik niet anders dan enkele termen uit de chemie gebruiken. Niet iedereen heeft chemie of scheikunde gekregen op school. Sommigen kregen het wel maar worden nog steeds geteisterd door nachtmerries uit die tijd. Daarom leg ik graag een aantal basisbegrippen uit zonder in nutteloze details te treden. De bedoeling is om net voldoende termen uit te leggen zodat je niet gillend wegloopt bij het lezen van de volgende delen van dit boek.

Atoom

Een atoom, ook wel element genoemd, is de kleinste bouwsteen waaruit de wereld om ons heen is opgebouwd. Er zijn 118 atomen bekend die in de tabel van Mendeljev, ook wel het Periodiek Systeem der Elementen genoemd, opgenomen zijn.

De tabel van Mendeljev (zie onderstaande figuur en achteraan als uitneembare bijlage in dit boek) is meer dan 150 jaar oud maar tot op de dag van vandaag relevant. Ook in dit boek verwijs ik ernaar. Van de 118 atomen zijn er zo'n twintigtal echt belangrijk voor keramisten. Het valt al bij al dus nog mee!

Atomen worden altijd genoteerd met een hoofdletter, soms gevolgd door een kleine letter. Elk atoom heeft een atoomnummer. De atomen zijn in de tabel van Mendeljev geordend in kolommen. Die kolommen worden groepen

The image shows a standard periodic table of elements. A callout box for Silicon (Si) is highlighted, showing its atomic number (14) and atomic mass (28,085). The table is color-coded by groups: Alkali metals (blue), Alkaline earth metals (green), Transition metals (yellow), Other metals (orange), Non-metals (purple), Noble gases (pink), Lanthanides (light blue), and Actinides (light red).

tabel van Mendeljev

genoemd. De eerste twee groepen zijn bijzonder relevant voor ons als keramist. Ze heten "alkalimetalen" en "aardalkalimetalen". Ook andere groepen zijn belangrijk. Zo staan bijna alle kleuren die voor ons als keramisten van belang zijn, in de groep "transitiemetalen".

Een atoom bestaat uit protonen, neutronen en elektronen. Die laatste wegen, ten opzichte van de protonen en de neutronen verwaarloosbaar weinig. Dit gewicht is belangrijk en komt uitgebreid aan bod in deel 7 "We duiken dieper".

Een voorbeeld van een atoom uit de tweede kolom, de aardalkalimetalen, is calcium. Dat schrijven we zo: "Ca".

Molecule

Atomen gaan verbindingen met elkaar aan om in evenwicht te zijn. Op zichzelf zijn de meeste namelijk niet stabiel. Op het type verbindingen gaan we niet in. Dat is niet nodig om dit boek te kunnen begrijpen. Het is vooral belangrijk om te weten dat, wanneer atomen verbindingen met elkaar aangaan, moleculen gevormd worden. Ze bestaan uit meerdere atomen. Dat kunnen atomen van dezelfde soort zijn, meestal gecombineerd met nog andere. Het nummertje achter een atoom beschrijft hoeveel van dat atoom er in zo'n molecule zit.

Een voorbeeld is de glazuurgrondstof krijt. De chemische formule daarvan is CaCO_3 . We spreken dit uit als calciumcarbonaat. We vinden in deze molecule dus één calcium atoom terug (Ca), één koolstofatoom (C) en drie zuurstofatomen (O).

Carbonaat

Moleculen die eindigen op een CO_3 groep noemen we carbonaten. In de glazuurchemie zijn er verschillende glazuurgrondstoffen die zo'n groep hebben.

Krijt, CaCO_3 , is daar een perfect voorbeeld van.

Oxide

Moleculen die één of meerdere zuurstofatomen bevatten, worden oxiden genoemd. Sommige glazuurgrondstoffen zijn als grondstof reeds oxiden, bijvoorbeeld zinkoxide (ZnO) of koperoxide (CuO). Andere zijn beschikbaar in de carbonaatvorm, zoals bijvoorbeeld krijt.

