

INNOVATIEVE RECYCLINGSMETHODEN

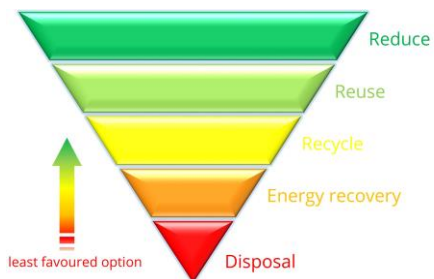
Gert van der Wegen

SGS INTRON

Hergebruik bouw- en sloopafval



- Europa: 900 Mton/j BSA, waarvan 500 Mton/j in EU
- Hergebruik in EU: <50% (wereldwijd nog veel lager)
- Ambitie EU: >70% in 2020 (Waste Framework Directive)



- NL is wereldkampioen: al >20 jaar bijna 100% hergebruikt!
- Jaarlijks ca. 20 Mton BSA, waarvan ca. 12 Mton betonpuin
- Slechts 5% betonpuin hergebruikt als granulaat in beton



■ Betonakkoord doelstellingen 2030:

- Vermindering CO₂-uitstoot tov 1990: 30% (intentie 49%)
- 100% hoogwaardig hergebruik vrijkomend beton (grondstoffen, elementen en componenten)
- Per direct: minimaal 5 % (V/V) van totale volume toeslagmaterialen vervangen door betonreststromen
- Bevorderen van innovaties, verduurzaming beton,
-
- Maar met behoud van de kwaliteit (levensduur, robuustheid)

Invloed cementsteen in betongranulaat

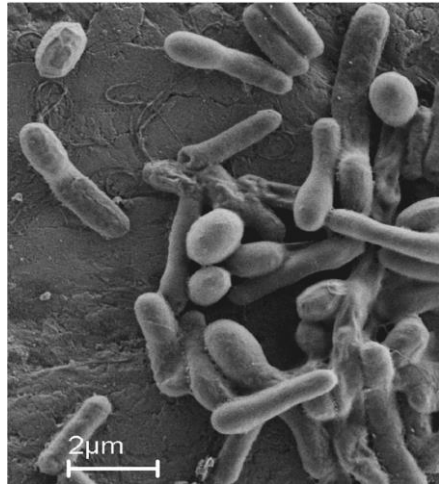
- Beton bevat ca. 25% m/m cementsteen
- Kan nadelige invloed hebben op:
 - Specie-eigenschappen: waterabsorptie (verwerkbaarheid)
 - Constructieve eigenschappen: sterkte, E-modulus, krimp, kruip, ...
 - Levensduur: permeabiliteit en daarmee mogelijk op bepaalde aantastingsmechanismen



- Innovatieve recyclingsmethoden:
betonpuin → grind + zand + nieuw bindmiddel / vulstof

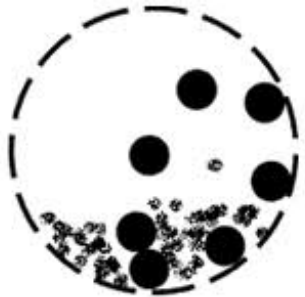
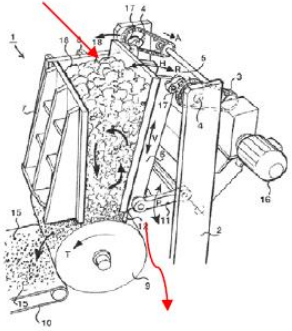
Verbeteren kwaliteit betongranulaat door:

- Verwijderen aangehechte cementsteen
- Verbeteren kwaliteit aangehechte cementsteen

