

# Baksteen

## 3.1 Inleiding

Om gebakken stenen te maken heb je 'grondstoffen' nodig. Het begrip grondstoffen wordt in het woordenboek omschreven als:

'voor de fabricage benodigde stoffen afkomstig uit de natuur'

Gebakken stenen, ook wel 'bakstenen' genoemd, worden gemaakt van rivierklei, leem of zeeklei. Deze grondstoffen worden gebaggerd of gegraven en daarna op hopen gezet. Gebakken stenen worden zowel gebruikt voor het aanleggen van bestratingen als voor het maken van bouwkundig werk.

*Het afgraven van klei*

Afbeelding 3.1



Vanwege de grote vraag, ook vanuit de groenvoorziening, moeten er dagelijks nogal wat bakstenen worden geproduceerd. Dit gebeurt voor het overgrote deel in de steenfabrieken van Midden-Nederland. Deze fabrieken staan van oudsher op een goed gekozen plaats. Toen er nog weinig dijken langs de rivieren waren, overstroomde het naast de rivier gelegen land met regelmaat. De afgezette rivierklei kon direct worden gewonnen voor de baksteenfabricage. Daarnaast bood de rivier een uitstekende transportmogelijkheid over water.

Tegenwoordig zijn de rivieren, in verband met de overstromingen van de laatste jaren, veiliger gemaakt. De inrichting van de uiterwaarden (buitendijkse landerijen langs een rivier), is op een aantal plaatsen behoorlijk veranderd. Deze veranderingen waren en zijn ook van invloed op de afzetting van rivierklei, de mogelijkheid van winning en het voortbestaan van de baksteenindustrie. De baksteenindustrie was nauw betrokken bij dit proces van herinrichting.

De samenstelling van de gewonnen klei kan overigens enorm verschillen. Een voorbeeld daarvan is de zware zeeklei die vroeger werd gewonnen op het Groninger Hogeland, het gebied ten noorden van de stad Groningen. De helrode steen die uit deze klei werd gebakken werd plaatselijk veel gebruikt bij de bouw van kloosters, boerderijen en andere gebouwen. Nog steeds heeft deze bebouwing een typisch afwijkende en opvallende kleur. In de hoogtijdagen van de Groninger baksteenindustrie (20e eeuw) stonden er maar liefst tachtig steenfabrieken in deze provincie.

De steenkleur wordt overigens ook beïnvloed door het percentage kalk. Bevat de klei veel kalk dan worden de stenen geel. Fabrikanten voegen ook wel kleurstoffen aan de steen toe om ze aantrekkelijker te maken voor een toepassing.

## 3.2 Verwerking en afzetting

Klei, zoals die in ons rivierengebied wordt gewonnen, is dus een 'afzettingsgesteente'. Het door de rivieren aangevoerde materiaal is voornamelijk afkomstig uit het gebergte van Midden-Europa. Voordat dit gesteente bij ons wordt afgezet heeft het al een hele lange weg afgelegd. Om enig inzicht te krijgen wat er allemaal met dit gesteente gebeurt, is het nodig dat we een aantal begrippen verduidelijken. We richten ons daarbij allereerst op het begrip 'verwerking' en behandelen een aantal verschillende vormen daarvan.

### Verwerking

Het proces waarbij gesteenten uiteenvallen in gesteenten van kleinere afmeting noemen we 'verwerking'. Deze verwerking kan worden veroorzaakt door bijvoorbeeld de zon, de wind, de regen of vorst. Er is dan sprake van 'natuurkundige verwerking'. Zo kan een gesteente uitzetten of krimpen door wisselende temperaturen. Hierdoor kunnen scheurtjes in het oppervlak ontstaan. Deze scheurtjes regenen vol en bij vorst vriezen de gesteenten stuk. Het materiaal is dan op een natuurlijke manier, als gevolg van weersinvloeden, verkleind.

Naast het uiteenvallen van deze gesteenten kunnen ook compleet nieuwe verbindingen ontstaan. Koolzuur, dat bijvoorbeeld door regen in de grond kan worden gebracht, speelt daarbij een belangrijke rol. Het kan verantwoordelijk zijn voor omzettingen in de bodem. We noemen dit proces 'scheikundige verwerking'.

