

VAN KLEI TOT DAKPAN



Inhoudsopgave

Inleiding	3
Historie	3
De keramische dakpanindustrie	3
Toepassingsgebieden	4
Assortiment	4
Het productieproces	5
Klei	5
Winning	6
Vorbewerking	6
Vormen	7
Strengpers	7
Hulpstukkenpers	7
Draaitafelpers	8
Revolverspers	8
Drogen	8
Bakken	9
Huifoven	9
Bakproces en afwerking van de dakpan	10
Transport	10
Verwerking	10
Kwaliteit	11
Normen	11
Duurzaamheid	11
Combinaties met zonnepanelen	12
Energie	12
Milieu	13
Klimaat	13
Meer weten?	14
Colofon	15

VAN KLEI TOT DAKPAN

INLEIDING

Keramische bouwproducten zoals baksteen en keramische dakpannen behoren al eeuwenlang tot de meest toegepaste bouwmaterialen in Nederland. Kijk maar om je heen: de meeste gebouwen hebben baksteengevels en op hellende daken heeft de keramische dakpan de overhand. De keramische dakpan is eigenlijk heel gewoon. Maar hoe gewoon is dat eigenlijk?

Deze brochure geeft informatie over de productie en toepassing van de keramische dakpan: vanaf de winning van de grondstof klei tot en met het vormen, drogen, bakken en de toepassing van de dakpan. Ook komen aspecten zoals duurzaam en circulair bouwen met de keramische dakpan aan bod.

Historie

Gebakken kleiprodukten, ofwel keramiek, zijn een uitvinding van de mens. Deze uitvinding heeft onze manier van leven en wonen sterk beïnvloed. In essentie is keramiek het resultaat van een slimme combinatie van de oerelementen klei, water, vuur en lucht. Dat levert producten op die ons dagelijks leven veraangenamen

en ons beschermen: van serviesgoed, toiletpotten, wasbakken, tegels en rioleringen tot gevel- en straatbakstenen en dakpannen. Ja, zelfs de hydrocultuurkorrels voor planten zijn gemaakt van gebakken klei.

De keramische dakpan verscheen rond 700 voor Chr. op verschillende plaatsen in Griekenland. De Grieken

introduceerden deze dakpan in hun kolonies in Zuid- en Midden-Italië en de Romeinen brachten vervolgens de dakpan naar West-Europa.

In Nederland werden keramische dakpannen voor het eerst gebruikt tussen 1100 en 1300. Door brandvoorschriften behoorde het stadsdak gemaakt van organische materialen zoals stro, gras en riet rond 1600 tot het verleden. Tot de 18e eeuw werd vooral leisteen als dakbedekking gebruikt. Daarna nam het gebruik van keramische dakpannen sterk toe.

De keramische dakpan-industrie

Anno nu zijn Tegelen, Woerden en Deest de thuisbasis voor de Nederlandse dakpanindustrie. De fabrieken staan van oudsher langs



Roosendaal NS Station



Nieuwe natuur in Millingenwaard (Gelderland) verkregen door kleiwinning

de rivieren waar de grondstof klei is te vinden. In vroeger tijd was er ook volop productie op andere plaatsen nabij rivieren, maar door schaalvergroting, rationalisatie en procesoptimalisatie resteren nu vijf moderne keramische dakpanfabrieken. De kracht van de keramische dakpanindustrie is het maken van betrouwbare bouwproducten uit klei, een lokaal beschikbare en hernieuwbare grondstof voor lokale toepassingen.

Het mooie is dat die lokale grondstof klei vaak toch al moet worden verwijderd om de rivier voldoende ruimte te bieden. Na de kleiwinning blijft een gebied over waar zich nieuwe natuur ontwikkelt. Die blijkt zo hoogwaardig dat op veel plekken de Natura 2000 status is toegekend. Bouwen met keramische dakpannen is daarom met recht bouwen aan nieuwe natuur.

Toepassingsgebieden

Keramische dakpannen zijn toepasbaar op vrijwel alle daken met



Groen geglazuurde keramische dakpannen

dakhellingen van 15° tot 75°. Op hellende daken van 25° tot 50° worden keramische dakpannen het meeste toegepast. Daarvoor zijn meestal geen bijzondere voorzieningen nodig.

Voor daken met een flauwe dakhelling, minder dan 25°, zijn extra maatregelen nodig in verband met waterdichtheid en ventilatie voor het onderdak. Conform de bouwregelgeving moeten alle pannendaken mechanisch verankerd worden. Voordelen van keramische dakpannen zijn de zeer langere levensduur en de kleurvastheid. Geglazuurde pannen zijn verkrijgbaar in een groot aantal kleurvarianties.

Assortiment

De keramische dakpanindustrie produceert een grote verscheidenheid aan dakpanmodellen en hulpstukken in diverse kleuren en afwerkingen (zie pagina 15). De modellen onderscheiden zich van elkaar in vorm, formaat en detaillering. Naast de traditionele modellen met diverse vormen en afmetingen, worden tegenwoordig ook extra grote modellen geproduceerd. Ieder dakpanmodel heeft zijn eigen technische en esthetische karakteristieken. Daardoor is er voor elke dakvorm een passende dakpan.

Voor een fraaie en functionele afwerking van het dak zorgen de keramische hulpstukken zoals nokvorsten, bovenpannen, onderpannen, linkse en rechtse gevelpannen, chaperonpannen, ventilatiepannen

en vogelpannen. Het zijn eigenlijk bijzondere dakpannen maar worden hulpstukken genoemd.