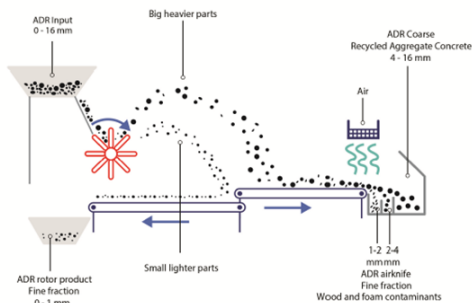


- Polymeeremulsies (PVA, silaan, ...)
 - Suspensies puzzolanen (vliegas, silica fume, ...)
 - Carbonatatie (versneld bij hoge CO₂-gehalten)
 - Waterglas (natriumsilicaat)
 - Biologische afzetting CaCO₃ (S.pasteurii-bacterie)
- ➡ economisch onaantrekkelijk en/of moeilijk op praktijk-schaal toe te passen

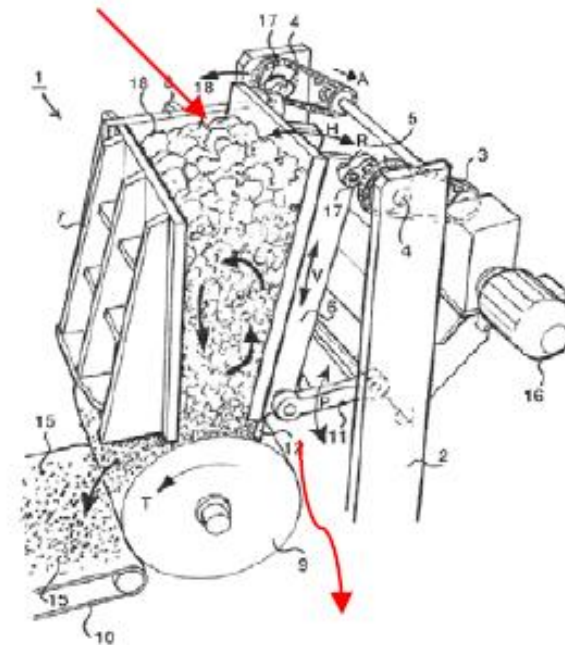
Mechanische methoden



- SmartCrusher / Smart Liberator
- Combinaties van breken en (vervolgens) malen:
 - Kogelmolen (met/zonder vallen kogels)
 - Malen met cilindervormige lichamen
 - Autogeen malen (geen maallichamen)
- ➡ oppassen voor teveel breken/verkleinen toeslagmateriaal
- Advanced Dry Recovery (ADR) als scheidingstechniek



- SmartCrusher / Smart Liberator (Smart Circular Products)
- Breekt op basis van afschuiving ipv druk
- Maakt slim gebruik van poreuze grenslaag tussen cementsteen en toeslagmateriaal
- Autogeen malen

