

**Disclaimer**

Deze fiche is bedoeld voor ontwerpers, bestekschrijvers en andere leden van projectteams die dit bouw materiaal of -product willen hergebruiken. Ze maakt deel uit van een reeks fiches met als doel de momenteel beschikbare informatie samen te brengen om het hergebruik van bouwmaterialen en -producten te vergemakkelijken.

Deze fiche is opgesteld door Rotor vzw/asbl in het kader van het Interreg FCRBE-project - Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements, gesteund door het volledige projectpartnerschap. Informatiebronnen zijn onder meer de ervaring van hergebruikhandelaars en de betrokken projectpartners, lessen uit voorbeeldprojecten, beschikbare technische documentatie, etc.

De reeks fiches is opgesteld tussen 2019 en 2021. Aangezien de hergebruiksector volop evolueert is het mogelijk dat sommige gegevens, vooral met betrekking tot prijzen en beschikbaarheid, mettertijd veranderen. Wanneer in de tekst wordt verwezen naar Europese normen is het aan het projectteam om, indien nodig, te verwijzen naar hun nationale implementaties en lokale bijzonderheden.

Het is belangrijk op te merken dat de hier gepresenteerde informatie niet exhaustief is of de deskundigheid van professionals beoogt te vervangen. Specifieke vragen zijn altijd projectgebonden en moeten als dusdanig worden behandeld.

De volledige verzameling fiches (inclusief de inleidende fiche) is vrij verkrijgbaar op verschillende referentiewebsites (o.a. opalis.eu, nweurope.eu/fcrbe, futureuse.co.uk).

Een niet-exhaustieve lijst van handelaars in gerecupereerde bouwmaterialen is beschikbaar op opalis.eu en salvoweb.com.

Interreg FCRBE-partnerschap: Bellastock (FR), Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf / WTCB (BE), Leefmilieu Brussel (BE), het Centre Scientifique et Technique du Bâtiment / CSTB (FR), Confederatie Bouw (BE), Rotor (BE), Salvo (UK) en University of Brighton (UK)

De informatie in dit document is niet noodzakelijkerwijs een weergave van het standpunt van alle partners van het FCRBE-project, noch van de financierende autoriteiten.

Tenzij uitdrukkelijk anders vermeld is de inhoud van deze fiches gecrediteerd onder het Creative Commons Attribution NonCommercial - Share Alike formaat (CCBY-NC-SA).



Tenzij uitdrukkelijk anders vermeld zijn de in dit document gebruikte afbeeldingen eigendom van © Rotor vzw/asbl of © Opalis. Voor alle andere afbeeldingen werd er systematisch om toestemming tot publicatie gevraagd aan hun auteurs of rechtmatige eigenaars. Wanneer dit verzoek niet werd beantwoord namen we aan dat er geen bezwaren waren tegen het voorgenomen gebruik van de afbeelding. Indien u van mening bent dat deze interpretatie onredelijk is, gelieve het ons dan te laten weten.



Beschrijving van het materiaal

Kleiklinkers (ook 'straatbakstenen' of gewoon 'klinkers' genoemd) zijn een bestratingsmateriaal dat wijdverbreid is in West-Europa, vooral in Nederland, Duitsland en het noorden van België.

Klinkers zijn bijzonder geschikt voor hergebruik. Een studie die in 2009 in Nederland werd uitgevoerd in opdracht van klinkerfabrikanten, schatte dat 90% van de kleiklinkers die door gemeenten en particulieren werden gebruikt, gerecupereerde klinkers waren. De redenen voor dit erg hoge cijfer zijn met name de zeer hoge sterkte van de klinkers, het relatieve gemak waarmee ze kunnen worden gedemonteerd en het feit dat ze mooi verouderen.

Hoewel ze op gewone bakstenen lijken, verschillen beide producten door hun productiemethode en hun eigenschappen. Kleiklinkers worden meestal gemaakt van een mengsel van (primaire en/of secundaire) klei, vulkanisch gesteente en/of chamotte, waaraan eventueel natuurlijke pigmenten worden toegevoegd. Deze bestanddelen worden gemengd met water, gekneed, gevormd, gedroogd en vervolgens gebakken bij een temperatuur van 1.100 tot 1.200 °C. Het eindproduct heeft een zeer hoge hardheid en lage poreusheid, waardoor het perfect geschikt is voor buitenbestrating. De klinkers zijn bestand tegen extreme vorst, druk, slijtage en agressieve stoffen.

Kleiklinkers hebben een erg lange levensduur. Zij kunnen hun oorspronkelijke eigenschappen gemakkelijk meer dan een eeuw behouden, en soms zelfs meerdere eeuwen. Aangezien hun plaatsingsmethode traditioneel omkeerbaar is (plaatsing op een zandbed), worden ze vaak gerecupereerd voor hergebruik. Deze praktijk is zeer gangbaar in Nederland, waar er een groot aantal leveranciers van recuperatieklinkers te vinden is (die hun aanbod soms aanvullen met nieuwe klinkers).