Het broekstuk is een hulpstuk voor de afwerking van de aansluiting tussen daknok en hoekkepers, of van op elkaar aansluitende daknokken

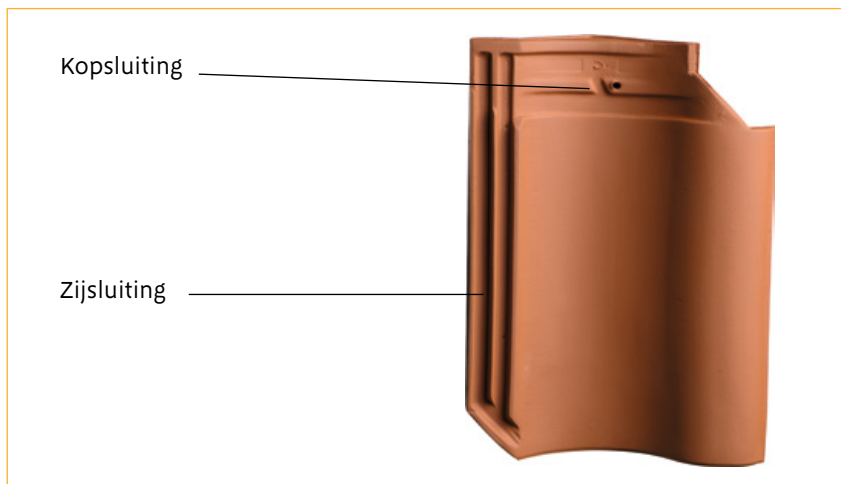
De keramische dakpan kent twee basismodellen: de holle en de vlakke dakpan. Op basis van de vlakke en holle dakpan is een groot aantal modellen ontwikkeld. De meeste dakpannen worden gekenmerkt door de aanwezigheid van sluitingen. Hierdoor grijpen de pannen in elkaar en wordt de regendichtheid gewaarborgd.

De holle dakpan heeft een gebogen waterafvoerend gedeelte. De kopsluiting, de horizontale rand waar de pannen op elkaar aansluiten, loopt met de vorm van de pan mee. Meest toegepast zijn de Verbeterde Holle/Hollandse pan (VH) en de Opnieuw Verbeterde Holle/Hollandse pan (OVH). De oorspronkelijke Oude Holle pan (OH) kent geen sluitingen. Het is de oudste en meest simpele dakpan die alleen nog wordt toegepast bij restauraties.

De vlakke dakpan heeft een vlakke kopsluiting, terwijl het waterafvoerende gedeelte alle mogelijke vormen kan hebben. De Tuile du Nord, Muldenpan en Kruispan zijn bekende types vlakke dakpan.

De kleur van de dakpan wordt beïnvloed door het stookproces en een eventuele afwerking.

VAN KLEI TOT DAKPAN



Een keramische dakpan (OVH) met aanduiding kop- en zijsluiting

Klei

Nederlandse klei staat aan de basis van de Nederlandse dakpan. Deze grondstof wordt nog steeds in hoofdzaak als primaire grondstof lokaal gewonnen in de uiterwaarden van de grote rivieren in Nederland: Rijn, Waal en Maas.

De klei die in de uiterwaarden van de grote rivieren wordt gewonnen is een hernieuwbare grondstof. Dat betekent dat deze klei onuitputtelijk is en zichzelf steeds weer opnieuw aanvult, net als hout, vlas en schelpen hernieuwbaar zijn. In mindere mate

Bij een normaal stookproces zijn keramische dakpannen natuurrood. Door smoren ontstaat een blauwgrijze dakpan. Mogelijke afwerkingen van keramische dakpannen zijn engoberen en glazuren.

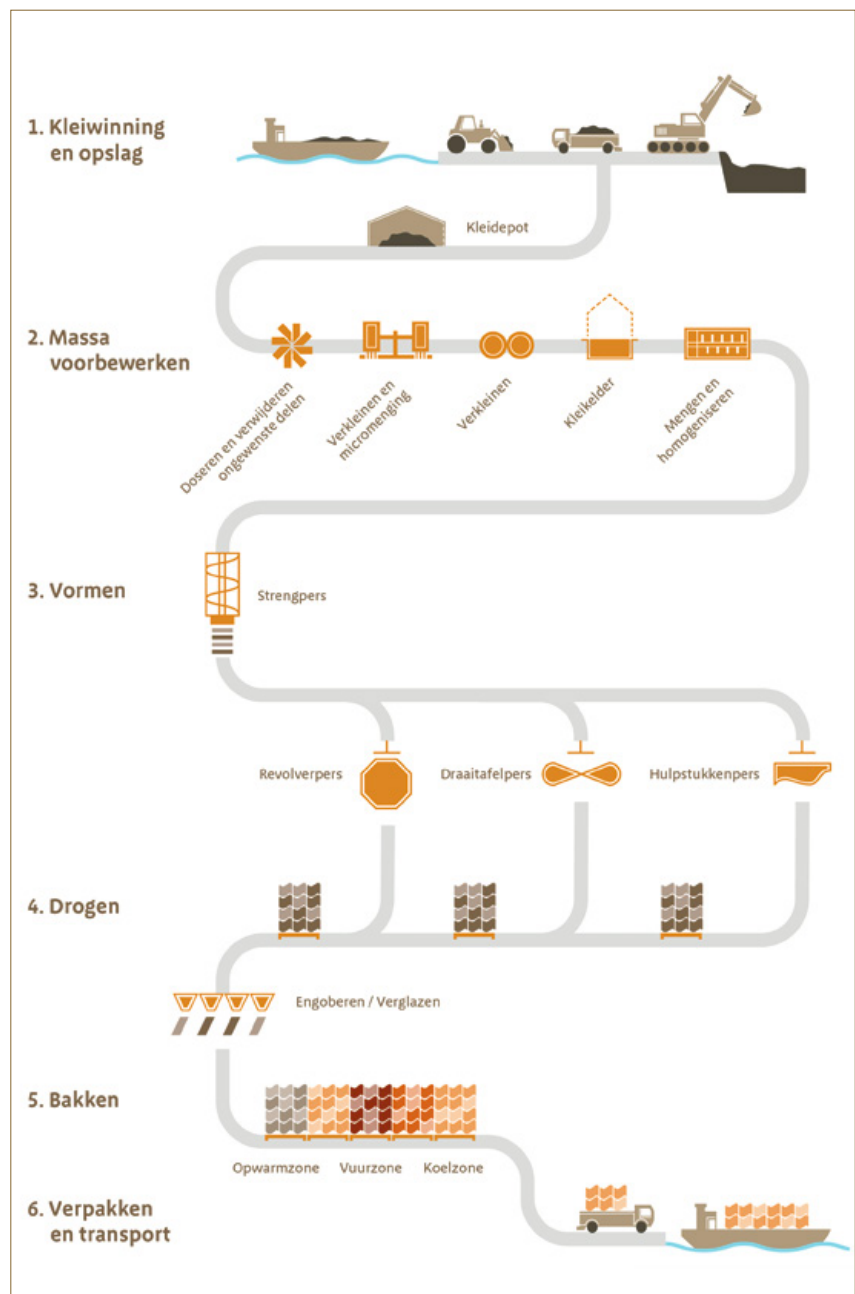
De vlakke dakpan heeft een vlakke kopsluiting, terwijl het waterafvoerende gedeelte alle mogelijke vormen kan hebben. De Tuile du Nord, Muldenpan en Kruispan zijn bekende types vlakke dakpannen.