Gebakken glazuren zijn altijd complexe, wanordelijke mengsels van oxiden. Grondstoffen die starten als een carbonaat, zoals bijvoorbeeld krijt of calciumcarbonaat, vallen onder invloed van warmte uiteen tot:



Het calciumoxide CaO blijft over in het gebakken glazuur. De CO_2 heeft de oven al lang voor het einde van het bakproces verlaten (rond 700°C) als het gekende broeikasgas.

WAT IS SMELTEN?

Vooraleer we verder in componenten en grondstoffen gaan graven, moeten we eerst deze basisvraag beantwoorden: wat is smelten?

Smelten is niets anders dan het verbreken van moleculaire verbindingen onder invloed van de warmte in de keramiekoven. Een glazuur is een complex geheel van vele verschillende chemische verbindingen, waar je later meer over te weten zult komen. In een glazuur bestaat er niet zoiets als één smeltpunt. Een glazuur heeft een smeltbereik. Glazuren die pas aangebracht zijn op een werkstuk starten hun reis in de oven als poederachtige, vaste stoffen. Tijdens de stook neemt de viscositeit (stroperigheid; honing is een viskeuze vloeistof maar water is dat bijvoorbeeld niet) af tot de vaste glazuurgrondstoffen een vloeistof worden en in theorie alle vaste deeltjes opgelost zijn in die vloeistof. Hoe meer chemische verbindingen verbroken worden onder invloed van de verschillende oxiden in het mengsel en de hitte in de oven, hoe minder viskeus het glazuur wordt. Dat laatste is met een korreltje zout te nemen. Glazuren zijn op toptemperatuur in de oven theoretisch een vloeistof, maar in de praktijk zijn ze extreem viskeus, vele malen dikker dan honing. Indien de oven niet uitgeschakeld wordt, zal het glazuur blijven smelten tot het uiteindelijk zo vloeibaar wordt dat het van de pot druipt op de ovenplaat met alle gevolgen van dien.

Hieronder volgt een overzicht van de drie basiscomponenten, waaruit nagenoeg elk glazuur bestaat en die, onder invloed van hitte, zullen smelten in de oven.

GLASVORMER

De eerste basiscomponent in een glazuur is de glasvormer. Deze is in staat om chemisch een glas te vormen. Glas is een niet-kristallijne vaste stof. Het is eigenlijk niets anders dan een chemisch ongeorganiseerde (= niet-kristallijn = amorf) warboel van moleculen die niet de tijd krijgen om zich tijdens de afkoelfase weer netjes te organiseren in een rooster. Glas ontstaat dus door de "snelle" afkoeling van de zeer viskeuze vloeistof tot een vaste stof.

Er bestaan veel verschillende soorten glas maar voor glazuren zijn slechts twee glasvormers echt belangrijk. Dat zijn silica = SiO_2 en boor = B_2O_3 . Hierbij is silica (ook kwarts genoemd) steeds de primaire glasvormer. Dat wil zeggen dat die altijd aanwezig is in een glazuur. Boor kan aanwezig zijn, maar dat is optioneel. Verderop in dit deel meer hierover.

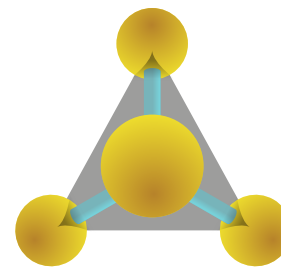
De glasvormer is uitermate belangrijk in een glazuur. Zonder een glasvormer bestaat er geen glas en dus ook geen glazuur. Je kan dus onmogelijk glazuren maken zonder het toevoegen van deze component.

Silica

Silica of kwarts is de belangrijkste glasvormer in glazuren. Chemisch schrijven we kwarts op deze manier: SiO_2 . Een siliciumatoom is verbonden met twee zuurstofatomen. Deze molecule bestaat echter niet op zichzelf in de natuur.

Silicium is een klein atoom met ruimte om zich te omringen door vier zuurstofatomen. De zuurstofatomen omarmen het kleine silicium als het ware en zitten er gezellig met zijn vieren rond. Deze molecule heet een silica tetraëder en ziet eruit zoals een piramide waarbij de zuurstofatomen op de hoeken zitten en het siliciumatoom lekker verstopt zit in het midden.