Tot het begin van de 20e eeuw werden kleiklinkers soms gezien als een bijproduct van de productie van metselbakstenen (of 'gewone' bakstenen) in traditionele ovens. Deze ovens werden namelijk gekenmerkt door een ongelijkmatige verdeling van de warmte, waardoor één partij bakstenen aan verschillende baktemperaturen werd blootgesteld. De hardst gebakken stenen werden dan gebruikt als buitenbestrating. Later, met de uitbreiding van het gemotoriseerde verkeer, werden speciale ovens ontworpen voor de industriële productie van klinkers.

Kleiklinkers mogen niet worden verward met gewone bakstenen waarmee muren worden gebouwd (die minder hard en poreuzer zijn), of met betonnen straatstenen (die dikwijls 'betonklinkers' of soms ook gewoon 'klinkers' worden genoemd en van cementbeton zijn gemaakt). Deze laatste zijn herkenbaar aan de aanwezigheid van granulaten in hun massa. In dit document worden verder uitsluitend kleiklinkers behandeld, alhoewel verschillende principes ook van toepassing zijn op het hergebruik van andere bestratingsmaterialen.

Er is een grote verscheidenheid aan modellen van recuperatieklinkers. Het lokale aanbod is soms een afspiegeling van historische regionale bijzonderheden. Klinkers kunnen onderscheiden worden aan de hand van de volgende criteria:

→ *Productiemethode - vorm.*

- *Vormbakklinkers*: de klinkers worden afzonderlijk gevormd door de klei met behulp van een mechanische pers in een vorm of mal te drukken. De boven- en onderzijde onderscheiden zich soms door hun textuur (waarbij de bovenzijde iets zanderiger of ruwer is). Dit is een zeer gangbaar type op het Europese vasteland.
- *Strengpersklinkers*: de klei wordt door een mal geperst, waardoor continue strengen ontstaan die vervolgens in gelijke stukken worden gesneden. Strengpersklinkers zijn over het algemeen aan alle zijden glad afgewerkt. Ze zijn minder poreus doordat bij de vervaardiging een groter aandeel aan primaire klei wordt gebruikt. Dit is een zeer gangbaar type in Duitsland en Verenigd Koninkrijk.

→ *Productiemethode - bakproces.*

- *'Oud gebakken'*: traditioneel werden klinkers gebakken in bakstenen ovens die met hout en kolen werden verwarmd. Aangezien de warmteverdeling in de oven niet volledig homogeen was, leidde dit tot verschillen in de eigenschappen van de klinkers (poreusheid, hardheid, kleur, etc.).
- *'Nieuw gebakken'*: tegenwoordig worden klinkers meestal geproduceerd in industriële tunnelovens, die een gelijkmatige verdeling van de baktemperatuur kunnen garanderen. Recente klinkers hebben dus homogenere (maar daarom niet per se betere) eigenschappen dan hun voorgangers.

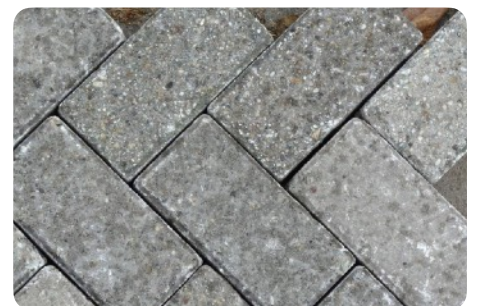
De uitdrukkingen 'oud gebakken' en 'nieuw gebakken' zijn geen wetenschappelijke termen. Het zijn veeleer handelsbenamingen waarvan de betekenis kan verschillen van

handelaar tot handelaar. Soms worden nieuw geproduceerde klinkers ook aangeduid als 'oud gebakken' en omgekeerd zijn er ook gerecupereerde 'nieuw gebakken' klinkers op de markt. Vraag bij twijfel meer informatie over de afkomst van de klinkers aan uw leverancier.

→ *Uitzicht.* Afhankelijk van het model en de mate van slijtage hebben hergebruikklinkers een gladde, ruwe, licht zanderige of meer uitgesproken textuur. De randen zijn recht, afgerond of 'bot', met of zonder afkanting. Sommige nieuw geproduceerde klinkers zijn met opzet getrommeld om ze een rustiek uitzicht te geven. Deze mogen niet worden verward met echte hergebruikklinkers! Zogenaamde waterdoorlatende klinkers hebben afstandhouders op hun zijkant die een tussenruimte openhouden om het regenwater te laten infiltreren. Er kunnen mortel-, zand- of verfresten (bv. van wegmarkeringen) aanwezig zijn op het oppervlak van hergebruikklinkers.



Gerecupereerde kleiklinkers



Gerecupereerde betonklinkers



Gerecupereerde metselbakstenen



Klink !

Wist je dat? Het woord 'klinker' is afgeleid van het heldere geluid dat deze straatstenen maken wanneer er op getikt wordt.

→ **Kleuren.** De kleur van de kleiklinkers wordt bepaald door de samenstelling van de klei, de baktemperatuur en de eventuele aanwezigheid van minerale toeslagstoffen. Veelvoorkomende kleuren zijn bruin, rood, paars en geel.

