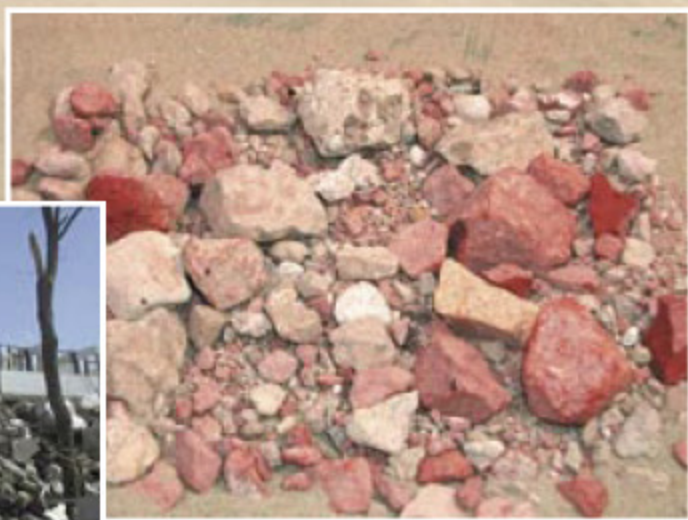


Scenariostudie BSA-granulaten

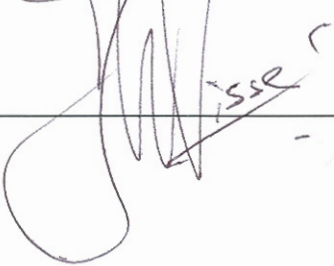
aanbod en afzet van 2005 tot 2025



SCENARIOSTUDIE BSA-GRANULATEN

aanbod en afzet van 2005 tot 2025

mei 2006

1.	Rapport nr. DWW-2006-058	2.	Serie nr. n.v.t.	3.	ISBN nr. 90-369-5618-8	
4.	Titel en sub-titel Scenariostudie BSA-granulaten <i>Aanbod en afzet van 2005 tot 2025</i>			5.	Datum rapport juli 2006	
				6.	Code uitvoerende organisatie: n.v.t.	
7.	Schrijvers: Dr. U. Hofstra, Ing. B. van Bree: INTRON Ir. R. de Wildt, J. Neele: RIGO			8.	Nr. rapport uitvoerende organisatie A829740/R20050303/Uho/eal	
9.	Naam en adres opdrachtnemer INTRON B.V. Postbus 5187 6130 PD SITTARD	(intern) Rijkswaterstaat, DWW Expertisecentrum Bouwstoffen Postbus 5044, 2600 GA DELFT	10.	Projectnaam GM/VIBO/Monitoring	11.	contractnummer DWW-2767
12.	Naam en adres opdrachtgever VIBO (Verkeer en Waterstaat IPO Bouwgrondstoffen Onderzoek) p/a Rijkswaterstaat Dienst Weg en Waterbouwkunde Postbus 5044, 2600 GA DELFT			13.	Type rapport Scenariostudie	
				14.	Code andere opdrachtgever	
15. Opmerkingen: Contactpersonen: H.S. Pietersen of H.A. Rijnsburger (015-2518278)						
16. Referaat Deze studie biedt een beeld van de ontwikkeling van de stroom steenachting bouw- en sloopafval (BSA) in de periode tot 2025. De omvang, afzet en samenstelling van deze afvalstroom zijn geprognosticeerd op basis van historische informatie over materiaalgebruik en informatie over ontwikkelingen in de bouw- en sloopsector. De verwachting is dat de stroom steenachtig BSA zal groeien van 17 miljoen ton in 2003 naar 30±4 miljoen ton in 2025, een groei van ruim 70%. De deelstroom betonpuin verdubbelt in die periode van 10,5 tot 22 miljoen ton. Indicatief wordt aangegeven dat de stroom niet-steenachtig bouw- en sloopafval met een zelfde factor zal groeien. De consequentie van de groei van het aanbod is dat volledige afzet van het aanbod aan recyclinggranulaten als wegfunderingsmateriaal niet langer mogelijk is. Wel lijken er goede mogelijkheden te zijn voor afzet als fundering onder gebouwen. Een derde mogelijke afzetroute voor granulaten is toeslagmateriaal voor in beton. Uit een analyse van de financieel-economische haalbaarheid blijkt dat de haalbaarheid hiervan sterk afhangt van de wijze waarop met de fijne fractie van het granulaat wordt omgegaan. Dit project is uitgevoerd in het kader van het VIBO-programma van Verkeer en Waterstaat en het Interprovinciaal Overleg.						
17. Trefwoorden: grondstoffen, toeslagmaterialen, BSA-granulaten, steenachtige bouw- en sloopafval (BSA), hergebruik, vraag en aanbod, beschikbaarheid, scenariostudie.			18. Distributie systeem Verkrijgbaar bij de Dienst Weg- en Waterbouwkunde, T.a.v. Mw. M.A. Schomaker, Tel: 015-2518 308			
19.	Classificatie	20.	Classificatie deze pagina	21.	Aantal blz.: 136	
				22.	Prijs: n.v.t.	
23.	Acceptatie projectleider H. A. Rijnsburger 	24.	Acceptatie programmamanager dr. H.S. Pietersen 	25.	Acceptatie afdelingshoofd ir. J.W. Visser 	

- 11/7 '06

VOORWOORD

Deze rapportage bevat de resultaten van een scenariostudie die INTRON samen met RIGO te Amsterdam en Van Ruiten Adviesbureau te Bussum heeft uitgevoerd naar de ontwikkeling van de hoeveelheid steenachtig bouw- en sloopafval in het algemeen en de afzetmogelijkheden van de hieruit geproduceerde producten als toeslagmateriaal voor beton in het bijzonder. Omdat de toekomst zich moeilijk laat voorspellen is de in deze studie gehanteerde methodiek tevens verwerkt in een Excel-model. De gevolgen van wijzigingen in aannames op de uitkomsten in dit rapport kunnen op deze wijze eenvoudig inzichtelijk gemaakt worden.

Het project is uitgevoerd onder begeleiding van een commissie bestaande uit de volgende personen en instellingen:

- dhr. J. Broers, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW)
- dhr. M. de Vries, Branchevereniging Breken en Sorteren (BRBS)
- dhr. G. van den Berghe, SenterNovem Uitvoering Afvalbeheer
- dhr. M. van der Poel, VOBN
- mw. A. Agterberg, Provincie Utrecht
- mw. I. Roelse, Provincie Noord-Brabant (corresponderend)

Daarnaast willen wij de directies van Theo Pouw te Utrecht, Van Dalen te Huissen en 2R Beheer te Hengelo danken voor het delen van hun praktijkervaringen en inzichten.

Het project maakt deel uit van het VIBO-onderzoeksprogramma dat zich richt op de toepassing van grondstoffen in de bouw en specifiek op onderzoek naar alternatieven voor de winning van beton- en metselzand.