Een vlakke dakpan, verglaasd (Tuile du Nord)

Het productieproces

De productie van de keramische dakpan is een volcontinu proces en kent in essentie de volgende fases (van klei tot dakpan):



DAKPAN

wordt ook rivierklei gewonnen van binnen de dijken. Dit gebeurt haast altijd als secundaire winning; de klei komt als grondoverschot vrij bij bouw- of infrastructurele werkzaamheden en wordt nuttig gebruikt voor de productie van duurzame keramische bouwproducten.

Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat er door de grote rivieren meer klei wordt aangevoerd dan nodig is om dakpannen van te maken. Om te voorkomen dat de rivieren bij hoog water overstromen moet de klei uit de uiterwaarden worden gehaald. Uiterwaarden zijn het gebied tussen de rivier en de dijk. De Nederlandse keramische industrie wint die klei en maakt er nuttige bouwproducten van zoals keramische dakpannen. Dat is lokale productie met lokale grondstof voor lokale toepassingen in lokale gebouwen.

Maar er is meer. De klei wordt zorgvuldig gewonnen, met respect voor flora en fauna en volgens een gedragscode voor duurzaam en natuurbewust winnen. Nadat de klei is gewonnen wordt het gebied door de fabrikant in samenwerking met natuurorganisaties heringericht. Er kan zich dan nieuwe natuur ontwikkelen.

Begin jaren negentig hebben de keramische industrie en het Wereld Natuurfonds een methode ontwikkeld waardoor kleiwinning zeer gericht bijdraagt aan de ontwikkeling van nieuwe natuur: het 'reliëfvolgend ontkleien'. Die methode wordt tot op de dag vandaag waar mogelijk



Palmerswaard, Utrecht

toegepast. Resultaat sindsdien zijn vele honderden hectares nieuwe hoogwaardige riviernatuur en een verbeterde biodiversiteit. Kijk maar rond in de Millingerwaard bij Nijmegen, de Blauwe Kamer bij Wageningen, de Crobtsche Waard bij Haafthen of rond Slot Loevestein bij Gorinchem. Kleiwinning wordt niet voor niets de groene motor voor nieuwe riviernatuur genoemd. Bedenk daarnaast de bijdrage die het levert aan hoogwaterveiligheid. Kleiwinning is daarom met recht ook te zien als een klimaatadaptieve maatregel.

Voor meer informatie zie www.kleiwinning.nl

Om de dakpan de specifieke producteigenschappen te geven worden de kleien na winning goed gemengd. Dat gebeurt met verschillende kleisoorten uit Nederland en meestal wordt ook klei uit het Duitse Westerwald (bij Koblenz) toegevoegd. Voor dakpannen wordt 'vette klei' ofwel 'meer plastische klei' gebruikt dan bij baksteen. Dat wil zeggen dat de klei meer kleimineralen bevat. De vorm van de pan is ingewikkelder dan van de baksteen, omdat betere vorm- en bakeigenschappen nodig zijn.

Winning

De kleiwinning zelf begint met het nemen van grondmonsters. Dat gebeurt met grondboringen in een kleipakket op locatie Laboratoriumonderzoek aan deze grondmonsters levert informatie op over de kleisoort. Nadat de monsters zijn genomen wordt de klei tot een laag van circa

drie meter met machines uit de uiterwaarden geschept ('geticheld') om daarna per vrachtauto of schip naar de opslag van dakpanfabriek te worden vervoerd.



Kleivervoer per schip

Elke winlocatie kent klei met andere specificaties. Dat komt door verschillen in minerale samenstelling en korrelverdeling. Het zorgvuldig mengen van deze kleisoorten tot de gewenste kleireceptuur gebeurt systematisch en begint al direct bij de eerste opslag. Bij die opslag wordt een gecontroleerde opbouw bewaakt door de verschillende kleisoorten laagsgewijs over elkaar heen te leggen. Bij dakpannen wordt de klei na een eerste kleibult in het veld overdekt opgeslagen in grote halfopen loodsen. Deze loodsen beschermen tegen vocht en regen. De productietechniek van dakpannen vraagt namelijk om een plastische maar wel stijve klei met een relatief laag vochtgehalte. Door de kleibult verticaal af te graven ontstaat een eerste grove menging van de verschillende kleisoorten in de juiste hoeveelheid. Bij een overdekte opslag varieert de opslagperiode van één tot zes maanden.

Vorbewerking

Een intensieve kleivorbewerking en voorzichtige droging zijn noodzakelijk om spanningen in de gevormde dakpan te voorkomen. Spanningen kunnen de oorzaak zijn dat de vorming tijdens het drogen kromtrekt en scheurt.

De klei uit de kleiopslag wordt gelost in een toevoerkast die zo'n een tot twee meter breed en twee tot tien

VAN KLEI TOT DAKPAN



Kleiopslag in halfopen loods, de klei wordt gelost in een toevoerkast

meter lang is. De bodem van de toevoerkast is een plaattransporteur met aan het einde een haspel, die de klei van de band schraapt. Vervolgens gaat de klei op transportbanden via een walswerk naar de kleikelder die ook in lagen wordt opgebouwd en verticaal afgegraven.



Opslag in kleikelder, klei wordt verticaal afgegraven met excavateur

Daarna start de verdere voorbewerking met tot doel de kleimassa, door verkleinen, mengen en kneden tot een gemakkelijk te vormen, homogene en plastische massa te maken. Deze is nodig voor een eindproduct met een constante kwaliteit. Plastisch betekent dat de kleimassa goed (ver) vormbaar is zonder dat daarbij de massa scheurt of inwendige spanningen opbouwt.