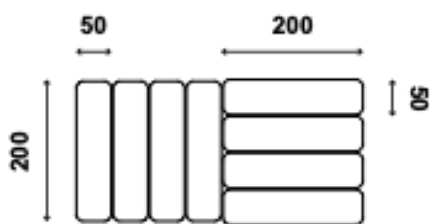
→ **Formaten.** Er bestaan veel formaten recuperatieklinkers, afhankelijk van hun oorspronkelijke toepassing en de regionale bijzonderheden. *Tabel 1* toont ter informatie enkele veelvoorkomende klinkerformaten op de hergebruikmarkt (voornamelijk in het Nederlandse taalgebied) waarbij opgemerkt moet worden dat de reële afmetingen van de klinkers per lot kunnen afwijken van de waardes hieronder. Soms worden ook andere, minder gangbare formaten (bv. vierkant, lang, etc.) aangetroffen.



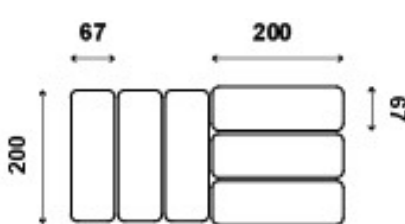
Showroom van een leverancier van recuperatieklinkers © VSB Sierbestrating

Tabel 1: Afmetingen van de meest voorkomende formaten van hergebruikklinkers.

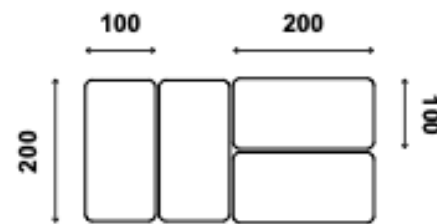
Formaat	Lengte × breedte (mm)	Dikte (mm)	Aantal stuks per vierkante meter
Waalformaat of 5-duimers	~ 200 × 50 (verhouding 4:1)	~ 60 tot 90	~ 100 (plat gelegd)
Dikformaat of 7-duimers	~ 200 × 67 (verhouding 3:1)	~ 60 tot 90	~ 73 (plat gelegd)
Keiformaat of 10-duimers	~ 200 × 100 (verhouding 2:1)	~ 50 tot 90	~ 50 (plat gelegd)
Rijnformaat	~ 180 × 45	~ 60 tot 90	~ 120 tot 145 (op hun kant gelegd)
Ijsselformaat	~ 160 × 40	~ 60 tot 70	~ 135 tot 160 (op hun kant gelegd)



4:1



3:1



2:1



Waalformaat, gemengde kleuren © Rebricks



Dikformaat, rood © Rebricks



Keiformaat, rood © Rebricks



Recuperatie van het materiaal

In de overgrote meerderheid van de gevallen zijn kleiklinkers gemakkelijk te recupereren. Voor hergebruik in situ is het mogelijk ze ter plaatse te sorteren en te reinigen indien de werflogistiek dit toelaat. Meestal worden de klinkers uitgebrouwen door gespecialiseerde bedrijven, die ook gebruiksklare partijen kunnen leveren. Deze professionals zijn in staat om ervoor te zorgen dat de volgende handelingen goed verlopen:

→ *Vooronderzoeken en demontagetests.* Deze laten toe de haalbaarheid en rentabiliteit van de demontage na te gaan. Een 'deskundig oog' kan het hergebruikpotentieel van een bepaald lot meestal inschatten tijdens een bezoek ter plaatse, of op basis van foto's en technische informatie over het model, de afmetingen, de fabricant, etc. Ook kan het nuttig zijn informatie te verzamelen over de oorspronkelijke toepassing van de elementen (voor hun demontage) om bepaalde eigenschappen van het materiaal te bevestigen (zie § 'Eigenschappen en geschiktheid voor beoogd gebruik').

De aard van het legbed en de kenmerken van de voegen zijn de voornaamste factoren die bepalen hoe makkelijk de klinkers kunnen worden uitgebrouwen. Over het algemeen worden klinkers op een zandbed met zandvoegen gelegd (losse plaatsing), een legmethode die perfect omkeerbaar is. De aanwezigheid van cementmortel of asfalt (vaste plaatsing) kan het uitbreken daarentegen bemoeilijken.

Ook moet worden nagegaan of de klinkers niet verontreinigd zijn. Er dient op drie soorten verontreiniging te worden gecontroleerd:

- Verontreiniging van de bodem of van de fundering van de bestrating (bv. asbest, teer, olie op voormalige industrieterreinen) die ook de klinkers kan hebben aangetast.
- Verontreiniging van het bovenoppervlak van de klinkers, bv. door olie, teer, verf, thermoplasten, etc. Dit soort verontreiniging kan visueel worden vastgesteld. Vaak worden de verontreinigde oppervlakken van een bestrating gemarkeerd voordat ze worden uitgebrouwen, om ze tijdens de demontage te kunnen scheiden van de 'propre' klinkers. Soms is een beperkte verontreiniging met koolwaterstoffen (benzine, diesel, etc.) echter toelaatbaar (zie § 'Gevaarlijke stoffen en voorzorgsmaatregelen').

- Verontreiniging door uitloging van de klinkers zelf. In zeldzame gevallen kunnen sommige oude klinkers verontreinigende stoffen afgeven. Om hierover uitsluitsel te krijgen, kan een laboratoriumanalyse nodig zijn. Soms kunnen specialisten en/of lokale overheden hierover ook meer informatie verstrekken. Amsterdams onderzoek heeft bijvoorbeeld aangetoond dat geen enkel type klinker binnen de regio enige vorm van uitloging vertoonde die hun hergebruik als buitenbestrating in de weg zou kunnen staan (zie ook § 'Gevaarlijke stoffen en voorzorgsmaatregelen').