Die zuurstofatomen zijn echter niet gelukkig met maar één siliciumatoom om aan te binden. Ze hebben namelijk allemaal plek voor twee vriendjes in plaats van één. Daarom zoeken ze nog een extra siliciumatoom om aan te binden, dat op zijn beurt weer drie andere zuurstofatomen zoekt. De 3D-structuur van silica is dus uitgebreid en complex.



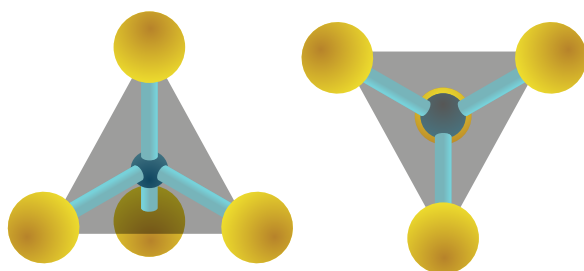
BOVENAANZICHT

De 3D-structuur van één silica tetraëder met vier zuurstofatomen (kleur geel) rond één kleiner siliciumatoom (kleur blauw). Deze piramidevorm met driehoekig grondvlak is de basisbouwsteen van kwarts. Het komt niet in deze vorm voor in de natuur omdat het niet stabiel is. De zuurstofatomen hebben namelijk nog ruimte om aan een ander, geschikt atoom te binden.

De hierboven beschreven situatie is die van niet-gesmolten kwarts, die zich netjes heeft georganiseerd in een rooster. Wanneer de oven opgestookt wordt, gaat silica, samen met de rest van de glazuurgrondstoffen, over van vaste naar vloeibare vorm. In deze dikke vloeistof zijn de verbindingen tussen de moleculen verbroken en kan er geen duidelijke moleculaire structuur meer onderscheiden worden. Een afgekoeld glazuur is een ongeorganiseerd netwerk van siliciumatomen en zuurstofatomen (waarin nog vele andere atomen en moleculen huizen zoals de fluxen en de stabilisator, zie verderop in dit deel). Precies die chaos is belangrijk in de definitie van glas en glazuur! Tijdens het opstoken smelten steeds meer grondstofpartikels in het glazuur. In een ideale wereld zijn ze op toptemperatuur allemaal in oplossing. Bij het afkoelen wordt het mengsel al snel zo dik en stroperig, dat de atomen niet de tijd krijgen om zich weer netjes te organiseren in een mooie roosterstructuur, zoals dat het geval was voor de stook. Mochten ze dit wel kunnen, dan zou er geen glas gevormd worden maar een kristal. Die amorfe, chaotische structuur van kwarts na afkoeling maakt dat kwartsglas eigenlijk eigenschappen heeft van een vloeistof, maar toch een vaste stof is.

Kwarts of silica is overvloedig aanwezig in onze aardkorst. Ongeveer 27% van het aardoppervlak bestaat uit één of andere vorm van silicium. Je kan het terugvinden in vele mineralen en gesteenten.

Omdat glazuren vooral bestaan uit gemalen steentjes, vinden we ook silica terug in veel glazuurgrondstoffen. Je krijgt het vaak cadeau in je glazuurrecept door het toevoegen van bepaalde grondstoffen. Je herkent de glasvormer silica in een grondstof door naar de



VOORAANZICHT

ONDERAANZICHT

chemische analyse te kijken. Hierover later meer (zie deel 7 "We duiken dieper").

Zuiver silica of kwarts heeft een hoog smeltpunt van ongeveer 1700°C. Mocht je een keramiekoven bezitten, kijk dan maar eens hoe hoog je die kunt instellen. Je komt gemakkelijk 400°C tekort om silica in zuivere vorm te kunnen smelten.

Booroxide

Zoals hierboven reeds kort vermeld, bestaat er naast de primaire glasvormer silica, nog een andere: booroxide. Chemisch schrijven we dit zo: B_2O_3 .