De Kollergang voor verkleining en micromenging van de klei

Het voorbewerken bestaat onder andere uit:

- het verwijderen van stenen en metaaldelen uit de kleimassa;
- het fijnmalen van kalkpitten en kneden, verfijnen en homogeniseren van de massa met machines zoals kleirasp, kollergang en walsen;
- het toevoegen van water om de klei de gewenste vormbaarheid te geven;
- toevoeging van zand om te vette klei te versralen;

Vormen

Is de kleimassa eenmaal goed voorbewerkt dan moet deze worden

gevormd. Dat kan met de hand of machinaal met een strengpers en stempelpers. Alleen voor restauratiedoelen maakt men soms nog dakpannen met de hand. Het product na het vormproces wordt aangeduid met vormeling of groene dakpan.

Strengpers

De strengpers perst de klei door een opening met de gewenste vorm en afmetingen, waar het als een doorgaande streng klei uitkomt. Vervolgens snijdt een draad de streng in plakken op de gewenste lengte van het eindproduct. Alleen de eenvoudige Oude Holle (OH) dakpan kan met een strengpers direct worden gevormd. Tegenwoordig wordt de vacuümstrengpers bij de dakpanproductie alleen gebruikt voor het afpassen van gelijke hoeveelheden kleikoeken (ofwel broden of batsen). Volgens een natpersmethode wordt de plastische massa daarna in een vorm geperst. Bij de dakpanfabricage worden verschillende soorten stempelpers gebruikt: hulpstukkenpersen, draaitafelpersen en revolverpersen.



Kleikoek uit strengpers op de gewenste lengte gesneden met een snijdraad

Hulpstukkenpers

De eenvoudigste pers voor de productie van dakpannen is een hulpstukkenpers. De voor een dak noodzakelijke hulpstukken, waarvan er maar weinig nodig zijn, worden veelal met hydraulische persen of sledepersen per stuk geperst. De kleikoek vanuit de strengpers wordt handmatig of machinaal op een ondervorm gelegd en met een bovenvorm tot het uiteindelijke model geperst en de overblijvende klei afgesneden. Omdat het uiterlijk van het

DAKPAN

product een grote rol speelt, worden in Nederland altijd gipsvormen gebruikt. Gips heeft de gunstige eigenschap dat het een beetje water uit het oppervlak van het product opneemt tijdens het persen, waardoor het ontwaterde oppervlak gemakkelijk lost door oppervlaktekrimping en een homogeen strak oppervlak wordt verkregen.



Het maken van de gipsvormen voor de stempelpers

Draaitafelpers

Voor grotere series hulpstukken wordt vaak een draaitafelpers toegepast. Deze kan een grotere capaciteit aan, zonder handwerk uit te voeren. Het aantal benodigde vormen blijft beperkt tot één bovenzijde en drie ondervormen. De uitwisseling van vormen is eenvoudig. Het opleggen van kleikoeken en het afnemen van de gevormde producten wordt meestal met vacuümsystemen uitgevoerd.



Draaitafelpers vormt de dakpan uit de kleikoeken

Revolverpersers

De revolverpersers dankt zijn naam aan de werkwijze. De ondervormen zijn bevestigd op een zeskantige trommel, die om een horizontale as draait. Kort voordat de mechanisch bewegende bovenstempel naar beneden komt, staat de trommel stil en met een van de ondervormen in horizontale positie. Hierop wordt een kleikoek van de juiste grootte gelegd. Na het persen draait de revolver een positie verder en herhaalt de cyclus zich. De geperste pannen worden gesneden, gelost en op een droograampje geplaatst. De ondersteuning van een droograampje is nodig om plastische vervorming van de pan te voorkomen.



Vorming van dakpannen in een Revolverpersers

Er bestaan verschillende systemen voor een snelle en goede lossing.

Daarbij kunnen de pannen met behulp van perslucht worden losgeblazen, dan wel door het aanleggen van elektrische spanning gelost. Ook zijn er systemen waarbij zuignappen de pan uit de vorm neemt. Het opleggen van kleikoeken en het afnemen van gevormde pannen is gemechaniseerd.

Drogen

Na het vormen volgt de droogfase. De gevormde dakpannen liggen in rekjes in kooiwagens en gaan naar de droogkamers of tunneldrogerijen. Nederlandse fabrieken gebruiken uitsluitend droogkamers. De vormelingen worden gedroogd bij



Droogkamers

een maximale temperatuur van ongeveer 90 °C. Daardoor verdampst het vocht uit de kleimassa. Het beoogde restvochtpercentage is < 2%. Bij een hoger percentage is de kans groot dat de gedroogde dakpan tijdens het bakken scheurt en uiteenvalt.

Uit een oogpunt van verduurzaming van het productieproces gebeurt het drogen tegenwoordig vooral met restwarmte van de bakovens. Het drogen en bakken zijn daardoor onlosmakelijk met elkaar verbonden, niet alleen functioneel maar ook in technisch opzicht.

De plaatsing van de dakpannen in de droogkamers is zodanig, dat de warme lucht zo goed mogelijk langs alle ongebakken pannen wordt geleid.

VAN KLEI TOT DAKPAN

Daardoor drogen ze gelijkmatig. Omdat er een droogkrimp tot circa 6% kan optreden, wordt in het begin langzaam gedroogd.

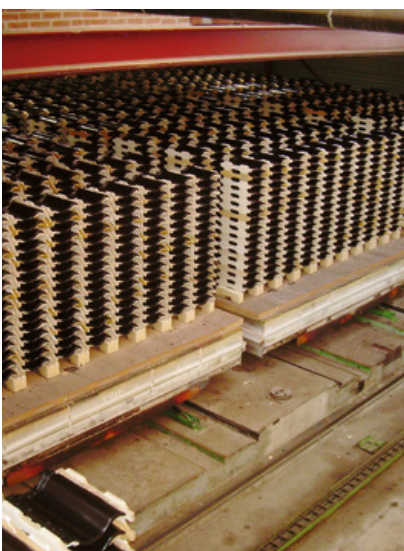
Dit voorkomt het scheuren van de vormeling. Na ongeveer 18 uur zijn de vormelingen meestal droog genoeg voor het bakproces.

Het gehele droogproces wordt met computers op afstand nauwkeurig gevolgd en waar nodig bijgestuurd op temperatuur en vochtigheidsgraad.

Bakken

De Nederlandse dakpanindustrie bakt met de moderne tunneloven en de huifoven.