→ *Demontage.* Tijdens de demontage moet bijzondere aandacht worden besteed aan de homogeniteit van de partijen. In de praktijk wordt vooral gekeken naar het formaat van de klinkers en niet altijd naar de kleur. Het risico op beschadiging van het materiaal tijdens het uitbreken is over het algemeen laag. Klinkers die op een zandbed zijn gelegd, worden meestal machinaal verwijderd met een hydraulische graafmachine die is uitgerust met een schudbak. Na het opscheppen van de elementen worden ze geschud om zo een groot deel van de zand- en grondresten direct te verwijderen. Na deze bewerking bedraagt de resterende zand- en grondfractie op de klinkers nog slechts ongeveer 3% van de massa van de klinkers. In de zeldzame gevallen dat de klinkers niet op een zandbed zijn gelegd, kan een specifieke handmatige reiniging nodig zijn om de mortelresten (van legbed en/of voegen) te verwijderen.

→ *Behandelingen.* Afgezien van de hierboven beschreven reiniging worden gerecupereerde kleiklinkers over het algemeen niet behandeld. De reiniging kan ter plaatse of bij een specialist worden uitgevoerd. De uitgebrouwen partijen klinkers worden gewoonlijk op transportbanden behandeld. De sortercriteria verschillen per leverancier. Doorgaans worden gebroken of beschadigde klinkers verwijderd (het verliespercentage wordt geschat op 10-15%).

De klinkers in goede staat worden in de eerste plaats gesorteerd op formaat en soms ook op kleur. Dit hangt vooral af van de homogeniteit van de oorspronkelijke partij. Algemeen geldt dat hoe homogener een partij gereinigde en gesorteerde recuperatieklinkers is, hoe hoger de verkoopprijs. Gespecialiseerde leveranciers combineren vaak partijen gelijksoortige klinkers van verschillende herkomst.

→ Indien er redenen zijn om aan de kwaliteit van een partij te twijfelen of als de klinkers niet goed zijn gereinigd/geschud, kan ook een specifieke sortering worden uitgevoerd op basis van een:

- visuele controle: de klinkers worden geïnspecteerd en de elementen met aanzienlijke schade worden er uitgehaald. De klinkers mogen onregelmatig zijn, maar ten minste één strek moet in goede staat zijn. Wanneer er verf-, mortel- of asfaltresten op het oppervlak van een klinker zijn achtergebleven, moet de tegenoverliggende strek in goede staat zijn. De aanwezigheid van mossen of korstmossen op het oppervlak wijst op een hoge porositeit, waarmee rekening moet worden gehouden voor de toekomstige toepassing.
- auditieve controle: om na te gaan of de kleiklinkers intact, stevig en niet poreus zijn, kan men ze tegen elkaar stoten of er met een hard voorwerp op tikken. Een helder geluid betekent dat hun structurele integriteit niet is aangetast.
- mechanische controle: om de porositeit te controleren, worden de klinkers tegen elkaar gewreven. Als een klinker afschilfert, is die meestal te poreus.



Uitbreken en kuisen van klinkers door middel van een graafmachine met schudbak © VSB Sierbestrating



In principe ondergaan gerecupereerde kleiklinkers geen andere behandelingen. Soms worden ze voor of tijdens het palletiseren handmatig of machinaal geborsteld of gespoeld. Sinds kort bestaan er in Nederland volledig geautomatiseerde reinigingsinstallaties die de klinkers reinigen/wassen, controleren op maatafwijkingen en ze rechtstreeks op pallets plaatsen volgens een specifiek verband, zodat ze bij hergebruik machinaal kunnen worden gelegd (zie § Toepassingen en plaatsing).

Klinkers die tijdens de demontage en de reiniging breken, zijn grotendeels onbruikbaar voor hergebruik. Toch kan een kleine hoeveelheid halve klinkers bewaard worden voor de aansluitingen en de hoeken, afhankelijk van het verband waarin de recuperatieklinkers gelegd zullen worden. Sommige professionele leveranciers kunnen ook deze tussenformaten leveren (o.a. $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$).

→ **Opslag en verpakking.** Niet-gesorteerde klinkers worden doorgaans buiten, in bulk opgeslagen. Na het sorteren worden de klinkers opnieuw in bulk opgeslagen of op pallets of in big bags verpakt.

Klinkers die klaar zijn voor plaatsing worden per homogene partij duidelijk gemarkeerd en gelabeld. Ze worden meestal per vierkante meter verkocht. De meeste leveranciers kunnen een technische fiche bezorgen waarin zowel de kenmerken van de klinkers (formaat, nominale afmetingen en toleranties, kleur, uitzicht, voorziene toepassingen) als hun herkomst vermeld staan.

Het is raadzaam om gespecialiseerde vakmensen in te schakelen om ervoor te zorgen dat deze handelingen goed worden uitgevoerd.