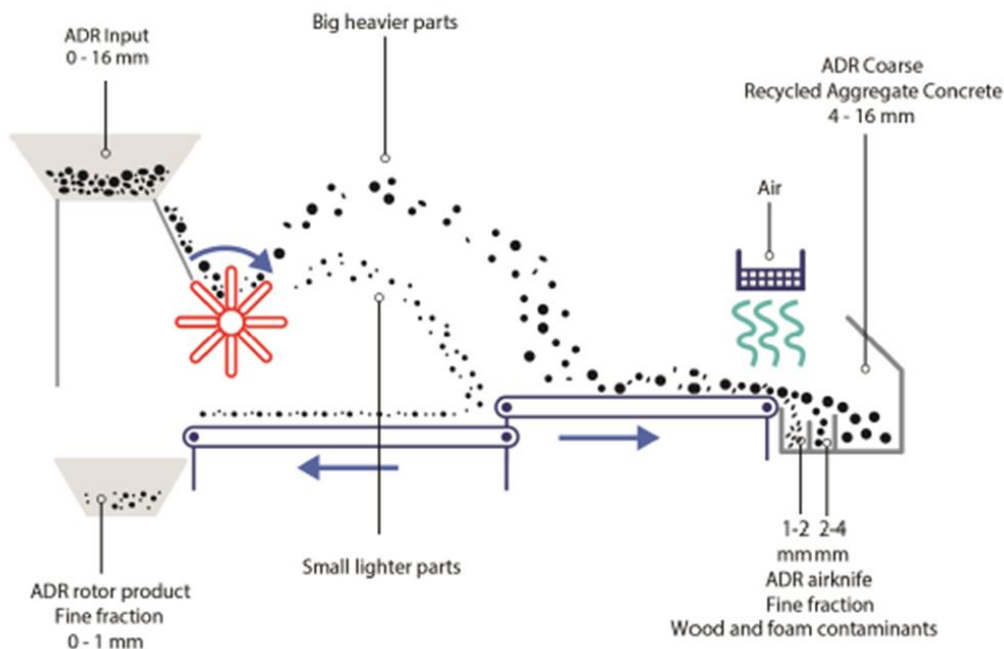


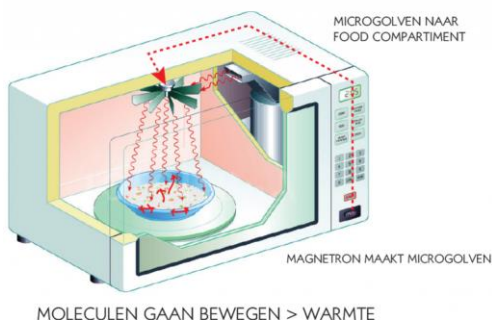
- Invoer: voorgebroken betonpuin (0-45 mm)
- Uitvoer: 4-32 mm, 0,2-4 mm en 0-0,2 mm (2 poederfracties)



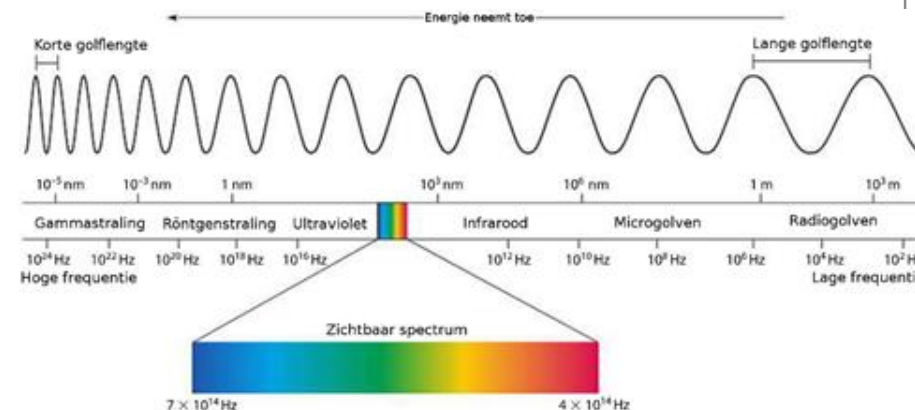
Advanced Dry Recovery (ADR)

- Ontwikkeld door TU Delft; toegepast C2CA (GBN + TU Delft)
- Invoer: met kaakbreker en rotorbreker bewerkte betonpuin tot betongranulaat 0-16/22 mm
- Uitvoer: 4-16/22 mm, 1-4 mm en 0-1 mm





- Vaak in combinatie met mechanische methoden
- Thermische spanningen en dehydratatie van CSH en CAH: verzwakken en/of onthechten cementsteen van oorspronkelijk toeslagmateriaal
- Verhitten door hete lucht of elektromagnetische straling (microgolven) $T=300-600\text{ }^{\circ}\text{C}$
hogere T : ontleding van CaCO_3
- Vorstdooicycli nat betongranulaat (vele cycli + schade aan toeslagmateriaal)



- TU Delft + GBN
- Kaakbreker/rotorbreker: breken 0-20 mm
- ADR: 0-1 mm, 1-4 mm en 4-20 mm fracties