De tunneloven bestaat uit een lange tunnel (100 - 240 meter) met verschillende temperatuurzones. Aan de ene kant rijden de gedroogde, grauwgrijs of geelbruin ogende vormelingen op ovenwagens de tunnel in, om er na 16 tot 18 uur aan de andere kant als gebakken dakpannen in de gewenste kleur weer uit te komen. Het bakproces is bepalend voor de materiaaleigenschappen van de gebakken dakpannen: voor de kleur maar ook voor de porositeit, waterdichtheid, vorstbestandheid en sterkte.



Zojuist gebakken dakpannen op ovenwagens

In principe verloopt het bakproces in de tunneloven in drie fasen:

- opwarmfase

- stookfase
- afkoelfase

In het eerste deel van de tunnel worden de gedroogde dakpannen langzaam op temperatuur gebracht. In deze fase verdwijnt het nog aanwezige restvocht uit de dakpan.

Vanaf circa 450 °C tot 600 °C wordt de opwarming van de vormelingen vertraagd voor het juist doorlopen van de kwartssprong bij 573 °C. Deze sprong is de verandering van de kristalstructuur van kwarts en leidt uiteindelijk tot een materiaaltransformatie. De kwartssprong gaat gepaard met een volumeverandering zodat de dakpan in deze fase gevoelig is voor breuk. Naarmate de dakpannen dichterbij het middengedeelte van de tunnel komen, waar de branders zijn, stijgt de temperatuur verder. Alle nog in de dakpan aanwezige organische stoffen branden uit.

Het eigenlijke bakken van de dakpannen vindt plaats in het middengedeelte van de oven bij een temperatuur van circa 1000 °C. Hier is sprake van de sintering van de klei en ontstaat de kenmerkende keramische structuur en samenhang. Tijdens het sinteren vinden chemische en fysische processen plaats, waarbij nieuwe keramische en glasachtige verbindingen ontstaan die de kenmerkende eigenschappen geven.

Na de sintering start het afkoelen van de dakpannen. Dat moet heel beheerst gebeuren omdat de dakpannen anders alsnog scheuren. De eerste afkoeling tot ca. 600-650 °C kan relatief snel worden gerealiseerd; de kans op breuk is dan vrijwel nihil.

Daarna wordt tot circa 400 °C langzaam afgekoeld in verband met de kwartssprong. Tenslotte volgt verdere afkoeling tot circa 100 °C voordat de dakpannen de oven verlaten.

Onderstaande opsomming laat zien hoe het verloop van de stooktemperatuur eruit kan zien over de totale bakperiode van circa 16 uur bij niet gesmoorde pannen.

Stookcurve

- 1 Tijdens het opwarmen verdwijnt eerst het restvocht en dan het chemisch gebonden water.
- 2 Rond 573 °C wordt de opwarmingssnelheid omlaag gebracht om breuk van de dakpannen te voorkomen.
- 3 De organische stoffen in de dakpannen branden uit.
- 4 De sintering begint.
- 5 Bij constante temperatuur 'rijpt' het product (bij dakpan 1000 tot 1050 °C).
- 6 Snelle koeling tot circa 600 °C; in deze fase is de kans op breuk vrijwel nihil.
- 7 De fase bij 573 °C is in verband met de volumeverandering (kwartssprong) kritisch in verband met koelscheuren. De koelsnelheid wordt dus vanaf 600-650 °C teruggebracht.
- 8 Koeling tot uitrij-temperatuur.

Huifoven

Dit oventype gebruikt men vooral voor kleine series, zoals speciale dakpannen en voor producten die nauwkeurig gestuurde stookprocessen vragen, zoals gesmoorde dakpannen. Een ovenwagen met vormelingen wordt hierbij automatisch aangevoerd tot onder de oven. De huifoven wordt in zijn geheel over de partij dakpannen geplaatst en sluit



Bakken en smoren van de dakpannen in de huifoven

DAKPAN

deze luchtdicht af. In de beweegbare oven zit alle apparatuur die nodig is voor het stoken en smoren van de dakpannen.

Bakproces en afwerking van de dakpan



Een Opnieuw Verbeterde Holle (OVH) dakpan, geëngobeerd

Tijdens het bakken krijgt de dakpan de gewenste kleur. Er zijn verschillende mogelijkheden tot beïnvloeding van de kleur.

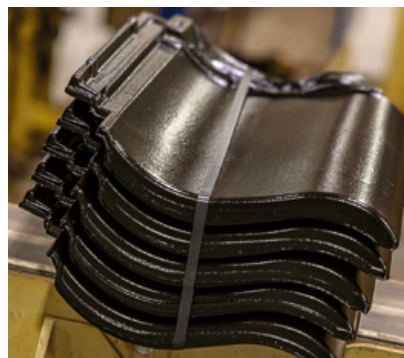
- Normale stook. Bij oxiderend stoken wordt een overmaat aan lucht (zuurstof) in de oven gelaten. De in de klei aanwezige ijzeroxides kleuren de producten helder oranje-rood.
- Smoren. Hierbij wordt in de oven de zuurstoftoevoer in de koelfase tijdelijk afgesloten (gesmoord) waardoor de brandstof de voor de verbranding benodigde zuurstof uit het rode ijzeroxide (Fe_2O_3) van het kleimengsel haalt. Hierbij wordt het rode ijzeroxide gereduceerd tot het zwarte ijzeroxide (Fe_3O_4). De dakpan kleurt hierdoor naar donker blauwgrijs tot dofzwart. Bij gedeeltelijk smoren ontstaan genuanceerd gekleurde pannen met een rood-grijze vlam.
- Engoberen. De vormeling wordt met een dunne kleipap (engobe) bespoten of bestreken. Dit verbetert de dichtheid van de dakpan en geeft een diepere kleur en doffe glans. Door verschillende pigmenten (metaaloxides) toe te voegen zijn kleurvariaties mogelijk. Tijdens het bakproces ligt het smeltpunt van de kleipap iets lager dan van de kleipan. Dit zorgt voor een dichtere toplaag. Bij donkere tinten wordt de

hele dakpan eventueel met pigmentstoffen verder ingekleurd.

- Glazuren. De glazuurvormende pap wordt op de vormelingen of op de al gebakken dakpannen aangebracht en vervolgens (nogmaals) gebakken. De glazuren kunnen een glanzend of mat resultaat geven. Glazuren en engobes worden uitsluitend aangebracht op de bovenzijde van de dakpannen.