Opslag in big bags en op pallets © Opalis (VSB Sierbestrating)



Bulkopslag © Opalis (VSB Sierbestrating)



Bulkopslag van gerecupereerde kleiklinkers © Tuinmaterialen Meynen



Toepassingen en plaatsing

Recuperatieklinkers worden vooral gebruikt als modulaire elementen voor binnen- of buitenbestrating, blootgesteld aan matige (voetpaden, voetgangerszones, pleinen, boulevards, etc.) of zwaardere belastingen (autowegen, parkeerplaatsen, etc.). Ze zijn eveneens geschikt voor binnenvloeren, dakterrassen en civiel-technische toepassingen zoals keermuren, perrons, trappen, etc.

Over het algemeen verschilt de plaatsing van hergebruikklinkers niet van die van vergelijkbare nieuwe klinkers. De keuze voor een type klinker hangt af van de vereisten van de beoogde nieuwe toepassing: verkeer, weersomstandigheden, geluidsniveau, waterdoorlatendheid van de verharding, stedenbouwkundige voorschriften, etc. Of er voldaan wordt aan de gestelde eisen hangt, behalve van de klinker, ook in grote mate af van de plaatsingsmethode. Aandachtspunten zijn onder meer de aard van de fundering van de leglaag (zand, gestabiliseerd zand of mortel), de voegvulling, het soort verband, eventueel nog aanwezige zand- of mortelresten, etc. Ook de kwaliteit van de plaatsing kan bepalen of een bestrating al dan niet aan de verwachtingen voldoet (bv. ten aanzien van de vlakheid van het oppervlak). Er moet altijd rekening gehouden worden met de geldende nationale en Europese productnormen (met name EN 1344 voor buitenbestratingen), de regels van de kunst en de geldende uitvoeringsnormen.

Machinale plaatsing!

In Nederland is het sinds een tiental jaar voor openbare werken in de meeste omstandigheden wettelijk verplicht om de klinkers machinaal te leggen. Deze beslissing werd genomen vanwege de frequentie waarmee sommige bestratingen werden vervangen en vanwege de zware arbeidsomstandigheden. Om de klinkers machinaal te kunnen leggen, is het vaak nodig ze vooraf te palletiseren in het gewenste verband, wat nagenoeg geen ruimte laat voor kleine maatafwijkingen of afwijkende vormen. Deze methode is dus niet geschikt voor zeer onregelmatige klinkers (vaak zeer oude klinkers). Voor openbare werken is het aangewezen dat de aanbestedende overheid hierover tot een akkoord komt met de leveranciers.

Het legverband is van invloed op de esthetiek van het bestratingsoppervlak, het uitvoeringsgemak en het aantal passtukken dat meegeleverd of ter plekke gezaagd moeten worden. Sommige verbanden, zoals het visgraat- of keperverband, zijn beter bestand tegen gemotoriseerd verkeer (voertuigen die remmen, optrekken en draaien).

Door middel van een afkanting of afstandhouders kan de schade aan de randen voor toepassingen met zwaar verkeer worden beperkt. Maar deze klinkers worden dan weer niet aanbevolen voor oppervlakken voor voetgangers waar er bijvoorbeeld winkelwagens worden gebruikt (bv. winkelcentra).

Recuperatieklinkers worden doorgaans met de oude strek (d.w.z. de strek die zichtbaar was in de oorspronkelijke toepassing) naar boven gelegd, om het patina tot zijn recht te laten komen. Het is ook mogelijk de strekken om te keren of af te wisselen.

De volgende kenmerken kunnen worden beschreven en gespecificeerd bij het opstellen van de technische specificaties voor de levering van een partij hergebruikklinkers:

→ **Samenstelling van de partij.** De partij bestaat uit klinkers van hetzelfde model (formaat, eventueel kleur, met of zonder afstandhouders, met of zonder afkanting, etc.) In de meeste gevallen bieden professionele leveranciers partijen klinkers aan die homogeen zijn, maar van andere demontagewerven afkomstig zijn.

→ **Formaat.** De afmetingen van de klinkers moeten homogeen zijn. Partijen oude klinkers kunnen maatschommelingen vertonen ten opzichte van de standaardafmetingen beschreven in de § *Beschrijving van het materiaal*. Daarnaast kunnen lichte maatschommelingen tussen klinkers binnen eenzelfde partij ook voorkomen bij zeer oude klinkers. Over het algemeen stellen professionele leveranciers zo homogeen mogelijke partijen samen, maar partijen bestaande uit klinkers van verschillende lengte bestaan ook. Het projectteam dient de dimensionale tolerantie te bepalen, eventueel in overleg met een leverancier, op basis van de plaatsingsmethode.

Denk eraan dat de klinkers op hun kant of plat kunnen worden gelegd. Voor plaatsingsmethoden waarbij passtukken nodig zijn, moeten de afmetingen (o.a. 1/4, 2/4, 3/4) en de gewenste hoeveelheden worden opgegeven.

Denk omkeerbaar!

Bij sommige plaatsingsmethoden is het moeilijk of zelfs onmogelijk de klinkers te recupereren. Dat is namelijk het geval bij een vaste plaatsing met cementhoudende mortel. In die zin dient, waar mogelijk en bij vergelijkbare prestaties, de voorkeur te worden gegeven aan een losse plaatsing (zachte ondergrond, legbed en voegen van zand). Indien deze plaatsingsmethode vakkundig is uitgevoerd, is ze zeer goed bestand tegen belastingen, kan ze gemakkelijk worden hersteld en zal de bestrating niet omhoogkomen of scheuren.