Samenvatting 7

1	Inleiding 15
2	Definitie steenachtig bouw- en sloopafval in dit rapport 19
3	Ontwikkeling van materiaalgebruik en de invloed hiervan op het aanbod van BSA-granulaat 21
3.1	Cement 21
3.2	Beton 21
3.3	Baksteengebruik en overige metselwerkmaterialen 23
3.4	Overige steenachtige bouwmaterialen met name asfalt en funderingen 25
3.5	Historisch materiaalgebruik en samenstelling bouwafval, renovatie-afval en sloopafval 26
4	Beschrijving van het model voor de berekening van het aanbod van en de vraag naar BSA-granulaat 27
4.1	Mogelijke modellen 27
4.2	Vertrekpunten voor het toegepast model 28
4.3	CPB-scenario's 29
4.4	Model voor aanbod vanuit 4 sectoren 30
4.4.1	Woningbouwsector 32
4.4.2	Utiliteitsbouw 32
4.4.3	GWV-sector 33
4.5	Model voor vraag 33
4.5.1	Funderingslaag in de wegenbouw 33
4.5.2	Funderingslaag in de bouw 36
4.5.3	Toeslagmateriaal in beton 36
4.5.4	Ophoogmateriaal 36
5	Ontwikkelingen in aanbod steenachtig BSA tot 2025 vanuit sectoren 39
5.1	Woningbouwmarkt 39
5.1.1	Relevante ontwikkelingen in de woningbouw 39
5.1.2	Sloopafval 40
5.1.3	Gehanteerde bouwmethoden en materiaalgebruik in woningen in relatie tot sloop 44
5.1.4	Ontwikkelingen in aanbod van steenachtig BSA uit de sloop van woningen 45
5.1.5	Renovatieafval 47
5.1.6	Bouwafval 48
5.1.7	Totaalbeeld woningbouw 48
5.1.8	Regio-invloeden 49
5.2	Utiliteitsmarkt 49
5.2.1	Relevante ontwikkelingen in de utiliteitsbouw 49

5.2.2	De huidige hoeveelheid steenachtig BSA geraamd	50
5.2.3	Gehanteerde bouwmethoden en materiaalgebruik in de utiliteit in relatie tot sloop	51
5.2.4	Sloopafval	51
5.2.4.1	Bedrijfsgebouwen	52
5.2.4.2	Kantoren	53
5.2.4.3	Gezondheidszorg	53
5.2.4.4	Onderwijs	54
5.2.4.5	Kassen, schuren en stallen	54
5.2.4.6	Winkels en overige	54
5.2.5	Totaalbeeld utiliteitsbouw	54
5.2.6	Regio-invloeden	56
5.3	GWV-markt	57
5.3.1	Relevante ontwikkelingen in de GWV	57
5.3.2	Wegenbouw	58
5.3.3	Bestaande funderingen uit de GWV	60
5.3.4	Slopen van kunstwerken	61
5.3.5	Rioolwerkzaamheden	62
5.3.6	Spoorbouw	64
5.3.7	Overige bronnen in de GWV-sector	64
5.3.8	Totaalbeeld GWV	65
5.3.9	Regio-invloeden	66
5.4	Betongehalte per regio	66
5.5	Overig bouw- en sloopafval	68
6	Gevoeligheidsanalyse	71
6.1	Woningbouw	71
6.2	Utiliteitsbouw	72
6.3	GWV-sector	72
6.4	Bouwmaterialensector	73
7	Ontwikkeling in de vraag naar steenachtig BSA tot 2025	75
7.1	Afzet in bestaande toepassingen	75
7.1.1	Wegenbouw	75
7.1.2	(Utiliteits)bouw	77
7.1.3	Overig	78
7.2	Afzet in nieuwe toepassingen	78
7.3	Toepassing van concurrerende materialen voor BSA-granulaat als funderingslaag	79
7.4	Toepassing als toeslagmateriaal voor beton	80
7.5	Toepassing van BSA-granulaten in ophogingen	82
8	Economische aspecten toepassing bouw- en sloopafval in beton	83
8.1	Meerkosten van het vervaardigen van 'betonkwaliteit materiaal'	83
8.2	Praktijkervaringen	88
9	Innovaties	91
10	Conclusies	95
	LITERATUUR	99

BIJLAGEN 101

Bijlage 1: Toelichting op de Excel-rekentool 103

Bijlage 2: Historisch cement- en betonmortelgebruik per provincie 111

Bijlage 3: CPB-scenario's [20] 117

Bijlage 4: Berekeningen woningbouwsector 123

**Bijlage 5: Berekening omvang steenachtig BSA-potentieel a.g.v.
riolering (excl. putten e.d.) 129**

**Bijlage 6: Berekening meerkosten productie toeslagmateriaal voor
beton in verschillende situaties 131**

Inleiding

In opdracht van Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde heeft INTRON een scenariostudie uitgevoerd naar de ontwikkelingen in het aanbod van steenachtig bouw- en sloopafval (BSA) en de vraag naar BSA-granulaten voor de periode 2005-2025. Deze studie maakt deel uit van het VIBO (V&W-IPO-Bouwgrondstoffen-Onderzoeksprogramma).

De achtergrond hiervan is de mogelijke toepassing van steenachtig BSA als zand- en grindvervanger in beton. Kennis over de ontwikkeling van de beschikbaarheid van steenachtig BSA is het doel van dit onderzoek.

Definitie

Alle BSA dat voor toepassing als toeslagmateriaal in beton in aanmerking komt is in ogenschouw genomen. Niet-steenachtig BSA, asfalt en oude funderingslagen zijn derhalve uitgesloten.

Historisch materiaalgebruik

Met de gedachte dat alles wat eens gebouwd is ooit weer in het afvalstadium zal terugkeren, kan een analyse van gebruikte bouwmaterialen naar soort en hoeveelheid een indicatie geven van de te verwachten samenstelling en hoeveelheid afval. Uit de analyse komt naar voren dat als gevolg van veranderde bouwmethodes in de toekomst steeds minder baksteen zal vrijkomen maar dat het betongehalte aanzienlijk zal stijgen. Kijkend naar de totale hoeveelheid gebruikte bouwmaterialen in het verleden is ook te verwachten dat de hoeveelheid sloopafval in de toekomst verder zal stijgen.

Model vraag en aanbod

Om een goede inschatting te maken van het aanbod aan steenachtig BSA is een inventarisatie gemaakt van bronnen en de voornaamste factoren die hierop van invloed zijn. Dit heeft geresulteerd in een model voor vraag en een model voor aanbod.

Het model aan aanbodzijde onderscheidt 4 sectoren:

- Woningbouwsector
- Utiliteitsbouw
- GWW-sector
- Bouwmaterialenindustrie.

Aan de vraagzijde worden eveneens 4 afzetmarkten onderscheiden:

- Wegenbouwsector
- Bouwsector
- Betonindustrie
- Ophoogmarkt

De afzet in de wegenbouwsector en de afzet in de bouwsector omvatten in de huidige situatie veruit het grootste deel. De afzet in de betonindustrie en de afzet in de ophoogmarkt zijn in de huidige situatie nog klein maar kunnen groeien.

Ontwikkelingen in aanbod

Door de ontwikkelingen in de vier sectoren afzonderlijk nader te bestuderen kan een voorspelling gedaan worden over de hoeveelheid steenachtig BSA die in 2025 te verwachten zal zijn.

De productie van steenachtig BSA in de bouwmaterialenindustrie wordt constant verondersteld op 0,45 Mton per jaar. De hoeveelheid afval uit deze sector wordt door de sector zelf zo klein mogelijk gehouden. Afval betekent immers productieverlies en verlies van grond- en hulpstoffen.

De ontwikkelingen in de woningbouw duiden op een sterke groei van de hoeveelheid steenachtig BSA. Procentueel is in deze sector de hoogste groei te verwachten. Enerzijds neemt de hoeveelheid materiaal per woning toe als gevolg van grotere woningen en een toenemend betongebruik, anderzijds zal het aantal te slopen woningen in de toekomst fors stijgen. Voor de woningbouwsector resulteert dit in een verwachte toename van de hoeveelheid steenachtig BSA van 4,1 Mton in 2003 naar ca. 9 Mton in 2025.