Booroxide is anders dan silica, omdat het op een veel lagere temperatuur (570°C - 600°C) kan smelten. Hierdoor heeft deze glasvormer ook belangrijke smeltpuntverlagende eigenschappen. Het wordt ook wel een lage-temperatuur glasvormer genoemd.

Booroxide wordt vaak gebruikt om steengoedglazuren te maken aan de lage kant van het steengoedspectrum (1200°C - 1230°C). Daarnaast is het ook erg nuttig in aardewerkglazuren. Die worden doorgaans met het toxische loodoxide gemaakt, een prima smeltmiddel. Meer en meer wordt lood in aardewerkglazuren vervangen door booroxide. Op die manier verkrijgt men een glazuur dat smelt op aardewerktemperaturen.

Booroxide zal je zelden of nooit terugvinden bij de klassieke hoge temperatuur steengoedglazuren of porseleinglazuren. Dat komt omdat deze glazuren onder invloed van hoge temperaturen (1280°C - 1300°C) voldoende kunnen smelten, zonder toevoeging van de lage temperatuur glasvormer booroxide. Het is dus overbodig. Meer nog, het zou glazuurfouten zoals druipen (zie deel 8 "Problemen herkennen en oplossen") geven en het glazuur minder hard, resistent en duurzaam maken.

STABILISATOR

Alumina

De stabilisator is een tweede component die in nagenoeg elk glazuur aanwezig is. De enige stabilisator is aluminiumoxide (Al_2O_3), meestal kortweg alumina genoemd. Alumina is noodzakelijk in de meeste glazuren. Het verhoogt de viscositeit van het glazuur op hoge temperaturen en voorkomt zo dat het glazuur van de pot stroomt tijdens het bakken. Daarnaast is alumina ook een belangrijke speler om glazuren harder te maken. Het vormt samen met silica een netwerk in het glazuur. Alumina wordt in vakliteratuur ook wel een intermediair genoemd. Alumina op zichzelf heeft een ontzettend hoog smeltpunt van iets meer dan 2000°C.

SMELTPUNTVERLAGER OF FLUX

De derde en laatste component die noodzakelijk is voor het creëren van welk glazuur dan ook, is de smeltpuntverlager. Smeltpuntverlagers of fluxen doen wat de naam zegt: ze verlagen het smeltpunt van een glazuur, zodat het op haalbare temperaturen kan smelten in keramiekovens. Zoals je hierboven al kon lezen, liggen die temperaturen voor de meeste glazuren tussen 1000°C en 1300°C. Het verhaal wordt hier complexer, omdat er veel verschillende smeltpuntverlagers zijn, die zich laten onderverdelen in twee grote groepen.



lithium
3
Li
6,94

Alkalimetalen

De eerste groep smeltpuntverlagers zijn de alkalimetalen, die zich in de eerste kolom van het Periodiek Systeem der Elementen of de tabel van Mendeljev bevinden.

natrium
11
Na
22,990

Als alkalimetalen verbindingen aangaan met zuurstof worden ze oxiden genoemd. De alkalimetalen worden door keramisten vaak de R_2O groep genoemd, waarbij R voor eender welk atoom kan staan. Dat komt omdat er altijd twee atomen uit de alkalimetalen groep gebonden zijn met één zuurstofatoom binnen deze groep. De alkalimetalen zijn de krachtigste smeltpuntverlagers, omdat ze heel graag reageren met

zuurstof en verbindingen met dat atoom willen aangaan. Hiervoor breken ze verbindingen, zoals die tussen silicium en zuurstof, om die zuurstofatomen voor zichzelf te houden. Het verbreken van chemische verbindingen onder invloed van warmte is smelten, zoals hierboven reeds beschreven.