Bij de omzetting van organische stof door bacteriën ontstaat ook koolzuur. Dit koolzuur kan eveneens inwerken op gesteenten. Deze vorm van scheikundige verwerking, waarbij het planten- en of dierenleven een rol speelt, noemen we 'biologische verwerking'.

### Afzetting

Het gesteente wordt in de bergen, als gevolg van al deze verwerkingsprocessen, op een natuurlijke manier verkleind. Bovendien ontspringen in de bergen ook



Een grindschip bij  
Roermond

Afbeelding 3.2

rivieren. Het gespleten en verkleinde materiaal komt in deze rivieren terecht. Daarna voeren regen, wind en de zwaartekracht het materiaal omlaag. Uiteindelijk ook naar lager gelegen gebieden. Zo wordt in Nederland via de Rijn en de Maas eveneens gesteente aangevoerd uit landen als Frankrijk en Duitsland.

De stroomsnelheid neemt af naarmate de Noordzee dichterbij komt. Zwaardere gesteenten zullen eerder bezinken. Fijnere deeltjes zullen verder met de waterstroom worden meegenomen. Onder andere in de Maas, met name ter hoogte van Roermond, wordt veel van dit grovere steenmateriaal (grind) afgezet. Het wordt daarna gewonnen met behulp van speciaal uitgeruste schepen die het materiaal opzuigen en vervolgens zeven en sorteren.

### 3.3 Mineralen

Onder 'grond' verstaan we het losse materiaal zo we dat aan de oppervlakte van de aardkorst aantreffen. Grond bestaat uit:

- organische stof; en
- minerale delen.

Onder organische stof verstaan we bijvoorbeeld de restanten van plantenwortels en afgevallen bladeren. Aan deze restanten is met enige oefening nog waar te nemen waarvan ze afkomstig zijn. Humus is ook organische stof. We spreken echter over humus als het organisch materiaal is omgezet tot een donkere vormloze massa.

Minerale delen zijn bepaalde scheikundige verbindingen, meestal in kristalvorm. Deze kristalvormen zijn, zo we al eerder aangaven, ontstaan als gevolg van de eerder genoemde langzame afkoeling van het oorspronkelijk vloeibare magma.

De belangrijkste mineralen zijn het kwarts, de veldspaten en de glimmers. Mineralen zijn zowel in losse grond als in een vast gesteente goed waar te nemen omdat ze scherpe vlakken hebben en blinken. Gesteenten, zoals ook de door de rivieren afgezette rivierklei, bestaan uit één of meerdere soorten mineralen.

De korrelgrootte van de minerale bestanddelen bepaalt in belangrijke mate de eigenschappen van een grondsoort. Elke grondsoort heeft een eigen 'granulaire samenstelling' of 'textuur'. Dit is de samenstelling van de grond voor wat betreft de grovere en kleinere deeltjes. Een bodem met hele fijne deeltjes is bijvoorbeeld zeer moeilijk bewerkbaar omdat hij zeer compact is en het water goed vasthoudt. We spreken in dit geval van 'zware' gronden. De grootte van de mineraalkorrels wordt aangegeven in micrometer, ook wel micron. Een micrometer is 0,001 mm. Klei is materiaal met korrels < 2 micron (kleiner dan 2 micron), dus hele kleine deeltjes!

Natuurlijk moeten ook de grondstoffen voor bakstenen aan bepaalde eisen voldoen. Voor ons is het handig om te weten wat we eigenlijk bedoelen met 'rivierklei' of andere grondsoorten.

Dit wordt uitgelegd in een tabel. In de tabel worden gewichtspercenten aangegeven. Je kan precies zien uit hoeveel deeltjes van een bepaalde grootte een grondsoort is opgebouwd.