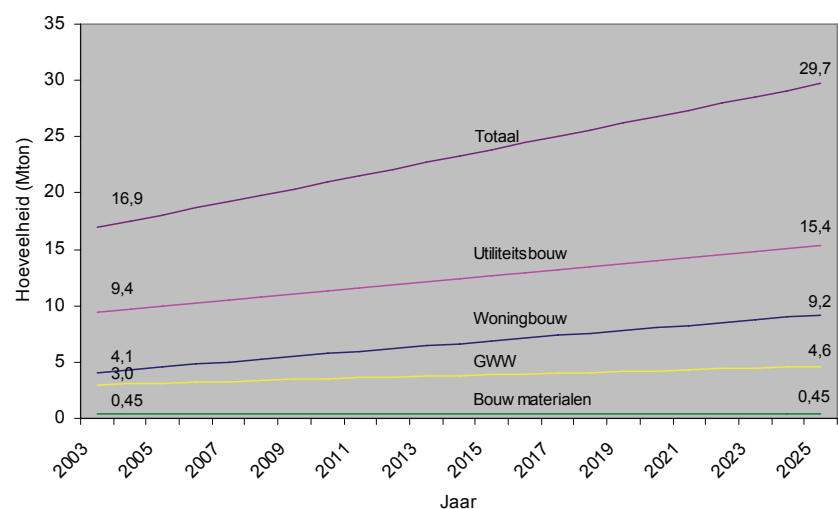
In de utiliteitsbouw verwachten we als gevolg van een sterke toename van de omvang van deze sector in het verleden en een sterke toename in het betongebruik binnen deze sector eveneens een toename in de hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA. Een toename van het gebruik van staalconstructies in plaats van metselwerk of beton remt deze groei. Uit een analyse van de ontwikkelingen in deze sector in het verleden blijkt dat de jaarlijks vrijkomende hoeveelheid steenachtig BSA uit de utiliteitsbouw (inclusief terreinverhardingen en bedrijfsinfrastructuur) enorm beïnvloed wordt door conjuncturele factoren. Over een langere termijn bezien zal de hoeveelheid stijgen. Een toename van 9,4 Mton in 2003 tot ca. 15 Mton in 2025 wordt verwacht.

Het aanbod vanuit de GWW-sector (excl. asfalt) blijkt zowel in de huidige situatie als in de toekomstige situatie relatief klein. Slechts een zeer beperkt deel van het aanbod aan steenachtig BSA komt voort uit activiteiten in de GWW-sector (wegverharding, kunstwerken, riolering). Een groter deel van het aanbod wordt weliswaar toegeschreven aan de GWW-sector maar blijkt na analyse meer verband te houden met ontwikkelingen in de utiliteitssector (terreinverhardingen, bedrijfsinfrastructuur, parkeerplaatsen, etc.). Verwacht wordt dat het totaalaanbod vanuit de GWW-sector zal stijgen van 3,0 Mton in 2003 tot ca. 5 Mton in 2025. Hierbij zijn asfalt en oude funderingslagen buiten beschouwing gebleven.

Het verwachte totaalaanbod aan steenachtig BSA vanuit de verschillende sectoren in Nederland zal daarmee geleidelijk toenemen van ca. 16,9 Mton in 2003 naar ca. 30 Mton in 2025. Zoals eerder gesteld is deze voorspelling aan tal van invloedsfactoren onderhevig. Verschillende CPB-scenario's zijn via deze invloedsfactoren opgenomen in het rekenmodel dat deel uitmaakt van deze rapportage. Uit een gevoeligheidsanalyse van de voornaamste invloedsfactoren in het model blijkt dat het verwachte totaalaanbod van steenachtig BSA in 2025 zal liggen tussen de 26 en 34 Mton.

Figuur S.1 geeft de ontwikkeling in het aanbod aan steenachtig BSA grafisch weer.

Figuur S.1: Grafische weergave ontwikkeling aanbod steenachtig BSA (excl. asfalt en oude puinfunderingen)



Samenstelling per landsdeel

Wanneer verschillende landsdelen afzonderlijk in ogenschouw worden genomen zien we dat de stijging in het aanbod van steenachtig BSA in alle landsdelen optreedt. Wel is er sprake van een verschil in de gemiddelde samenstelling van het steenachtig BSA per regio. Noord- en Oost-Nederland worden gekenmerkt door een lager aandeel betonpuin in het steenachtig BSA dan Zuid- en West-Nederland. Dit zal ook in 2025 nog het geval zijn, al zijn de verschillen tussen de landsdelen niet zo groot als cijfermateriaal in eerste instantie doet vermoeden. Door een toenemende gelijkmatige spreiding van de bevolking en werkgelegenheid over Nederland worden nemen deze verschillen verder af. Verwacht wordt dat het maximale verschil in betongehalte tussen verschillende landsdelen 20-25% bedraagt.

Ontwikkelingen in vraag

De wegenbouwsector alleen is nimmer in staat de volledige hoeveelheid BSA-granulaat af te nemen. Nu de inhaalslag bij reconstructiewerkzaamheden nagenoeg voltooid is, is de verwachting

is dat de vraag naar granulaat bij reconstructies daalt. De vraag naar BSA-granulaat in de wegenbouwsector zal in toenemende mate voortkomen uit nieuw aan te leggen wegen.

Toepassing van BSA-granulaat als funderingslaag in de (utiliteits)bouw vormt, samen met de wegenbouw, de belangrijkste afzet van BSA-granulaat. De ontwikkelingen in de utiliteitsbouw zijn echter sterk aan fluctuaties onderhevig. Aangenomen mag worden dat deze fluctuaties ook de voornaamste oorzaak zijn van de schommelingen in de vraag naar BSA-granulaat die de voorbije jaren waargenomen zijn. De toekomstige ontwikkelingen in de utiliteitsbouw zullen voor een belangrijk deel bepalen of sprake is van een overschot aan BSA-granulaat.

De vraag naar BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor toepassing in beton is op dit moment beperkt maar biedt voor de nabije toekomst grote mogelijkheden.

De vraag naar BSA-granulaat voor toepassing in ophogingen, anders dan onder bebouwing of bedrijfsterreinen, is in de huidige situatie gering en wordt voor de toekomst ook gezien als een laatste optie wanneer afzet in andere sectoren niet mogelijk is. De reden daarvoor ligt in de lage opbrengst voor ophoogmateriaal vanwege de grote beschikbaarheid van alternatieven (categorie I grond, gereinigde grond, AVI-bodemas, gereinigd TAG, etc.).

Toepassing als toeslagmateriaal in beton

De toepassing van BSA-granulaat als toeslagmateriaal in beton hangt voornamelijk af van de mate waarin BSA-granulaat kan concurreren met natuurlijk toeslagmateriaal. De concurrentiepositie van BSA-granulaat t.o.v. grind wordt grotendeels bepaald door de gekozen productietechniek en de kosten voor logistiek. De ligging van productielocaties t.o.v. grindwinningen en de bereikbaarheid van productielocaties en potentiële afnemers over de weg en over water spelen een belangrijke rol. Daarnaast heeft de import van natuurlijke grondstoffen een remmende werking op de toepassing van BSA-granulaat.