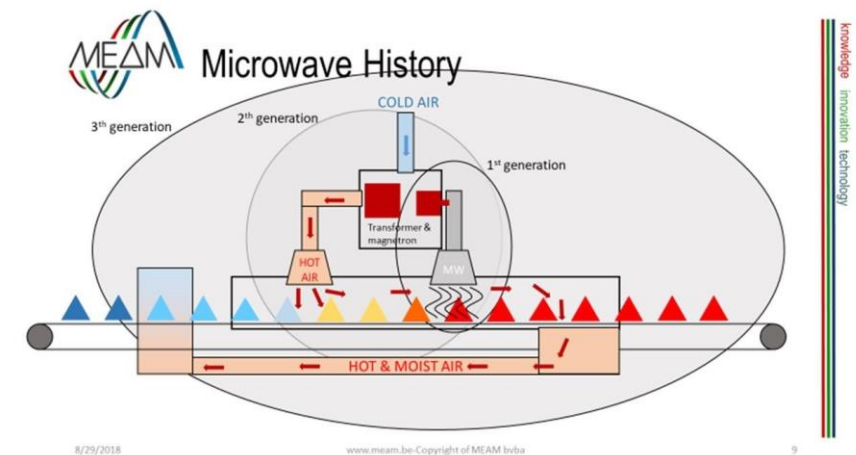


- Heated Air-classification System (HAS; ca. 600°C):
0-0,25 mm en 0,25-4 mm





- Interreg-project ‘Van beton naar hoogwaardig beton’:
toegevoegde waarde van microgolventechniek
 - verzwakken cementsteen voorafgaand aan breekproces
 - dehydratatie van cementsteen tot bindmiddel/vulstof
- Tot dusver verkregen resultaten zijn perspectiefvol ook voor
hergebruik vulstoffractie



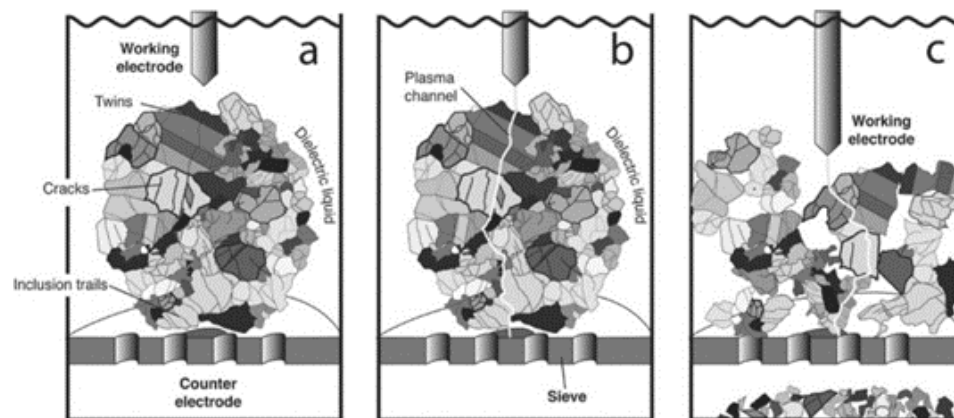
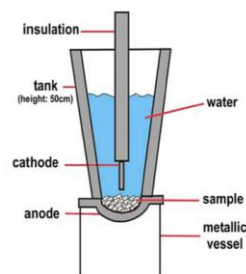
- ElectroDynamic Fragmentation (EDF)
- In waterbad: serie ultrakorte pulsen ($0,2 \mu\text{s}$; 100 kV)
- Plasma-ontladingen op grensvlakken materiaalcomponenten
→ thermische expansies en schokgolven
- Fraunhofer IBP (D) en Selfrag (CH)

Pulsed power processing

Voltage:
90 – 200 kV

Amperage:
6 – 20 kA

Energy of pulse:
10 – 100 J

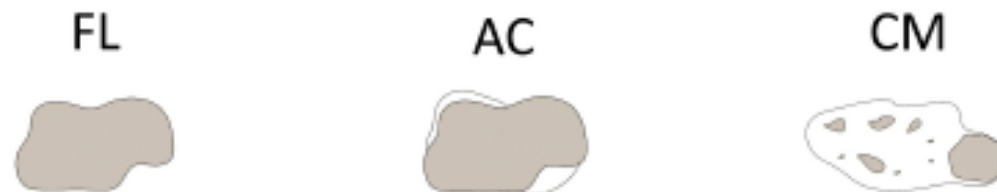




- Indien toeslagmateriaal zuurbestendig is: cementsteen oplossen in zuur
- Onderzochte zuren: zoutzuur, zwavelzuur en fosforzuur
- Zoutzuur meest effectief
- Indien toeslagmateriaal oplost in zuur: oplossen in salicylzuur