Er zijn drie alkalimetalen die voor keramisten interessant zijn:

- > lithiumoxide (Li_2O)
- > natriumoxide (Na_2O)
- > kaliumoxide (K_2O)

Ze worden soms apart, soms gezamenlijk gebruikt in een glazuur. Lithiumoxide is een schaars en gewild product, omdat het onder andere gebruikt wordt in de batterijindustrie. Hierdoor is het een duur alkalimetaal. Het heeft zeer sterke smeltpuntverlagende eigenschappen. De twee andere alkalimetalen natrium- en kaliumoxide komen frequenter voor en zijn daardoor ook goedkoper. Deze laatste twee zijn eveneens prima smeltpuntverlagers. Het overdadig gebruik van natrium- en kaliumoxide kan haarscheuren (een glazuurfout, zie deel 8 "Problemen herkennen en oplossen") in de hand werken.

In bijna elk glazuur wordt er één of meerdere R_2O -fluxen toegevoegd. Dit is nodig om het smelten van het glazuur op gang te brengen zonder de temperatuur op te drijven.

magnesium
12
Mg
24,305

zink
30
Zn
65,38

calcium
20
Ca
40,078

Aardalkalimetalen

De tweede groep smeltpuntverlagers is die van de aardalkalimetalen, die zich in de tweede kolom van het Periodiek Systeem der Elementen of de tabel van Mendeljev bevindt. Deze aardalkalimetalen worden ook wel RO-fluxen genoemd, omdat telkens één atoom (R) een verbinding aangaat met één zuurstofatoom.

strontium
38
Sr
87,62

De RO-fluxen zijn uitermate belangrijk in een glazuurrecept. Ze zijn doorgaans minder krachtig dan de alkalimetalen en nemen pas deel aan het smeltproces vanaf een hogere temperatuur. De aardalkalimetalen bepalen voor een groot deel hoe een kleur (afkomstig van een kleurend oxide, zie verderop in dit deel) tot uiting komt in een glazuur. Afhankelijk van welk aardalkalimetaal je gebruikt, of de combinatie ervan, krijg je een andere glazuurkleur. Zelfs met dezelfde kleurende oxiden, in vergelijkbare hoeveelheid, zien glazuren met verschillende aardalkalimetalen er helemaal anders uit. Voorbeelden hiervan komen verderop in dit deel van het boek aan bod, zie "Kleur in je leven".

Er zijn vier aardalkalimetalen die voor keramisten interessant zijn:

- > calciumoxide (CaO)
- > magnesiumoxide (MgO)
- > bariumoxide (BaO)
- > strontiumoxide (SrO)

Daarnaast behoort ook berylliumoxide (BeO) tot deze groep. Dat wordt echter nog maar weinig gebruikt omdat het erg giftig is en daarom bespreek ik het niet in dit boek.

Keramisten voegen ook graag zinkoxide (ZnO) toe aan de lijst met RO-fluxen. Chemisch gezien is zink helemaal geen aardalkalimetaal maar een transitiemetaal. Toch heeft zinkoxide in glazuren een vergelijkbare werking als de aardalkalimetalen. Vandaar dat het vaak in dezelfde groep ondergebracht wordt.

Ook loodoxide (PbO) wordt bij de RO-fluxen ingedeeld. Loodoxide is eveneens een zeer krachtig smeltmiddel, dat vooral in het verleden graag gebruikt werd in aardewerkglazuren. Het is ideaal om deze glazuren op lage temperaturen te laten smelten. Loodoxide is in zuivere vorm bijzonder giftig en mag niet meer verkocht worden. Loodoxide wordt nog wel gebruikt in glazuren in de vorm van frittes (zie verderop in dit deel). Het wordt, mede door strenge regelgeving, steeds minder gebruikt door pottenbakkers en keramisten die gebruiksgoed maken. Er zijn goede alternatieven voor lood als sterke flux, zoals het gebruik van booroxide. Ik vermeld het graag voor de volledigheid in dit boek maar ik gebruik het zelf niet in glazuurrecepten.

De aardalkalimetalen zijn belangrijke smeltpuntverlagers waarvan er in nagenoeg elk glazuurrecept minstens één aanwezig is. Een glazuur bestaat dus meestal uit zowel R_2O - als RO-flux(en).