De extra kosten voor de bewerking van BSA-granulaten tot toeslagmateriaal voor beton bestaan uit:

- kosten voor aanvullende / verbeterde scheidingstechnieken + afvoer van afval
- afzetkosten van de fijne fractie (bij afzet als grof toeslagmateriaal)
- lagere acceptatietarieven voor schoon BSA-puin (bij selectieve inname)

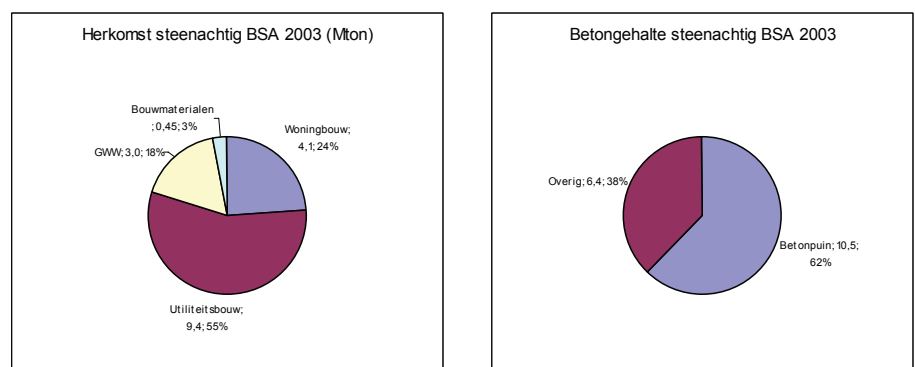
De gekozen productietechniek hangt voor een groot deel af van de eisen die afnemers stellen aan het eindproduct. Gebleken is dat deze eisen in praktijk sterk variëren. Hoewel de eisen voor toeslagmaterialen zijn vastgelegd in normen blijken tal van producten te worden toegepast. Momenteel worden diverse productietechnieken toegepast

zonder dat duidelijk is welke de meest geschikte is. Essentieel hierbij is de wijze waarop omgegaan wordt met de fijne fractie (doorgaans 0-4 mm) in het granulaat. In de praktijk lijkt deze fijne fractie in een aantal gevallen samen met het grovere BSA-granulaat ingezet te kunnen worden als toeslagmateriaal in beton, in een aantal gevallen afzet te vinden als categorie I bouwstof in de wegenbouw en in een aantal gevallen beschouwd te worden als een afvalstof die voor verdere behandeling wordt afgevoerd naar een reinigings- c.q. classificeerinstallatie. De situatie waarin de fijne fractie beschouwd wordt als afvalstof die verder bewerkt moet worden is kritisch voor de haalbaarheid van toepassing van betongranulaat als toeslagmateriaal. Ten behoeve van de toepassing van de fijne fractie in betonmortel worden momenteel studies verricht naar de technische haalbaarheid en wordt bekeken wat eventuele gevolgen zijn van een dergelijke toepassing voor bijvoorbeeld het gebruik van fijner zand in beton. In dit kader wordt momenteel een CUR-aanbeveling geschreven (CUR-aanbeveling 105)

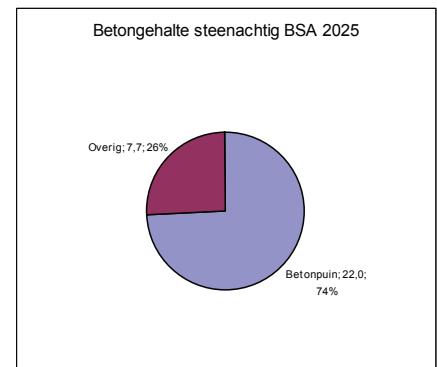
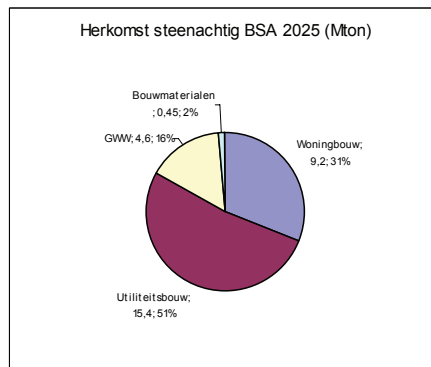
In de concurrentiepositie van BSA-granulaat ten opzichte van grind zijn locale logistieke aspecten dan zwaarwegend. Wanneer productie van BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor beton mogelijk is tegen een aanmerkelijk lager tarief dan lokaal geldende tarieven voor grind blijken bedrijven al gauw genegen om tot productie over te gaan. De beschikbaarheid van voldoende geschikt steenachtig BSA is dan enigszins van invloed maar blijkt niet doorslaggevend.

Naast de toepassing van betongranulaat als toeslagmateriaal in beton wordt in de praktijk de toepassing van menggranulaat niet uitgesloten. In regio's met een relatief kleiner aanbod aan betonpuin wordt op dit moment reeds invulling gegeven aan deze toepassing.

Figuur S.2: Verdeling steenachtig BSA naar herkomst en ontwikkeling betongehalte



-vervolg figuur S2 op volgende pagina-



Conclusies

Het volume steenachtig BSA zal de komende twee decennia stijgen. De hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA wordt in 2025 geschat op ca. 30 Mton ten opzichte van 16,9 Mton in 2003. Het betongehalte hierin zal aanmerkelijk stijgen als gevolg van een wijzigend materiaalgebruik in het verleden (zie figuur S.2). De hoeveelheid betonpuin verdubbelt van 10,5 Mton in 2003 tot ca. 22 Mton in 2025. De hoeveelheid baksteen en overig steenachtig BSA blijft bijna gelijk. Regionale verschillen in samenstelling blijven, maar worden kleiner naarmate de tijd verstrijkt.

Dit betekent dat het BSA puin in 2025 een hogere toegevoegde waarde heeft dan nu. De hoeveelheid vrijkomend betonpuin is dan nagenoeg gelijk aan de huidige behoefte aan grind voor de beton- en betonwarenindustrie. Dus kwantitatief is er een aanzienlijke hoeveelheid beschikbaar voor toepassing als grindvervanger.

De ontwikkeling in de hoeveelheid overig BSA (niet steenachtig, oud asfalt en oude funderingslagen) is indicatief in beeld gebracht. Deze stroom zal naar verwachting stijgen van 8,6 Mton in 2003 naar ca. 15 Mton in 2025. Er komen bij wegreconstructies in de toekomst namelijk meer funderingsmaterialen vrij aangezien het gebruik van puinfunderingen na 1980 sterk is toegenomen. Dit betekent een toename van het totale aanbod BSA van 25,5 Mton in 2003 naar ca. 44 Mton in 2025.

De mate waarin BSA-granulaat nu wordt toegepast als toeslagmateriaal is maar beperkt afhankelijk van het aanbod aan ongebroken steenachtig BSA. De keuze om over te gaan tot productie c.q. toepassing van BSA-granulaat als toeslagmateriaal in beton wordt nu vooral ingegeven door economische aspecten (productiekosten, transport) en lokale factoren.

Bij structurele toepassing worden van zowel puinbrekers als van betonbedrijven investeringen verlangd. Het prijsverschil tussen BSA-granulaat en natuurlijk toeslagmateriaal dient zodanig te zijn dat ondanks deze investeringen economisch voordeel behaald kan worden uit de toepassing van BSA-granulaat. De toepassingsmogelijkheden

voor de fijne fractie zijn hierin van doorslaggevende betekenis. Momenteel worden verschillende productietechnieken toegepast. Een verdere ontwikkeling van deze technieken zal het toekomstig gebruik van BSA-granulaat als toeslagmateriaal bevorderen.