→ **Kleur en uitzicht.** Verschillen in kleur en uitzicht komen vaak voor. In het geval van hergebruikklinkers zijn de verschillen voornamelijk te wijten aan de productiemethoden en de herkomst van de partijen. Partijen recuperatieklinkers van professionele handelaars zijn meestal voldoende gemengd om een goed esthetisch resultaat te bekomen. Bij twijfel kunnen de klinkers tijdens de plaatsing opnieuw worden gemengd. Aangezien de klinkers niet altijd op kleur zijn gesorteerd, kan ook worden gekozen voor een 'gemengd' oppervlak uit klinkers van verschillende kleuren. Men kan ook spelen met een al dan niet willekeurige afwisseling tussen gepatineerde en ongepatineerde strekken.

→ **Staat.** Behalve lichte zand- of mortelresten, kunnen gerecupereerde kleiklinkers ook lichte beschadigingen vertonen zoals oppervlakkige slijtagesporen, kleine afschilferingen, putjes, vlekken, verfstrengen, mossen, etc. Deze beschadigingen kunnen van invloed zijn op de technische en esthetische prestaties van de klinkers en hun nieuwe toepassing, maar vormen geen al te groot obstakel voor hergebruik (zie § *Eigenschappen en geschiktheid voor beoogd gebruik*). Het is de verantwoordelijkheid van het projectteam om een aanvaardbare graad van imperfectie te definiëren die rekening houdt met het beoogde gebruik en de plaatsingsmethode, door de aanvaarding of afwijzing van bepaalde gebreken te specificeren.



Ontwerptip!

Om de kans te vergroten de nodige hoeveelheid klinkers op de hergebruikmarkt te vinden, kan het projectteam ervoor kiezen om grote oppervlakken op te splitsen in kleinere partijen (bijvoorbeeld door het te verhard oppervlak onder te verdelen in zones met verschillende types klinkers).

→ **Hoeveelheid.** Sommige leveranciers kunnen bij de levering van het product een extra hoeveelheid voorzien als ze niet de absolute homogeniteit van de hierboven vermelde kenmerken kunnen garanderen. Ook in het geval van hergebruik in situ dient men hiermee rekening te houden.

Het is aangeraden om onmiddellijk voldoende klinkers te bestellen, om het risico te beperken dat een bepaald type klinker niet meer beschikbaar is op de markt voor latere bijbestellingen. Ook kan het nuttig zijn een reservevoorraad klinkers te voorzien voor eventuele latere herstellingen.

De meeste professionele leveranciers kunnen garanderen dat de geleverde partijen aan deze eisen voldoen. Over het algemeen worden gerecupereerde bouwmaterialen verkocht 'as is' (in de staat waarin ze verkeren). De verkoopvoorwaarden kunnen echter specifieke garanties bevatten, eigen aan het materiaal. Bepaalde leveranciers kennen de herkomst van het materiaal en/of kunnen specifieke informatie verstrekken over het aangekochte product (zie de inleidende fiche voor meer informatie).



Renovatie van bestrating met hergebruikklinkers, Bergen (NL), 2020 © Stone Base



Aanleg van een plein met hergebruikklinkers, Macharen (NL), 2020 © Stone Base



Aanleg van een plein met hergebruikklinkers, Schijndel (NL), 2020 © Stone Base



Eigenschappen en geschiktheid voor beoogd gebruik

De geharmoniseerde Europese norm EN 1344 legt de relevante eigenschappen vast (in functie van de context) om de gebruiksgeschiktheid van nieuwe kleiklinkers voor binnen- of buitentoepassing te bepalen. Hoewel deze eigenschappen beschreven worden voor nieuwe producten, kunnen ze ook nuttig zijn om het specifieke geval van recuperatieklinkers te bekijken. Houd er rekening mee dat er op nationaal niveau soms aanvullende eisen gelden. Indien beschikbaar, kan de originele technische documentatie van de fabrikant waardevolle informatie verschaffen over de eigenschappen van het materiaal.

Tip!

Indien er prestaties moeten worden bepaald via laboratoriumtesten, dient er een representatieve staalname uitgevoerd te worden. Het aantal en de afmetingen van de te nemen stalen zijn afhankelijk van het soort test dat moet worden uitgevoerd, en de bemonsteringsprocedure dient nauwkeurig gevolgd te worden. Het is aangeraden hiervoor beroep te doen op een specialist. De nodige testen kunnen worden bepaald in functie van de oorspronkelijke en nieuwe toepassing van de klinkers.