*Korrelgroottes met bijbehorende gewichtspercenten van in Nederland voorkomende grondsoorten*

Tabel 3.1

	Leem		Fijn zand			Grof zand	
	lutum	silt	uiterst	zeer	matig	matig	zeer
	< 2 micr.	2-50	50-105	105-150	150-210	210-420	> 420
Duinzand	0	1,5	7,5	26	31	32	2
Zeezand	1	1,5	2,5	34	46	15	0
Rivierzand	0	2	0,5	3,5	26	59	9
Dekzand	0	1,5	10	19	38	29	2,5
Lemig dekzand	4,5	25	35	15	16	4,5	
Keileem	18	15	15	14	14	19	5
Zeeklei	26	52	18	2,5	1,5		
Rivierklei	21	34	7	38			

We zien nu dat rivierklei een ‘fijne’ grondsoort is, die uit 21% gewichtspercenten zeer fijne deeltjes kleiner dan 2 micron bestaat. Ongeveer 34% van de deeltjes zit tussen de 2 en 50 micron. Verder heeft 45% gewichtspercenten een afmeting tussen de 50 en 150 micron. Totaal dus uiteraard 100% deeltjes van verschillend formaat. In de steenfabriek wordt de samenstelling van de grondstof voor bakstenen nauwlettend in de gaten gehouden.

### 3.4 Het fabricageproces

Het fabricageproces van bakstenen bestaat uit een aantal stappen. In deze paragraaf behandelen we dit proces in grote lijnen:

- kleiwinning;
- opslag;
- voorbereiding;
- vormgeving;
- drogen;
- bakken.

#### *Kleiwinning*

De in het rivierwater, verder stroomafwaarts, bezonken fijnere kleideeltjes worden met een dragline of een baggermachine in dunne lagen afgegraven. Het afgraven verloopt volgens een van tevoren opgesteld plan. Al tijdens het afgraven probeert men een goede menging van de kleideeltjes te realiseren. Dit is om de volgende reden van groot belang.

Gedurende het fabricageproces moet de baksteen worden ‘gevormd’. Dit vormen gebeurt onder andere door een bakje, in het model van de steen, te vullen met kleimengsel. Dit mengsel moet aan strenge eisen voldoen. Te slappe klei vloeit teveel uit en loopt uit de vorm. Te stugge klei vloeit niet goed uit en geeft een misvormde, zeer onregelmatige, steen.

Dit alles betekent dat fijne en grovere deeltjes in de juiste verhoudingen aanwezig moeten zijn. Een klei met veel grovere deeltjes wordt 'schraal' genoemd. Hij laat zich niet zo makkelijk vormen. Een klei met teveel fijne deeltjes is 'vet' en levert samen met water een te slap mengsel op dat inzakt op weg naar de drogerij. Een zorgvuldige winning is dus een eerste stap op weg naar een goede kwaliteit baksteen.

### Opslag

Om voldoende productie te kunnen halen moet een steenfabriek wel over een voorraad klei beschikken. Zonder buffer zou, bijvoorbeeld in het geval van hoog water waarbij men niet kan ontgraven, het productieproces een tijdje stil kunnen liggen. De klei wordt daarom na ontgraving in lagen over elkaar opgezet in een zogenaamde 'kleibult'. Er is dus continu een voorraad aanwezig.

*Een bewaarplaats (depot) voor klei, de grondstof voor bakstenen*

Afbeelding 3.3



Als de in lagen opgezette voorraad daarna verticaal wordt afgegraven, vindt een nog betere menging plaats. Tijdens de opslagperiode breken bacteriën de nog aanwezige organische stof af. De kwaliteit van de klei wordt daardoor verbeterd. Het is wel van belang dat de klei niet uitdroogt tijdens dit bewaarproces.

### Vorbewerking

Gedurende de verbewerking wordt de kleimassa gekneet en gemengd tot een homogene massa. Homogeen wil zeggen van dezelfde samenstelling. Het mengsel moet zo goed zijn gemengd dat er een eindproduct kan ontstaan van constante kwaliteit. Aan dit mengsel wordt al gebruikte baksteen toegevoegd. Deze steen, misschien wel van honderd jaar oud, wordt daarvoor geselecteerd bij de sloop van huizen, winkels en kantoren. In de steenfabriek wordt het vermalen en op deze manier hergebruikt. Het kleimengsel dat ontstaat moet goed plastisch, dat wil zeggen kneedbaar of gemakkelijk te vervormen, zijn. Alleen als het mengsel aan deze eisen voldoet kun je goede dichte en kantige stenen maken.