Voor de toekomst vormen selectief slopen en diversificatie sleutelbegrippen. Kleine en middelgrote brekers zullen in de toekomst op zoek gaan naar de 'krenten in de pap'. Door verschillen in acceptatietarieven zullen zij het aanbieden van 'schoon' (beton)puin stimuleren. Scheiding van (beton)puin en andere materialen aan de bron wordt belangrijker. Bijkomend effect is dat op deze wijze tevens de 'vliegen uit de soep' gehaald worden. Partijen steenachtig BSA van slechte kwaliteit en gips worden als zodanig geïdentificeerd en uit het circuit gehaald. Alleen betonpuin van goede kwaliteit komt beschikbaar voor de betonindustrie.

Bij grootschalige productie wordt veel waarde gehecht aan stabiliteit en continuïteit van het productieproces. De inzet van classificeerinstallaties is rendabel bij grote productievolumes. Met behulp van deze installaties kunnen in één procesgang meerdere producten vervaardigd worden die toepasbaar zijn in verschillende toepassingen binnen diverse afzetmarkten.

1 Inleiding

De afgelopen 25 jaar is de productie van BSA-granulaten sterk toegenomen en er is een volwassen bedrijfstak ontstaan die op kwalitatief hoogwaardige wijze producten uit steenachtig BSA produceert. Nederland staat met een BSA-productie per hoofd van de bevolking van 1,5 ton/jaar (incl. niet-steenachtig BSA) aan kop in Europa. Koploper in de wereld is het dichtbevolkte Hongkong met een hoeveelheid per hoofd van de bevolking van 2 ton/jaar [2]. De producten van steenachtig BSA worden tot nu voor het overgrote deel ingezet als funderingsmateriaal. Het gebruik als toeslagmateriaal in beton bedraagt nog slechts 0,5 à 0,7 Mton [3], terwijl de indruk bestaat dat de potentie voor deze toepassing groot is. BSA-granulaten kunnen dan een kwantitatief belangrijke rol spelen als vervangers van grind en beton- en metselzand. De totale jaarlijkse behoefte aan deze primaire grondstoffen voor de Nederlandse betonindustrie bedraagt ca. 37 Mton.

Behoefte aan gegevens over ontwikkeling aanbod BSA-granulaten

Een mogelijke bottleneck voor het gebruik van BSA-granulaten als toeslagmateriaal in beton is het aanbod ervan over een langere periode. Voor de betonindustrie zijn er extra kosten zoals die van opslagvoorzieningen, receptuurontwikkeling en kwaliteitscontroles. Om de stap te maken naar de reguliere toepassing van BSA-granulaten als toeslagmateriaal in beton, is inzicht gewenst in de beschikbaarheid op lange termijn van geschikt materiaal tegen een aantrekkelijke prijs. Voor de betonindustrie is het onzeker of de brekers ook bij een economische opgang (stijgende vraag granulaat) nog wel granulaten zullen blijven leveren tegen een aantrekkelijke prijs. Als duidelijk wordt dat er voldoende aanbod is van granulaat, wordt het veel aannemelijker dat de prijs van granulaat laag zal blijven en is er ruimte voor ontwikkeling van afzet in de betonindustrie. Dit maakt het voor het bedrijfsleven aantrekkelijk om te investeren. Zonder die zekerheid zullen vermoedelijk veel bedrijven een afwachtende houding aannemen.

De toepassing van betongranulaat als grindervanger in beton is binnen de betonbranche reeds een in principe geaccepteerde toepassing. Indien brekers betongranulaat gaan afscheiden ten behoeve van de betonindustrie is het van belang dat zij tevens voldoende afzet creëren voor het resterende metselwerkgranulaat. Daarom is het van belang meer te weten over de ontwikkeling in de verhouding beton: metselwerk in het vrijkomende puin. Betongranulaat als grindervanger dient doorgaans ontdaan te zijn van de fijne fractie.

Toepassingsmogelijkheden voor de resterende fijne fractie vormen eveneens een aandachtspunt.

Over het toekomstig aanbod aan steenachtig BSA zijn sterk uiteenlopende cijfers gepubliceerd. V&W heeft in diverse publicaties stijgingen met 30-60% aangegeven voor de periode 2000-2015 [4] tot 100% voor de periode 2005-2020 [5]. Het prognosedocument

Landelijk afvalbeheerplan geeft voor de periode 2000-2012 10% groei. Hoewel er sprake is van een verschil in definitie, vormt dit geen verklaring voor dusdanig verschillende prognoses [6].

Onderzoeksvraag

Binnen het VIBO (Verkeer en Waterstaat-IPO Bouwgrondstoffen Onderzoeksprogramma) liep een project gericht op de afzet van BSA-granulaten in beton. In het kader van dit project is het onderzoeksproject geformuleerd, waarvan de resultaten in dit rapport en de bijbehorende Excel-tool (bijlage 1) zijn opgenomen.

Het doel van dit onderzoek is om inzicht te bieden aan overheid en bedrijfsleven in het toekomstig aanbod van steenachtig BSA en de afzet van granulaten teneinde bij beleidsvorming en investeringen beter afgewogen beslissingen te kunnen nemen.

De prioriteit ligt bij het prognosticeren van de omvang en samenstelling van de stroom steenachtig BSA voor de komende twee decennia (2005 – 2025). Daartoe worden een aantal scenario's onderzocht. Onderdeel van deze studie vormt het opstellen van een model waarmee de invloed van diverse factoren op deze scenario's inzichtelijk kan worden gemaakt. Het aanbod aan steenachtig BSA wordt geconfronteerd met parameters uit de belangrijkste afzetmarkten voor granulaten. Naast de studie naar volumestromen wordt ook naar de financiële haalbaarheid gekeken.

Opbouw van dit rapport

In eerste instantie zal in hoofdstuk 2 het begrip bouw- en sloopaafval in relatie tot deze studie duidelijk gedefinieerd worden, waarna in hoofdstuk 3 een analyse gemaakt wordt van het (bouw)materialengebruik in het verleden in relatie tot de snelheid waarmee dit materiaal in de vorm van steenachtig BSA vrijkomt. Hiermee trachten we een representatief beeld te krijgen van de samenstelling van het vrijkomend steenachtig BSA. Hoofdstuk 4 beschrijft het basismodel dat in deze studie is gebruikt. De ontwikkelingen ten aanzien van de vrijkomende hoeveelheden per marktsegment worden in hoofdstuk 5 benoemd en in kaart gebracht op zodanige wijze dat een realistische voorspelling gedaan kan worden over de hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA tot 2025. Onderscheiden worden de marktsegmenten woningbouw, utiliteitsbouw en grond-, weg- en waterbouwsector (GWW). Hoofdstuk 6 bevat een gevoeligheidsanalyse voor de meest invloedrijke factoren op het aanbod van steenachtig materiaal. In hoofdstuk 7 wordt een inschatting gemaakt van de afzetmogelijkheden voor BSA-granulaten tot 2025. Op de afzetmogelijkheden van BSA-granulaat in de betonsector wordt in hoofdstuk 8 dieper ingegaan, waarbij we een kostprijsmodel weergeven. Hoofdstuk 9 gaat in op een aantal

technische ontwikkelingen en innovaties waarna in hoofdstuk 10 de conclusies en aanbevelingen geformuleerd worden.

2 Definitie steenachtig bouw- en sloopafval in dit rapport

In deze rapportage wordt onder bouw- en sloopafval (BSA) verstaan: steenachtig bouw- en sloopafval met uitzondering van oud asfalt. Afgeleid hiervan komen zijdelings aan de orde: niet-steenachtige bouw- en sloopafvalmaterialen (hout, glas, plastic, etc) en oud asfalt en oude funderingslagen in de wegenbouw. Het oud asfalt, de oude funderingslagen en de niet-steenachtige bouw- en sloopafvalmaterialen worden niet meegenomen in de scenariostudie.