Het eutectisch punt

Het dalen van de smelttemperatuur van een glazuur onder invloed van smeltpuntverlagers is een niet-lineair proces. Het is dus niet zo dat het toevoegen van een smeltpuntverlager het smeltpunt van een glazuur blijft verlagen. Dat zou simpel zijn, maar helaas is het verhaal veel complexer. Er bestaat een ideale verhouding tussen de glasvormer, de stabilisator en de smeltpuntverlager om een optimaal (lees: zo laag mogelijk) smeltpunt te bereiken. Dat optimale punt heet het eutectisch punt. Het eutectisch punt kan lager liggen dan het smeltpunt van de verschillende stoffen apart. Een simpel voorbeeld moet dit duidelijk maken.

Stel dat we een mengsel maken van silica en alumina, de glasvormer en stabilisator. Beide hebben een uitermate hoog smeltpunt van respectievelijk 1710°C en 2027°C. Als we ze samenvoegen in een verhouding van 90% silica en 10% alumina, bereiken we het eutectisch punt voor die twee oxiden. Dat ligt op 1545°C. Dat is nog steeds hoog, maar wel veel lager dan de beide oxiden afzonderlijk!

Bovenstaand voorbeeld levert geen bruikbaar glazuur op. Een smeltpunt van 1545°C is namelijk niet haalbaar in een gewone keramiekoven. Het eutectisch punt van een glazuurmengsel kan bereikt worden door de componenten van een glazuur (glasvormer, stabilisator en smeltpuntverlager) in een goede verhouding ten opzichte van elkaar toe te voegen.

Eutectische punten met drie componenten worden weergegeven in fase-diagrammen (zie figuur). Dat zijn complexe grafische voorstellingen in de vorm van een driehoek. In elk hoekpunt wordt een stof weergegeven bijvoorbeeld de glasvormer silica (SiO_2), de stabilisator alumina (Al_2O_3) en de smeltpuntverlager calciumoxide (CaO). De verhouding tussen die drie verschillende componenten wordt in zo'n fase-diagram weergegeven maar ook het smeltpunt van de, in die verhouding, gevormde stof.