Transport

Na het verlaten van de oven koelen de dakpannen vanzelf verder af en worden geheel geautomatiseerd ontladen, gecontroleerd en gereed gemaakt voor opslag en transport. Eventuele producten met afwijkingen worden daarbij uitgesorteerd en een verpakkingsmachine verpakt de dakpannen. Bandjes gaan daarbij om pakketjes dakpannen heen en worden daarna op pallets geplaatst en voorzien van hoezen.



Bandjes om de dakpannen voor verpakking en plaatsing op pallets

Verwerking

Ondanks dezelfde benaming komen dakpannen per fabrikant met enigszins van elkaar afwijkende afmetingen op de markt. Het is zaak daar rekening mee te houden voor een goede verdeling op de dakvlakken. Raadpleeg de KNB-website en technische documentatie van fabrikanten voor de specificaties zoals panlatafstand en de dekkende breedte en de uitvoeringsrichtlijnen. Stem de afmeting van dakdoorbrekingen zoals bij dakkapellen, dakramen en schoorstenen zoveel mogelijk af op de dakpanmaten. Dat voorkomt onnodig zaag- en knipwerk van de pannen.

Keramiek is een natuurlijk materiaal, en het eindresultaat van de dakpan is afhankelijk van bijvoorbeeld het vochtgehalte in de klei en de temperatuur van de oven. Door bakrimp ontstaan soms kleine afwijkingen, waardoor niet alle dakpannen exact dezelfde afmeting hebben. Een maatafwijking van 2% op de gemiddelde maat van de dakpan is volgens de Europese norm toegestaan. De Nederlandse KOMO gecertificeerde dakpannen mogen geen maatafwijking hebben op de door de fabrikant gedeclareerde maatvoering.

Uitgangspunt is dat het dakvlak op hele pannen uitgelegd wordt. Advies hierbij is om voor het leggen van de dakpannen eerst de uiterst werkende lengte- en breedte van de dakpannen te controleren. Deze gegevens kunnen gebruikt worden voor het maatvoeren van het de dakconstructie. De panlatafstand is de maat van de bovenkant van de panlatafstand tot de bovenkant van de volgende panlatafstand. De dekkende breedte van dakpan is de dakpanbreedte min sluiting.

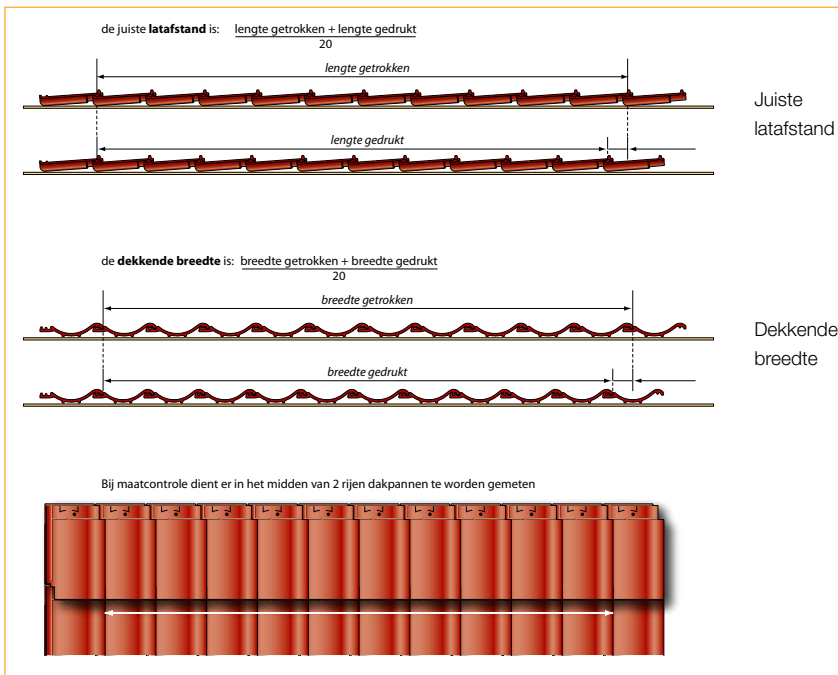
Maatcontrole op de bouwplaats

Pak 3 x 12 dakpannen willekeurig uit de geleverde partij en leg deze pannen achtereenvolgende 'getrokken' en 'gedrukt'. Meet daarbij de lengte over 10 dakpannen. De juiste latafstand en dekkende breedte is de som van de afmetingen, gedeeld door 20. Vergeet bij de controle niet de maatbepalende hulpstukken.

De dekkende breedte = (breedte getrokken + breedte gedrukt)/20
De latafstand = (lengte getrokken + lengte gedrukt)/20

Noot: Veelal hebben de 'moderne' dakpannen een variabele kopsluiting, waardoor er over een groot bereik de panlatafstand kan worden bepaald. Voor deze dakpannen is het bepalen van de juiste latafstand van minder belang.

VAN KLEI TOT DAKPAN



Maatcontrole

Kwaliteit

De dakpanindustrie is een hoogwaardige procesindustrie.

Het gehele proces van mengen, vormen, drogen en bakken van dakpannen is vergaand gemechaniseerd en geautomatiseerd. Werknemers zien op cruciale plekken langs de productieketen hoogstens toe op een vlekkeloos verloop van de productie en grijpen waar nodig in het proces in. Ook voor het omschakelen naar een ander type dakpan is de menselijke factor nog noodzakelijk.

Het bakken zelf is een volautomatisch proces, waarbij atmosfeer en baktemperatuur op afstand nauwlettend in de gaten worden gehouden vanuit de centrale controlekamer.

Normen

Op grond van Europese regels mogen keramische dakpannen uitsluitend met CE-markering in het handelsverkeer worden gebracht. Dit houdt in dat bij het product altijd een serie door de wetgever geëiste productspecificaties moet worden verstrekt die direct of indirect te maken hebben met veiligheid, gezondheid en milieu. De afnemer krijgt hiermee duidelijkheid over de relevante producteigenschappen van keramische dakpannen

volgens de Europese norm EN 1304 – Keramische dakpannen en hulpstukken – Definities en productspecificaties. Het gaat daarbij om de afmetingen en vorm, buigsterkte, waterdichtheid en vorstbestandheid. De productnorm verwijst weer naar separate beproevingsnormen.