Eigenschappen	Commentaar
Afmetingen (lengte, breedte, dikte)	<p>Deze kenmerken hangen nauw samen met de slijtagegraad van de klinkers en de kwaliteit van de sortering. Een nauwkeurig visueel onderzoek van de partij volstaat vaak om deze eigenschap na te gaan. De norm EN 1344 specificeert dat de toelaatbare afwijking ten opzichte van de nominale afmetingen niet groter mag zijn dan $0,4 \sqrt{d}$ (waarin d de fabrieksmaat is. In geval van hergebruik kan d de gemiddelde maat zijn van de partij).</p> <p>In de praktijk kan de maatafwijking van klinkers nagekeken worden door willekeurig geselecteerde klinkers tegen elkaar te leggen. Over het algemeen voldoen nieuwere en goed gesorteerde partijen klinkers aan de maateisen van de meeste toepassingen. Voor partijen oude klinkers is het raadzaam om samen met de leverancier de aanvaardbare maattolerantie te bepalen, afhankelijk van de toepassing en de plaatsingsmethode (zie ook het kader over 'machinale plaatsing!').</p>
Massadichtheid	De massadichtheid van kleiklinkers is doorgaans hoger dan 1.700 kg/m^3 . Deze eigenschap kan eenvoudig worden nagegaan met een weegschaal en een meter of preciezer worden bepaald in een laboratorium.
Porositeit en waterabsorptie	Door hun hoge massadichtheid is de porositeit van kleiklinkers doorgaans laag genoeg om ervoor te zorgen dat ze waterdicht zijn. Deze eigenschap verandert slechts weinig in de loop der tijd. Partijen oude klinkers behouden over het algemeen goede eigenschappen op dit vlak. Niettemin moet bijzondere aandacht worden besteed aan de staat van de klinkers (zie § 'Recuperatie van het materiaal'). De porositeit of de waterabsorptie kan ook nauwkeurig worden bepaald door middel van laboratoriumproeven.
Weerstand tegen vries-dooicycli (en tegen strooizout)	De herkomst en de staat van een partij klinkers kan een nuttige indicatie geven van hun weerstand tegen vorst/dooi. Zo zullen klinkers die in goede staat verkeren en werden uitgedroogd in een gebied waar intense vries-dooicycli voorkomen, hoogstwaarschijnlijk goede vorstbestendig zijn. Bij twijfel kan dit door middel van laboratoriumproeven worden nagegaan. Hetzelfde geldt voor de weerstand tegen dooizout.
Mechanische sterkte	<p>Deze eigenschap geeft aan in welke mate het materiaal bestand is tegen belastingen. De belastingen kunnen sterk variëren naargelang de toepassing (o.a. statisch t.g.v. dynamisch, voetgangerszone t.g.v. rijweg). De sterkte van een klinker is onder andere afhankelijk van zijn dikte. Deze eis wordt bepaald door de toepassing van een klinker. Zo moeten klinkers voor wegen met veel verkeer over het algemeen minimaal 80 mm dik zijn.</p> <p>De toepassing bepaalt dus de vereiste dikte en, bij uitbreiding, de plaatsingswijze. Sommige kleiklinkers kunnen in verschillende richtingen worden gelegd, bijvoorbeeld plat en op hun kant. In de praktijk worden klinkers met een hoogte van minder dan 40 mm op een gestabiliseerd zandbed of mortelbed gelegd, niet op een zacht zandbed. Bij klinkers die op een zacht bed worden gelegd, mag de verhouding tussen de lengte en de hoogte niet meer dan 6 mm bedragen.</p> <p>Informatie over de oorspronkelijke weg kan soms helpen om deze eigenschap te beoordelen (bv. klinkers in goede staat die afkomstig zijn van een straat met druk autoverkeer leveren in zekere zin een bewijs van hun goede mechanische sterkte). Indien nodig kunnen precieze metingen worden uitgevoerd adhv een driepuntsbuigproef in een laboratorium.</p>

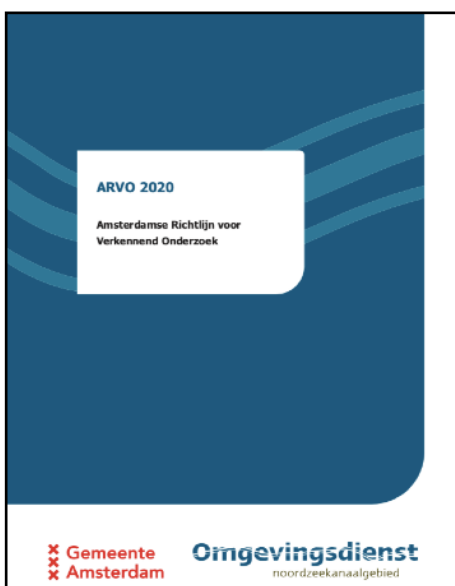


Eigenschappen	Commentaar
Slijtsterkte	Deze eigenschap heeft betrekking op het zichtbare oppervlak van een klinker. Een beoordeling van de slijtageomstandigheden van de oorspronkelijke rijweg (bv. verkeersdrukte, leeftijd, etc.) in combinatie met het nakijken van de afmetingen van de klinkers geeft meestal een goed idee van de weerstand tegen slijtage van de elementen. Indien nodig kan de slijtvastheid ook nauwkeurig worden bepaald door middel van laboratoriumproeven.
Glij- en slipweerstand (stroefheid)	Deze eigenschap beïnvloedt het comfort en de veiligheid van de gebruikers. Ze wordt bepaald door de textuur van de klinkers, hun slijtagegraad en de kenmerken van de voegen (o.a. dichtheid, dikte, etc.), en kan in de loop der tijd veranderen. Over het algemeen bezitten gerecupereerde kleiklinkers met een ruw uitzicht een voldoende stroefheid. Bovendien kunnen de klinkers tijdens hun plaatsing opnieuw licht worden geschuurd door het voegproces. De glij- (voetgangers) en slipweerstand (auto's) kunnen nauwkeurig bepaald worden via laboratoriumproeven indien nodig.
Brandgedrag en brandwerendheid	De aard en de samenstelling van het materiaal voldoen aan de eisen voor brandreactieklasse A1 volgens EN 13501-1. Het is niet nodig deze eis na te gaan als de klinkers niet meer dan 1 massaprocent organisch materiaal bevatten (wat bijna altijd het geval is vanwege het bakproces) en indien er geen bescherm laag op de klinkers is aangebracht.