De achtergrond hiervan is, dat dit onderzoek primair gericht is op de toepassing van granulaten van BSA als toeslagmaterialen in beton. Niet-steenachtige materialen, oude funderingslagen en asfaltgranulaat komen hiervoor niet in aanmerking.

Ter vergelijking geven we aan wat het verschil is tussen de definitie van het steenachtig BSA uit deze studie en de definitie van bouw- en sloopafval zoals die binnen het afvalstoffenbeleid gehanteerd wordt.

VIBO-definitie				Oude funde- rings- lagen uit GWW	Asfalt uit GWW	Niet steen- achtig BSA
Afval uit de (bouwmateri- alen-)industrie (eigen afval)	BSA uit woningbouw (bouwafval, renovatieafval, sloopafval)	BSA uit utiliteitsbouw (bouwafval, renovatieafval, sloopafval)	BSA uit GWW (toplagen, kunstwerken, riolering)			

Definitie in afvalstoffenbeleid		
Afval uit de (bouwmateri- alen-)industrie (eigen afval)	Gemeente lijk BSA	Bouw- en sloopafval uit de bouwnijverheid

Afval uit de bouwmaterialenindustrie betreft productieafval (snijafval van cementplaten, gebroken beton uit de betonindustrie, gebroken bakstenen). Om economische redenen wordt deze hoeveelheid zo klein mogelijk gehouden door de betreffende industrie.

BSA uit woningbouw betreft steenachtig bouw- en sloopafval uit de woningbouw. Dit is afkomstig van bouwafval bij de nieuwbouw van woningen, renovatieafval en sloopafval.

BSA uit utiliteitsbouw betreft steenachtig bouw- en sloopafval uit de utiliteitsbouw (kantoren, industrieën, agrarische gebouwen, gezondheidszorg, onderwijs). Dit bouw- en sloopafval is ook afkomstig van bouwafval, renovatieafval en sloopafval.

BSA uit GWW betreft steenachtig bouw- en sloopafval uit de GWW (grond-, weg- en waterbouw). Dit betreft materiaal uit opgebroken betonverhardingen, niet direct her te gebruiken elementenverhardingen en puin van gesloopte / gerenoveerde kunstwerken. Dit is exclusief asfalt en oude funderingslagen.

Oude funderingslagen uit GWW betreft reeds bestaande funderingslagen uit puingranulaat, veelal aangelegd in de periode vanaf 1980. Dit materiaal komt niet in aanmerking voor toepassing in de betonindustrie en is derhalve niet meegenomen in deze studie.

Asfalt uit GWW betreft asfaltpuin dat vrijkomt bij het opbreken van bestaande (weg)verhardingen. Onderscheiden worden teerhoudend en niet-teerhoudend asfalt. Asfalt komt niet in aanmerking voor toepassing in de betonindustrie en is derhalve niet meegenomen in deze studie.

Niet-steenachtig BSA betreft het afval dat vrijkomt bij bouw-, onderhouds- en sloopwerkzaamheden dat, eventueel na sortering, niet in aanmerking komt voor verwerking tot puingranulaat. Deze categorie omvat tevens de export van te sorteren BSA. Dit materiaal komt niet in aanmerking voor toepassing in de betonindustrie en is derhalve niet meegenomen in deze studie.

Gemeentelijk BSA betreft bouw- en sloopafval van milieustraten. Het betreft hier vooral renovatieafval van particulieren.

Bouw- en sloopafval uit de bouwnijverheid betreft het steenachtig en niet-steenachtig bouw- en sloopafval dat vrijkomt binnen de bouwnijverheid. Niet inbegrepen is het met bouw- en sloopafval vergelijkbaar materiaal uit andere bedrijfstakken, zoals de bouwmaterialenindustrie en gemeenten.

VIBO-definitie

De in het kader van deze studie beschouwde hoeveelheid steenachtig bouw- en sloopafval (VIBO-definitie) is als volgt te herleiden uit de in het afvalstoffenbeleid gehanteerde definitie:

	definitie afvalstoffenbeleid
+	afval uit de bouwmaterialenindustrie
+	gemeentelijk BSA
-	asfalt
-	niet-steenachtig BSA
-	<u>oude funderingslagen uit GWW</u>
=	VIBO-definitie

3 Ontwikkeling van materiaalgebruik en de invloed hiervan op het aanbod van BSa-granulaat

Voorliggend hoofdstuk schetst een beeld van de historische ontwikkelingen in het gebruik van steenachtige bouwmaterialen. In het verleden toegepaste steenachtige bouwmaterialen komen heden vrij in de vorm van steenachtig BSA. Op basis van een analyse van de gebruikte materialen en de gebruikte hoeveelheden in de vorige eeuw kan een indruk verkregen worden over de samenstelling en omvang van de huidige stroom steenachtig BSA. Ook kunnen hieraan verwachtingen ontleend worden voor de toekomst.

3.1 Cement

Het cementgebruik is een goede indicatie van het gebruik van steenachtige materialen. Cement is een essentiële grondstof voor betonproducten en betonmortel, maar ook voor het metselen, binden en afwerken van steenachtige materialen.

Er zijn historische cijfers beschikbaar vanaf 1930 (zie figuur 3.1). Tot 1945 werd jaarlijks ca. 1 Mton cement gebruikt. Na de oorlog is het cementgebruik explosief gegroeid tot ca. 6 Mton begin jaren zeventig. Sindsdien schommelt het gebruik tussen de 5 en 6 Mton per jaar. Het historisch cementgebruik en de toegepaste hulpstoffen voor beton bepalen mede de toekomstige kwaliteit van het vrijkomende betonpuin.

3.2 Beton

In het verleden hebben het CBS en de overheden gedetailleerd het materiaalgebruik geregistreerd, onder andere in de productiestatistieken per bedrijfstak. Het materiaalgebruik in de bouwnijverheid werd geregistreerd m.b.v. maandstatistieken en de kwantitatieve materiaalregistratie. Daarnaast is in opdracht van de overheid en het bedrijfsleven in de jaren '80 veel onderzoek gedaan naar de afzetmogelijkheden van vliegas in de betonindustrie.

De verschillende statistieken sluiten niet naadloos op elkaar aan en afhankelijk van de behoefte kan een wel of niet gedetailleerd beeld verkregen worden van het historisch materiaalgebruik. Op een vrij eenvoudige wijze kan zichtbaar worden waar historisch het zwaartepunt lag in het materiaalgebruik. Percentuele verdelingen moeten gerelateerd worden aan de absoluut gebruikte hoeveelheden in die periode. Op basis van historisch cijfermateriaal, m.n. het

jubileumboek van de Vereniging Betonmortel Bedrijven “50 jaar betonmortelindustrie in Nederland 1948 – 1998” [25], kan een goed beeld verkregen worden over de betonmortelproductie in Nederland. De voornaamste gegevens zijn samengevat in figuur 3.1. Een nadere uitwerking van het cement- en betonmortelgebruik per provincie is weergegeven in bijlage 2.