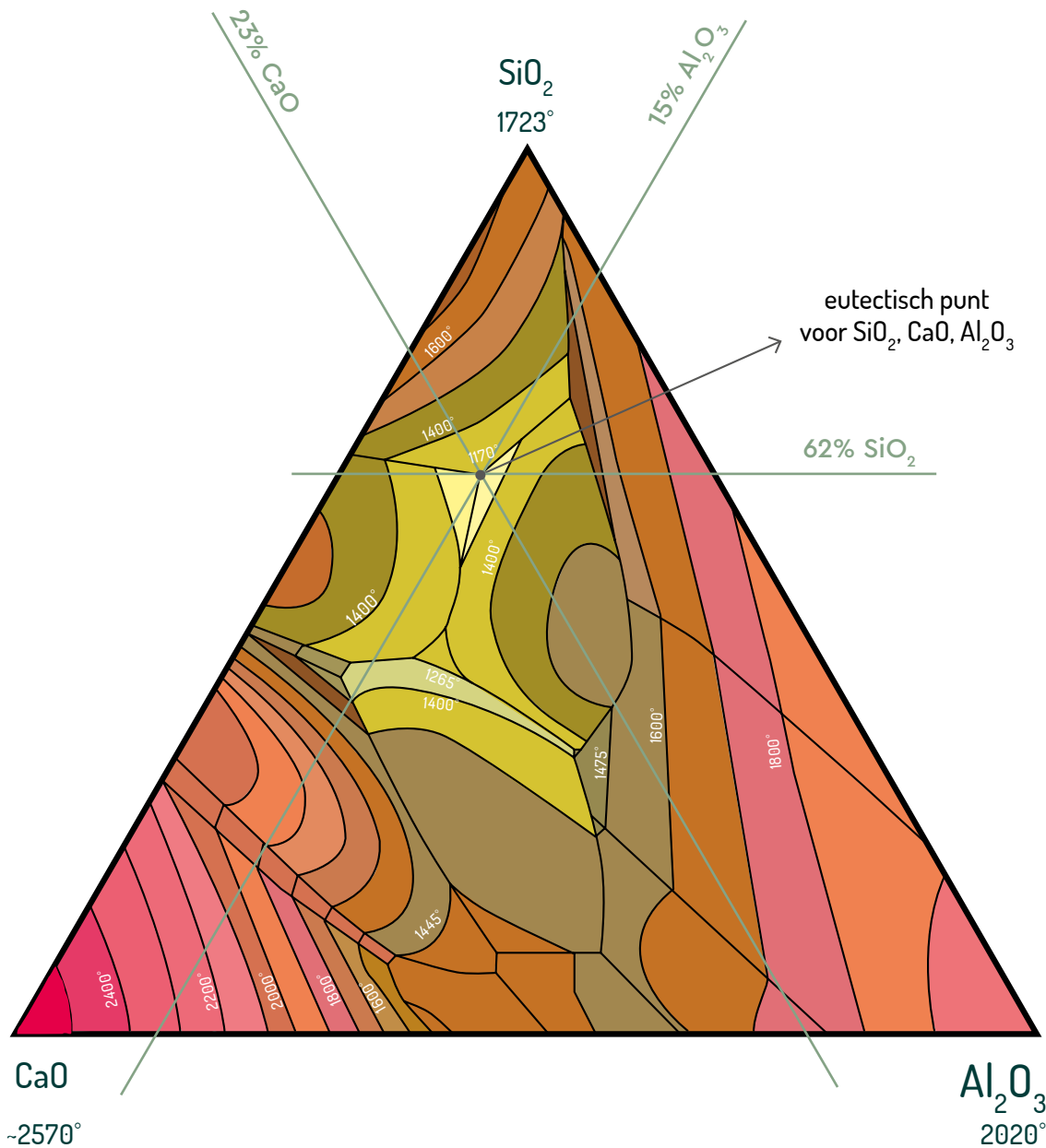
Het eutectisch punt voor de drie componenten (SiO_2 , Al_2O_3 en CaO) uit ons voorbeeld ligt op 1170°C. Om dit smeltpunt te bereiken moet er 62% silica, 15% alumina en 23% calciumoxide aanwezig zijn. Meer calciumoxide toevoegen, zal het eutectisch punt niet doen zakken, integendeel! Die drie componenten samen kunnen niet op een lagere temperatuur smelten dan 1170°C. De verhoudingen tussen de drie componenten aanpassen zal altijd resulteren in een hoger smeltpunt.

Fase-diagrammen met slechts drie componenten zijn al complexe materie. Een echt glazuur, waarin meestal meerdere smeltpuntverlagers en soms ook meerdere glasvormers aanwezig zijn, is nog vele malen complexer dan bovenstaand voorbeeld. Wees gerust, een fase-diagram is voor de "glazuurnerds" misschien leuk om te bestuderen, in de praktijk heb je het niet nodig om mooie glazuren te ontwikkelen.

Wat onthoud je over eutectica:

- > het is geen lineair proces
- > het eutectisch punt kan lager liggen dan het smeltpunt van de individuele componenten

Weet ook dat de term "smeltpuntverlager" of "flux" een beetje misleidend is. Zoals je in bovenstaand voorbeeld al kon lezen, kunnen silica en alumina elkaars smeltgedrag ook drastisch beïnvloeden en verlagen. Het gaat dus altijd om de balans tussen alle componenten in een glazuur, ze spelen allemaal een belangrijke rol. Zelfs het toevoegen van kleine hoeveelheden kleurend oxide of pigment (zie deel 7 "We duiken dieper" en verderop in dit deel) kan het smeltpunt van een glazuur beïnvloeden.



Vereenvoudigd voorbeeld van een fase­diagram met 100% silica (SiO_2), alumina (Al_2O_3) en calciumoxide (CaO) in de hoekpunten. De lijnen geven temperaturen weer waarop een mengsel met een bepaalde verhouding SiO_2 , Al_2O_3 en CaO zal smelten. Het eutectisch punt van 1170°C is aangeduid. Dit laagste smeltpunt wordt bereikt bij een verhouding van 62% silica, 15% alumina en 23% calciumoxide.