Gevaarlijke stoffen en voorzorgsmaatregelen

- **Uitloging.** In 2017 heeft de stad Amsterdam een studie laten uitvoeren over de uitloging van kleiklinkers op haar grondgebied. Hieruit bleek dat in de onderzochte materialen geen enkele onaanvaardbare vorm van uitloging werd aangetroffen. Het rapport komt tot het besluit dat voor zover de klinkers niet van buitenaf verontreinigd zijn, alle stuks die op haar grondgebied aanwezig zijn én alle klinkers die vergelijkbaar zijn qua leeftijd, soort en samenstelling, vanuit gezondheids- en milieuoogpunt mogen worden hergebruikt.
- **Oppervlakteverontreiniging door olie.** De stad Amsterdam stelt ook dat een beperkte oppervlakteverontreiniging met olie aanvaardbaar is (max 0,5 m² per vervuild oppervlak). Andere vormen van oppervlakteverontreiniging zijn niet toegestaan, ongeacht de oppervlakte.
- **Asbest en teer.** Funderingen die met asbest of teer verontreinigd zijn, kunnen ook de klinkers aantasten.

Referenties



Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied, 'Zijn steentje bijdragen aan het bouwwerk. Een leidraad voor hergebruik van bestratingmaterialen in de gemeente Amsterdam', 2018.
https://assets.amsterdam.nl/publish/pages/909255/gams2020049_arvo_rapport_r1.pdf



'De mate van hergebruik van straatbakstenen in Nederland'. Samenvatting van het eindrapport van het Koninklijk Verbond van Nederlandse Baksteenfabrikanten, 2009.
<https://www.knb-keramiek.nl/media/2264/9v1632-samenvatting-eindrapport-30nov.pdf>



Beschikbaarheid

De professionele markt voor gerecupereerde kleiklinkers is zeer uitgebreid. De beschikbare hoeveelheden variëren per leverancier. Sommige handelaars richten zich specifiek op particulieren dan wel gemeenten, wat een invloed heeft op de grootte van de partijen die ze aanbieden.

Ter informatie, voor partijen recuperatieklinkers van hetzelfde model:

Vaak	< 100 m ²
Af en toe	100 → 500 m ²
Zelden	> 500 m ²

Gespecialiseerde leveranciers vinden



salvoweb.com

opalis.eu

Richtprijzen op de hergebruikmarkt (exclusief BTW)

Aan de hand van een niet-exhaustieve steekproef van de West-Europese hergebruikmarkt (België, Frankrijk, Groot-Brittannië en Nederland) konden enkele richtprijzen worden afgeleid. Deze verschillen naargelang de beschikbaarheid van het formaat en het type klinker, maar ook naargelang de mate van sortering. Gesorteerde klinkers zijn meestal duurder dan niet gesorteerde, maar zijn ook makkelijker te plaatsen.

- *Waalformaat:* € 20 - 60/m²
- *Dikformaat:* € 20 - 40/m²
- *Kiezelformaat:* € 20 - 35/m²
- *Rijnformaat:* € 35 - 60/m²
- *Ijselformaat:* € 60 - 120/m²

Met kleine klinkers zijn er meer stuks nodig om dezelfde oppervlakte te bedekken. Bovendien zullen ook de plaatsingskosten hoger zijn.

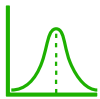


Geautomatiseerd reinigings- en verpakkingsproces van gerecupereerde kleiklinkers.
© NH Nieuws, 2018
(<https://www.youtube.com/watch?v=lmeWIMkrwoU>)

Embodied carbon (cradle to gate - production A1-A3)

	kg CO ₂ eq./m ²	kg CO ₂ eq./kg
Databank OEKOBAUDAT (DE) - average dataset - Facing Bricks, Clay Pavers and Brick Slips *	26,1	255,5
Databank NIBE (NL) - kleiklinkers voor wegen, dikformaat, levensduur 75 jaar *	52,6	515,7

* Indicatieve waarden voor klinkers van 60 mm dik met een massadichtheid van 1700 kg/m³.



Naargelang de bron voorkomt het hergebruik van 100 m² recuperatieklinkers de uitstoot van ~2.610 tot ~5.260 kg CO₂ eq. gerelateerd aan de productie van nieuwe kleiklinkers (enkel de productiefase). Dit komt overeen met de uitstoot van een kleine dieselauto over een afstand van ~15.600 tot ~31.500 km.