Na de Tweede Wereldoorlog zien we een enorme toename van het bouwvolume en het materiaalgebruik van met name steenachtige materialen. De woningnood zorgde voor een explosieve groei van soms goedkope en kwalitatief minder goede woningen. Tegelijkertijd zien we de bouwmethoden veranderen. In 1947 werd de eerste betonmortelcentrale opgericht en vanaf de jaren zestig werd gietbouw geïntroduceerd in Nederland. Tegelijkertijd werden ook meer betonproducten gebruikt. Houten vloeren en heipalen verdwenen grotendeels van de markt en werden vervangen door betonelementen zoals vloerplaten en betonnen heipalen. In de loop der tijd werden de eisen aan woningen ten aanzien van bijvoorbeeld geluidsisolatie opgeschroefd. Zowel het aantal woningen en gebouwen, als het materiaalgebruik per woning namen toe. Het betonmortelgebruik per hoofd van de bevolking groeide van ca. 41 liter in 1958 tot ca. 0,5 m³ in 1970. Van betonwaren / -producten is geen historisch overzicht van het productievolume bekend. Historische CBS-cijfers laten echter zien dat het volume een ongeveer gelijke groei heeft meegemaakt. Het gebruik ligt ongeveer op hetzelfde niveau als dat van betonmortel.

Er zijn drie verklaringen voor sterke groei van het gebruik van beton:

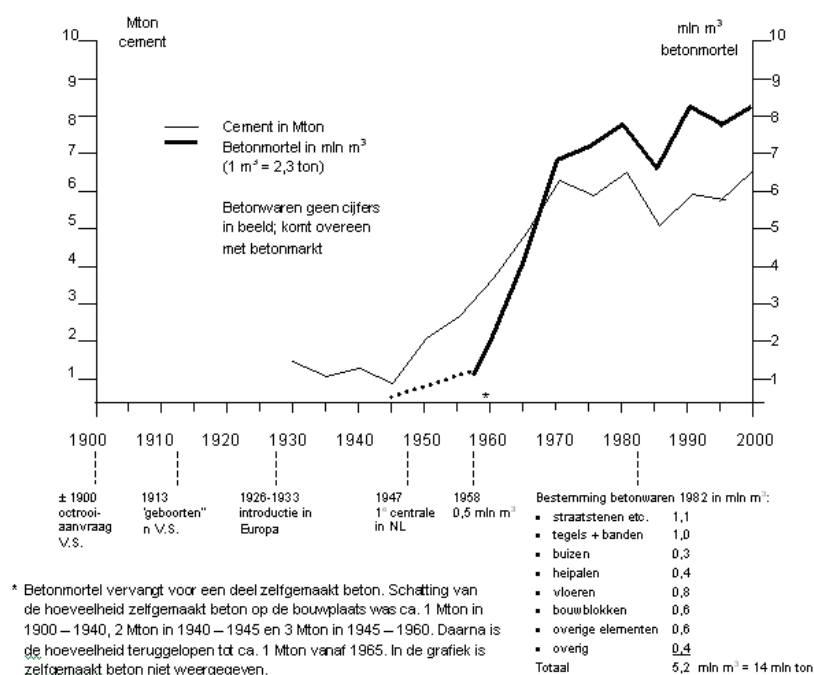
- Inhaalvraag door Tweede Wereldoorlog en woningnood in de jaren zestig.
- Andere bouwmethoden, onder meer gietbouw.
- Hogere eisen aan gebouwen ten aanzien van bijvoorbeeld geluidsisolatie en brandveiligheid.

In het begin van de jaren tachtig zien we een tijdelijke teruggang van het bouwvolume.

Momenteel wordt jaarlijks een kleine 16 miljoen m³ beton gebruikt (55% betonmortel en 45% betonwaren). Dit betekent ongeveer 37 Mton beton / jaar.

In 1995 was ca. 50% van het aanbod van steenachtig BSA betonpuin, ruim 5 Mton [26]. Het percentage oud beton t.o.v. nieuw beton bedroeg dus ruim 13%. In 2003 kwam 64% van het te breken materiaal vrij als gemengd puin (ca. 11,6 Mton) en 16% als betonpuin (ca. 3 Mton) [1]. Op basis van de gemiddelde samenstelling van menggranulaat schatten we het betongehalte in gemengde puin op 65%. In de periode 1995-2003 is dan sprake van een toename van de hoeveelheid betonpuin tot ca. 10,5 Mton. Duidelijk is dat de hoeveelheid die vrijkomt nog steeds maar een fractie is van de jaarlijks toegepaste hoeveelheid beton.

Figuur 3.1: Ontwikkelingen cement- en betonmortelgebruik in Nederland



3.3 Baksteengebruik en overige metselwerkmaterialen

Baksteen was voor 1950 het belangrijkste steenachtig materiaal in Nederland [28]. Vanaf 1884 zijn productiegegevens bekend. Het gebruik van metselbaksteen en straatstenen vertoont grote schommelingen. Tot 1983 is het meerjarengemiddelde wel gestegen, echter veel minder dan dat van beton. De straatstenenproductie is de afgelopen decennia gedaald tot ruim 0,3 Mton in 2000. (ca. 15% van de totale hoeveelheid baksteen). Vrijkomende keramische straatstenen zijn waardevol en worden meestal verkocht en niet als bouw- en sloopafval aangeboden.

Tabel 3.1 Gemiddelde jaarproductie metselbaksteen en straatsteen

Periode	gemiddelde per jaar in miljard stuks waalformaat*
1884 – 1924	ca. 1
1924 – 1944	Ca. 1,2
1944 – 1960	Ca. 1,5
1964 – 1984	Ca. 2,5
1984 – 2000	< 2

*1 stk waalformaat weegt ruim 1,5 kg

Een ander belangrijk metselwerk materiaal is kalkzandsteen. Vanaf 1950 zijn cijfers bekend. De hoeveelheid van 1,7 Mton in 1950 is geleidelijk gegroeid tot 3,5 Mton in 1998 en iets gedaald tot 3,3 Mton in 2000.

Vanaf 1965 worden in Nederland substantiële hoeveelheden gips en cellenbeton toegepast. In 1975 werd ca. 0,5 Mton gebruikt en dit is toegenomen tot 1 Mton in 2000. Hiervan neemt cellenbeton ruim 0,3 Mton voor zijn rekening. Gips is vooral gebruikt in gipsblokken, gipsplaten, stucgips en gipsvloeren.

Figuur 3.2: Historisch overzicht gebruik diverse metselwerkmaterialen en gips [31]



Op basis van voorgaande kan het volgende worden geconcludeerd:

- De hoeveelheid baksteen, kalkzandsteen en gips/cellenbeton is de afgelopen jaren geleidelijk gestegen. In de periode 1950 – 2000 is bijna sprake van een verdubbeling tot 7 Mton.

- Voor 1950 werden er meer metselwerkmaterialen gebruikt dan beton. In 1970 werd echter ca. 5x meer beton gebruikt dan baksteen, kalkzandsteen en gips/cellenbeton. Die verhouding is sindsdien niet meer drastisch veranderd.