Hoewel CE-markering iets zegt over de kwaliteiten van een product, is het geen kwaliteits- of garantieverklaring in de gebruikelijke betekenis van het woord. Daarvoor bestaat in Nederland het KOMO-productcertificaat. Dat geeft het kwaliteitsniveau van de dakpan aan met het oog op de toepassing daarvan.



Bepaling van de vormgelijkheid

Basis voor KOMO is de beoordelingsrichtlijn BRL 1510 – Keramische dakpannen en hulpstukken. De controle op leveringen onder KOMO-productcertificaat gebeurt door onafhankelijke keurmeesters van de certificerende instellingen SKG-IKOB en KIWA. KOMO-gecertificeerde dakpannen voldoen daarnaast altijd aan de wettelijke eisen die gelden voor het uitlooggedrag van steenachtige bouwmaterialen. Dit wordt kenbaar gemaakt aan de hand van een NL-BSB certificaat – Besluit Bodemkwaliteit.

Naast deze externe controle door keurmeesters op kwaliteit vindt er een continu interne kwaliteitscontrole plaats tijdens de verschillende fasen van het productieproces. Regelmatig worden steekproefsgewijs monsters genomen uit de productie die in het laboratorium worden getest. Zowel de kleisamenstelling als de eigenschappen van de dakpan zoals maatvoering en porositeit worden getest. Controle op waarneembare gebreken zoals kleurverschillen en beschadigingen zijn volledig geautomatiseerd. Ook deze interne procescontrole vormt onderdeel van het KOMO-productcertificaat

Duurzaamheid

Een duurzame grondstofwinning, energietransitie en het beperken of voorkomen van de klimaat- en milieulast zijn belangrijke speerpunten voor de Nederlandse keramische dakpanindustrie. Gelijkzeitig is de dakpan op zichzelf al een buitengewoon duurzaam en circulair toepasbaar product.

In de paragraaf over kleiwinning werd uiteengezet hoe de keramische industrie via haar grondstofwinning bijdraagt aan hoogwaterveiligheid en het creëren van nieuwe natuur in de uiterwaarden van het rivierengebied. Ook is daarin te lezen dat klei uit de uiterwaarden van de grote rivieren een hernieuwbare grondstof is. Een dergelijke grondstof raakt nooit op doordat de natuur deze zelf weer aanmaakt. Voor de productie van de keramische dakpan is energie nodig. Daartegenover staan een zeer lange levensduur en goede



Keramische dakpannen zorgen eeuwenlang voor een fraaie dakafwerking, Domburg Badpaviljoen

hergebruiksmogelijkheden. Dakpannen zijn immers demontabel. Bovendien is de dakpan onderhoudsarm, kleurecht en niet toxisch. Dat is niet alleen goed voor het milieu en geeft een gunstige MKI-waarde maar is ook economisch verantwoord.

Redenen waarom de keramische dakpan 'steengoed' is:

1. Gemaakt van klei, een natuurlijke, ruim voorradige en lokale grondstof
2. Winning van klei geeft nieuwe Nederlandse natuur, draagt bij aan waterstandsverlaging in de rivieren en is een klimaatadaptatie maatregel
3. Goede milieuprestatie (lage MKI-waarde)
4. Passend binnen de principes van Circulair Bouwen
5. Hergebruik van reststoffen in de productie
6. Producten circulair toepasbaar in tweede 'levensfase'
7. Bron voor duurzame en esthetisch gewaardeerde toepassingen
8. Lange levensduur zonder onderhoud
9. Resistent en onbrandbaar

Combinaties met zonnepanelen

Hellende daken met dakpannen zijn bij uitstek geschikt voor combinatie met zonnepanelen. Veel toegepast is de montage van zonnepanelen boven de dakpannen. Dat geeft doorgaans niet de fraaiste resultaten. De Nederlandse dakpanfabrikanten bieden daarom verschillende esthetische dakoplossingen voor opwekking van zonne-energie, passend bij vrijwel elk project. Het betreft op de dakpan



Dakoplossingen voor opwekking van zonne-energie

afgestemde systemen waarbij de PV-modules volledig in het dak zijn geïntegreerd. Een andere optie is een systeem met dakpannen waarbij een klein PV-paneel integraal in de dakpan is opgenomen. Met gebruik van een dergelijk systeem blijft de karakteristieke uitstraling van het pannendak behouden.

Energie

Geen dakpan zonder gebruik van energie. Die energie is anno 2022 elektriciteit en aardgas. Elektriciteit wordt gebruikt voor de kleivoorbewerking, het vormen en het persen maar ook voor de transportbanden. Steeds vaker wordt die elektriciteit op of vlakbij de baksteenfabriek duurzaam opgewekt. Het aardgas is nodig voor het droog- en vooral bakproces.

Aardgas is een kwalitatief goede, relatief schone, maar fossiele brandstof. Het is geschikt om zowel het stookproces nauwkeurig te beheersen als om de producteigenschappen van de dakpan te bepalen. De Nederlandse

VAN KLEI TOT DAKPAN



Het dak van een fabriek met zonnepanelen

keramische dakpanindustrie heeft hiermee een zeer ruime ervaring opgebouwd en is in staat gebleken door de jaren heen het gasgebruik steeds verder te optimaliseren. Uit verantwoordelijkheid voor een duurzame toekomst zoekt de keramische industrie naar duurzame