*Recycling (hergebruik) van baksteen*

Afbeelding 3.4



*Het resultaat van alle verbewerkingen: een goed gemengd plastisch eindproduct*

Afbeelding 3.5

Door middel van onder andere zeefplaten wordt het kleimengsel ontdaan van wortels, stenen, metaaldelen en andere verontreinigingen. Gedurende





de voorbereiding doorloopt de klei steeds fijner afgestelde machines. Via een lopende band, raspen, walsen en mengapparatuur ontstaat een goed gemengd plastisch product, waarvan men uitstekend stenen kan bakken.

### *Vormgeving*

Als de voorbereidingen zijn geslaagd kan men uit het kleimengsel de zogenaamde 'vormelingen' maken. Deze vormeling, ook wel 'groene steen' of 'groenling' genoemd, kan op verschillende manieren worden geproduceerd.

In deze uitgave gaan we niet uitvoerig in op de productie van deze vormelingen. In een korte opsomming en toelichting geven we aan op welke manieren bakstenen kunnen worden gevormd en hoe dit proces in grote lijnen verloopt. Voor verdere informatie kun je gebruik maken van andere informatiebronnen zoals het internet. Dit geldt overigens ook voor andere onderdelen van het productieproces.

In Nederland kennen we drie methoden van vormen:

- de vormbakmethode;
- de handvormmethode;
- de strengpersmethode.

#### *De vormbakmethode*

Bij de vormbakmethode worden vormbakken machinaal met klei gevuld. In een pers wordt het kleimengsel met een persblok door een rooster van maximaal twintig vormbakken gedrukt. Overtollige klei wordt machinaal afgestreken. De vormbakken worden gekeerd en daarna op dragers gelost. Het resultaat is een licht gestructureerde aan het oppervlak bezande steen. Deze vormbakmachines produceren ongeveer 40.000 stenen per uur.



*De vormbak*

Afbeelding 3.6

#### *De handvormmethode*

Bij de echte handvormmethode wordt gebruik gemaakt van een mal. Deze mal wordt voorzien van een laagje zand. Het kleimengsel, in de vorm van een bal, wordt hier met de hand ingeworpen. Door het zand 'lost' de steen beter uit de mal.

Het inwerpen van de klei wordt herhaald tot de vorm vol zit. De overtollige klei wordt met een draad afgesneden en de vorm wordt omgekeerd. Voordat de mal opnieuw kan worden gebruikt moet hij worden schoongespoeld. Op deze manier worden nog zelden stenen gemaakt, omdat dit handmatig proces gewoonweg te duur is. Voor restauratiewerkzaamheden



*Het machinaal vullen van de handvorm*

Afbeelding 3.7

maakt men nog wel eens kleine aantallen stenen volgens deze ambachtelijke methode.

Tegenwoordig is dit werk volledig gemechaniseerd. Een machine gooit de kant en klare kleibal van de juiste grootte in de mal. We spreken in dat geval van een machinale handvormsteen. Kenmerken van een handvormsteen zijn de bezanding op vijf van de zes vlakken en een ruw, grillig generfd oppervlak.

#### *De strengpersmethode*

Het maken van stenen via de strengpersmethode wijkt nogal af. Het kleimengsel wordt door een molen naar een rechthoekige opening gedrukt ter grootte van de te maken steen. Nadat het materiaal hier doorheen is geperst ontstaat een eideloze streng kleimengsel. Deze wordt opgevangen door een rollenbaan en gladde stalen platen. Als de streng bij de snijmachine is aangekomen wordt hij doorgesneden op het formaat van de steen. De plakken worden weer automatisch op dragers geplaatst en als vormelingen vervoerd. De steen heeft strakke kantige snijvlakken en wordt door bezanden en of rollen van enige structuur voorzien.

*Het op maat snijden van stenen uit de streng*

Afbeelding 3.8

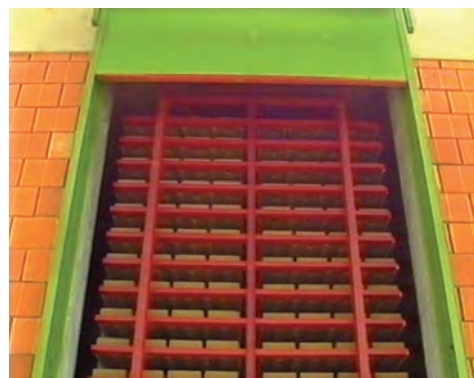


#### *Drogen*

Klei bevat vocht gedurende de periode van opslag. Tijdens de voorbereiding wordt nog extra vocht toegevoegd. De vrij natte vormeling kan echter niet meteen worden gebakken. Het in de steen aanwezige water zou tot stoom overgaan en hem opblazen. De vormeling zou uit elkaar vallen. Voordat de steen het bakproces ingaat moet bijna alle vocht zijn verwijderd.