- Kostbaar en ongewenste neveneffecten: nauwelijks toegepast in de praktijk

- MW als voorbehandeling breker en EDF:



korrelklasse	breker	MW+breker	EDF	MW+EDF
Geen CS (FL)	20%	33%	77%	78%
Aangehecht CS (AC)	23%	22%	11%	7%
Korrels + CS (CM)	57%	45%	13%	16%

CS = cementsteen

BEHANDELINGSMETHODE	WATER- ABSORPTIE (%M/M)	KORREL- DICHTHEID (KG/M ³)	GEHALTE MORTEL (%M/M)
onbehandeld	4,2	2370	47
enkel malen in kogelmolen	3,5	2410	34
enkel verhitten 2 uur 300 °C	4,1	2380	44
verhitten 2 uur 300 °C + malen in kogelmolen	3,3	2430	31
enkel microgolven 1 minuut	2,8	2460	24
microgolven 1 minuut + malen in kogelmolen	1,1	2550	7
oplossen in 1 molair zwavelzuur: 24 uur	3,5	2410	34
120 uur	1,6	2500	13

Toepassingsmogelijkheden cementsteen



Mogelijke toepassingen cementsteen(poeder):

- Grondstof voor klinkerproductie
- Grondstof voor mengcementen, afhankelijk van reactiviteit (eventueel na volledige carbonatatie)
- Als inerte vulstof (type I)
- Als reactieve vulstof (type II) met gedeeltelijke vervanging van cement

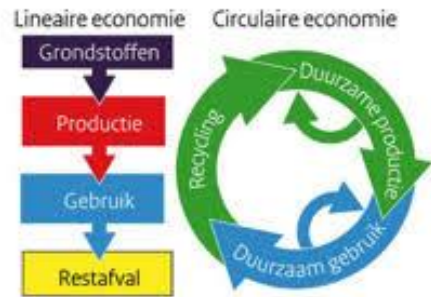




- NEN-EN 206/NEN 8005 max. vervanging grove fractie: MK X0 = 50%; andere MK = 30% (type A1: $>2200 \text{ kg/m}^3$)
- CUR-Aanbeveling 112:
Onder voorwaarden tot 100% vervanging grof toeslagmateriaal, waarbij boven 50% vervanging correctiefactoren voor constructieve eigenschappen
- CROW-WG Innovatieve recyclingstechnieken:
Onderzoek invloed gehalte resterende cementsteen op constructieve eigenschappen en duurzaamheid →
CROW-CUR aanbeveling (eind 2020): klasse-indeling
- BRL 1804: type I vulstof in beton en mortel



- Met de innovatieve recyclingsmethoden kunnen we steeds beter de cementsteen scheiden van het oorspronkelijk toegepaste fijne en grove toeslagmateriaal
- Hierdoor kunnen we dit gerecyclede fijne en grove toeslagmateriaal in steeds hogere % toepassen in nieuw beton
- De (verpoederde) cementsteen kan dienen als een nieuwe vulstof en/of bindmiddel
- Het ideale beeld van een gesloten kringloop voor beton!



Binnen 10 jaar wordt alle betonpuin weer verwerkt
tot nieuw zand, grind en bindmiddel/vulstof



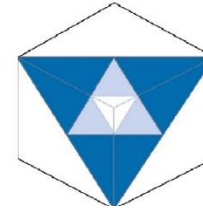
Bedankt voor uw aandacht,
zijn er nog vragen?



BETONIEK



STUTECH



STUBECO

Welke prestaties heeft mijn geleverde beton eigenlijk?

door Ton van Beek (SKG-IKOB) en Mario de Rooij (TNO)