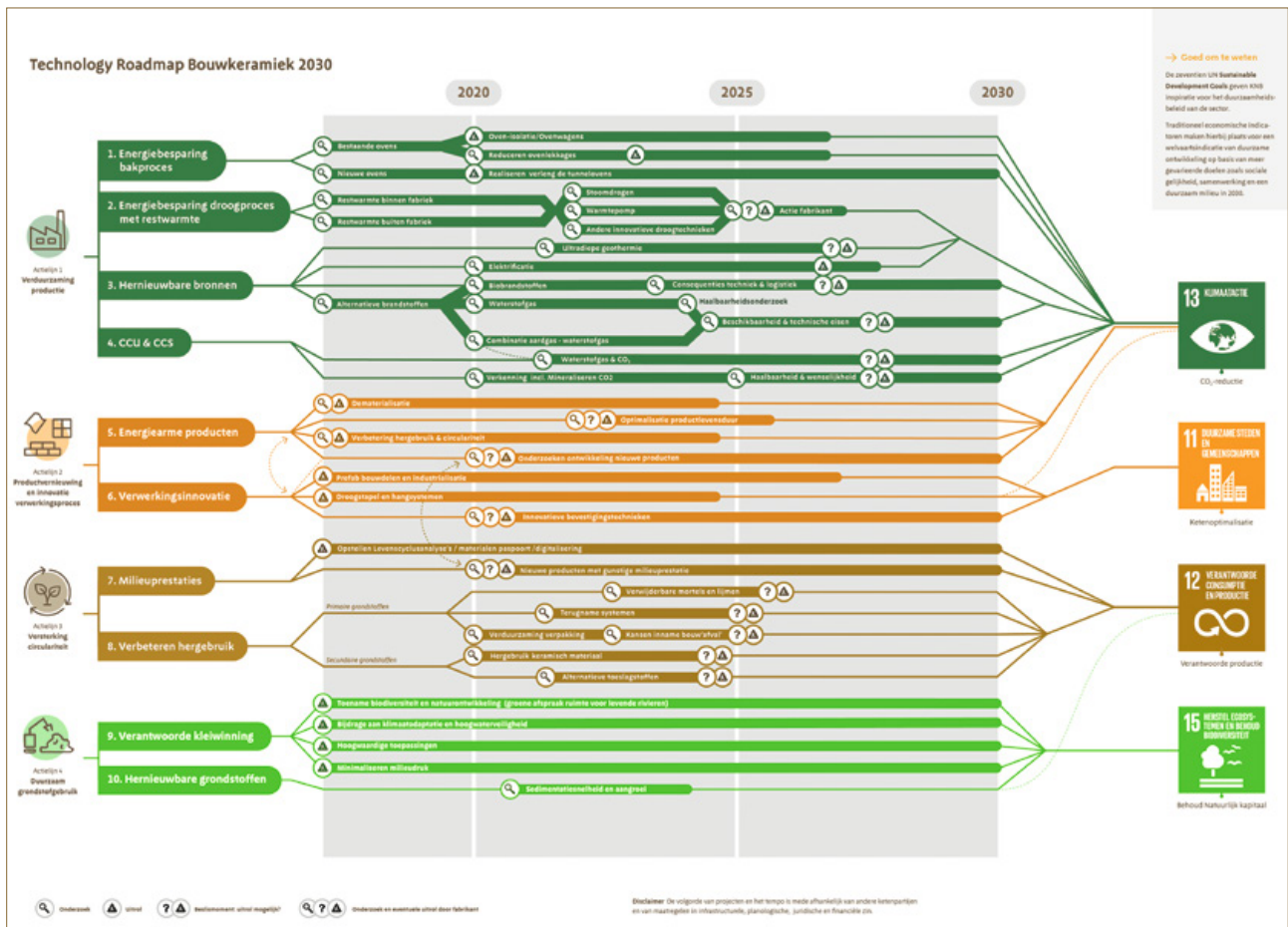
alternatieven voor het fossiele aardgas. Wereldwijd is daar nog geen doorbraaktechnologie voor.

De zoektocht weerhoudt de industrie er niet van om onderzoek op fabrieks- en brancheniveau te doen naar nieuwe en verdergaande manieren

van CO₂-reductie. Denk bijvoorbeeld aan de inzet van warmtepompen voor het droogproces en biogas- en waterstofgas voor het bakproces in de oven.

Milieu

Uiteraard voldoet de keramische dakpanindustrie aan de steeds scherpere normen voor CO₂-uitstoot die de Nederlandse overheid stelt. Het overschrijden van deze norm leidt tot de noodzakelijke aankoop van extra emissierechten. Deze normen of grenswaarden zijn terug te voeren op Europese afspraken vastgelegd in het BREF-document keramiek. Daarin staat beschreven wat de meest milieuvriendelijke technieken zijn die een bedrijf kan toepassen. Fabrikanten investeerden volop in rookgasreinigingsinstallaties, waarmee de emissies van schadelijke stoffen naar het milieu zijn geminimaliseerd. De reststof die vrijkomt bij het zuiveren van rookgassen wordt als een secundaire grondstof nuttig toegepast in andere industriële sectoren.



Actielijnen van de Technology Roadmap Bouwkeramiek 2030

DAKPAN

Klimaat

Klimaatverandering noodzaakt ook de dakpanindustrie tot fundamentele keuzes. De Technology Roadmap Bouwkeramiek 2030 van branchevereniging Koninklijke Nederlandse Bouwkeramiek geeft daarbij hulp met een overzicht van opties en richtingen om te komen tot zo duurzaam

mogelijke productieprocessen en producten.

De grote opgaven die de industrie hierbij kent is het minimaliseren van CO₂-uitstoot, het versterken van een circulaire bouwconomie, ketenoptimalisatie en industrialisatie binnen de bouwsector.

Meer weten?

Voor meer informatie over de bouwkeramische industrie, waarvan de keramische dakpanindustrie onderdeel vormt, en over branchevereniging Koninklijke Nederlandse Bouwkeramiek (KNB) zie: www.knb-keramiek.nl



Overzicht hulpstukken



Vorst



Broekstuk



Gevelpan (links)



Chaperonpan



Knikpan



Onderpan



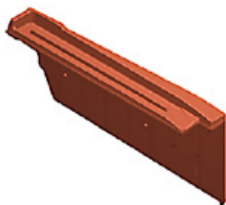
Dubbele welpan



Doorvoerpan



Ventilatiepan



Gevelflap (rechts)



Keramisch boeiboord



Gierzwaluwpan



Huisnissenpan



Piron

COLOFON

Juli 2022

© Alle rechten voorbehouden.

Foto's en tekeningen: KNB, BMI Monier, Wienerberger BV, ©Rijkswaterstaat/J.v.Houdt en TCKI

KNB en de door KNB ingeschakelde derden hebben aan de inhoud en samenstelling van deze documentatie de grootst mogelijke zorg besteed. De betrokken organisaties en bedrijven aanvaarden echter geen enkele aansprakelijkheid voor het gebruik van de gegeven informatie in deze documentatie of gedane aanbevelingen.

Voor meer informatie
www.knb-keramiek.nl



vereniging Koninklijke
Nederlandse Bouwkeramiek

Postbus 153, 6880 AD Velp (Gld)
Florijnweg 6, 6883 JP Velp (Gld)

T +31 (0)26 384 56 30
I www.knb-keramiek.nl
E info@knb-keramiek.nl