*Stenen in de droogkamer*

Afbeelding 3.9



Vroeger werden stenen in de open lucht onder overkappingen gelegd, zodat ze op een natuurlijke manier konden drogen. Steenfabrieken moeten echter continu doordraaien. Met de huidige aantallen geproduceerde stenen is opslag niet meer mogelijk. De stenen worden gedroogd in droogkamers. Op speciale stellingen liggen de stenen zoveel mogelijk vrij, zodat er volop lucht langs kan stromen. Ventilatoren zorgen voor een goede circulatie van de aangevoerde warme lucht.

#### *Bakken*

Gedroogde stenen zijn al behoorlijk stevig. Door het bakken moet de steen nog een echte baksteen worden. Alle gedroogde stenen zijn grauwgrijs of geelachtig. Tijdens het bakken verandert de kleur van de steen. De uiteindelijke kleur wordt bepaald door het uitgangsmateriaal en de eventuele toevoegingen.

Afhankelijk van de soort klei en het gewenste eindproduct wordt de steen gebakken bij een temperatuur tussen de 1000° en 1200°C. Een hoge temperatuur tij-

dens het bakproces geeft harde stenen, een lage temperatuur zachte stenen. Het bakproces duurt één tot drie dagen.

Je kan een indruk krijgen van de hardheid van de stenen door ze tegen elkaar te slaan. Een hoge klank duidt op een harde steen, een doffe klank op een zachte steen. Harde bakstenen 'klinken' dus, vandaar de naam 'klinkers'. We noemen ze ook wel straatklinkers.

Het is van het grootste belang dat zowel het droogproces als het bakproces geleidelijk verlopen. Bij een te snelle opwarming of afkoeling zal de steen gaan scheuren. Stenen worden daarom door een tunneloven gevoerd. De stenen worden daarin geleidelijk warmer, vervolgens gebakken en koelen daarna weer langzaam af.

Tijdens het bakken vinden verschillende processen plaats:

- water en andere vluchtige bestanddelen verdampen;
- organische delen verbranden;
- bepaalde bestanddelen worden chemisch omgezet, dus er ontstaan nieuwe stoffen;
- sommige deeltjes van de klei smelten en dringen tussen de andere deeltjes;
- de deeltjes worden als het ware aaneengekit, men noemt dit ook wel 'sinteren'.

Uiteindelijk kunnen we ook in de tuin-aanleg beschikken over gebakken stenen in allerlei hardheden. We passen ze niet alleen toe als bestratingmateriaal, maar eveneens voor het metselen van tuinmuurtjes, trappetjes en ander bouwkundig werk.

*Gedroogde stenen, klaar om te worden gebakken in de tunneloven*

Afbeelding 3.10



### 3.5 Verwerkingsvragen

- 1 Waarom vind je steenfabrieken voornamelijk in de gebieden rondom de grote rivieren?
- 2 Welke factoren bepalen de steenkleur van baksteen?
- 3 Wat verstaan we onder natuurkundige verwerking?
- 4 Geef aan wat we bedoelen met scheikundige verwerking
- 5 Omschrijf wat we verstaan onder biologische verwerking.
- 6 Wat zijn mineralen?
- 7 Wat wordt bedoeld met granulaire samenstelling?
- 8 Maak duidelijk wat we verstaan onder een vormeling.
- 9 Noteer op welke drie manieren baksteen kan worden gevormd.
- 10 Hoeveel bakstenen kan een flinke vormbakmachine per uur maken?
- 11 Waaraan kun je een handvormsteen herkennen?
- 12 Omschrijf hoe de productie van baksteen via de strengpersmethode verloopt.
- 13 Bij welke temperatuur worden bakstenen gebakken?
- 14 Geef aan hoe we aan de naam 'klinkers' komen.
- 15 Noteer welke processen plaatsvinden bij het bakken.