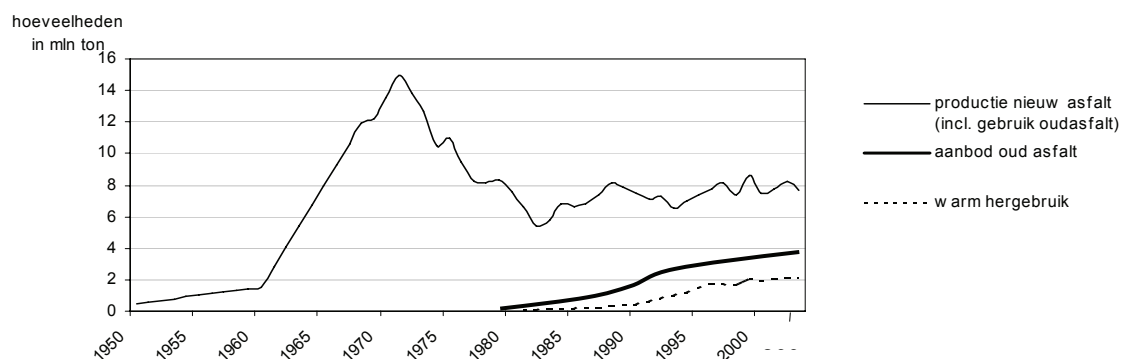
3.4 Overige steenachtige bouwmaterialen met name asfalt en funderingen

Momenteel komt jaarlijks ca. 4 Mton oud asfalt vrij, bestaande uit schollen en gefreesd asfalt. In de huidige situatie is het aanbod oud asfalt ongeveer 50% van het gebruik van nieuw asfalt. Het aanbod wordt bepaald door de levensduur van toplagen en wegreconstructies. De afgelopen jaren werd rond de 8 Mton nieuw asfalt geproduceerd. In de jaren 1970 – 1980 was het gebruik aanzienlijk hoger met een top van ca. 15 Mton.

Er zijn vier mogelijke verklaringen voor deze sterke teruggang in het midden van de jaren zeventig:

- De opkomst van het gebruik van funderingen van BSA-granulaat met als gevolg dünnere asfaltconstructies;
- Veel bestaande beton- en klinkerwegen waren reeds vervangen door asfalt;
- Betere asfaltrecepturen, dünnere lagen met dezelfde of betere eigenschappen;
- Het aflopen van de piek in het rijkswegenbouwprogramma.

Figuur 3.3: Historische productie van asfalt en warmhergebruik



3.5 Historisch materiaalgebruik en samenstelling bouwafval, renovatie-afval en sloopafval

Het historisch materiaalgebruik geeft een indicatie van de samenstelling van de diverse steenachtige BSA-stromen. Het aanbod van steenachtig BSA is vooral afhankelijk van de levensduur van gebouwen en constructies. Op basis van aannames voor gemiddelde levensduur kan een eerste inschatting gemaakt worden over waar de diverse steenachtige BSA-stromen vrijkomen en vrij gaan komen. Tevens is een indicatie gegeven van de veranderingen tot 2025.

Tabel 3.2: Ontwikkeling van de samenstelling van steenachtig BSA

Herkomst steenachtig BSA		Raming gemiddelde levensduur	Peiljaar	Indicatie relevant materiaalgebruik		
				Beton	Baksteen + kalkzandsteen	Gips & cellenbeton
Bouwafval	Woning	niet relevant (huidig gebruik)	2005	•	•	•
	Utiliteit		2005	•	•	•
	GWW		2005	•		
	verwachte verandering tot 2025					
Renovatieafval	Woning	25 jaar	1980	o	oo	••
	Utiliteit	20 jaar	1985	oo	o	•••
	GWW	toplaag 20 jaar, funderingen 50 jaar	1985 1955	o		
	verwachte verandering tot 2025			↑↑		↑↑
Sloopafval	Woning	40 – 90 jaar (65 jaar)	1940	oo	oo	••
	Utiliteit	20 – 60 jaar (40 jaar)	1965	oo	o	•••
	GWW	40 – 120 jaar (80 jaar)	1925	o		
	verwachte verandering tot 2025			↑↑↑↑	↓	↑↑

Legenda:

• zeer geringe hoeveelheden
 •• geringe hoeveelheden
 o aanzienlijke hoeveelheden
 ooo zeer aanzienlijke hoeveelheden

↑ geringe stijging
 ↑↑↑ aanzienlijke stijging
 ↓ geringe daling
 ↓↓↓ aanzienlijke daling

4 Beschrijving van het model voor de berekening van het aanbod van en de vraag naar BSA-granulaat

Teneinde een uitspraak te kunnen doen over de omvang het aanbod van steenachtig BSA en de vraag naar BSA-granulaat is het van belang om van invloed zijnde factoren en ontwikkelingen te identificeren. Voor elke factor dient bepaald te worden wanneer en op welke wijze invloed wordt uitgeoefend. Per invloedsfactor dient vervolgens achterhaald te worden welke informatie beschikbaar is en op welke wijze deze informatie verband houdt met de ontwikkeling van vraag en aanbod. De gevolgen van de verschillende invloedsfactoren, zowel afzonderlijk als gezamenlijk, kunnen inzichtelijk gemaakt worden door deze te verwerken tot een model voor het aanbod van steenachtig BSA en een model voor de vraag naar BSA-granulaat.

4.1 Mogelijke modellen

Voor het modelleren van de vraag naar BSA-granulaat en het aanbod van steenachtig BSA bestaan verschillende mogelijkheden. Alvorens een model te beschrijven worden de mogelijkheden kort toegelicht. De volgende modellen worden onderscheiden:

- Historisch model
- Planmodel
- Verbeterd ingenieursmodel
- Verhoudingsmodel

Het historisch model neemt een analyse van de ontwikkelingen en het materiaalgebruik in het verleden als uitgangspunt en extrapoleert deze gegevens naar de toekomst. De uit de extrapolatie verkregen gegevens worden als voorspelling gehanteerd.

Het planmodel laat het verleden voor wat het is en gaat uit van de planvorming t.a.v. sloop en nieuwbouw. Op basis van de voorgenomen nieuwbouw- en sloopvolumes wordt een voorspelling gedaan van de verwachtingen in aanbod en vraag naar (steenachtig) BSA(-granulaat). Historisch gezien speelt alleen het materiaalgebruik in het verleden een rol.

Het verbeterd ingenieursmodel gaat uit van het bestaande aantallen wegen, woningen, utiliteitsgebouwen, etc.. Op basis van inschattingen van de levensduur van constructies worden een theoretisch aanbod en een theoretische vraag bepaald (het 'ingenieursmodel'). Deze worden vervolgens gecorrigeerd voor economische en/of maatschappelijke ontwikkelingen. Evenals bij het planmodel wordt gebruik gemaakt van historisch materiaalgebruik bij het bepalen van de omvang en samenstelling van de afvalstroom.

Het verhoudingsmodel gaat uit van vervangingspercentages. Evenals in het verbeterd ingenieursmodel wordt een analyse gemaakt van bestaande aantallen constructies. Vervolgens wordt per constructietype bepaald wat het volume nieuwbouw is. De vrijkomende hoeveelheid afval als gevolg van sloop en renovatie wordt vervolgens uitgedrukt als percentage ten opzichte van de nieuwbouw.

In deze studie is per sector een keuze gemaakt voor een model. De keuze is hoofdzakelijk bepaald door de informatie die voor de afzonderlijke sectoren beschikbaar is en waarop de studie gebaseerd is. Van de woningbouwsector zijn veel historische gegevens beschikbaar die een goede extrapolatie mogelijk maken. Een keuze voor het historisch model ligt dan ook voor de hand.

Van de utiliteitssector daarentegen is weinig cijfermateriaal bekend. Een historisch model is voor het voorspellen van de ontwikkelingen in deze sector minder bruikbaar. Als uitgangspunt dient de huidige situatie genomen te worden. Voor deze sector wordt derhalve het verhoudingsmodel gekozen.

Het verbeterd ingenieursmodel wordt het meest bruikbaar geacht voor de GWW-sector. De omvang van renovatie- en onderhoudswerkzaamheden binnen deze sector hangt sterk af van de levensduur van wegverhardingen en –constructies. Door onderscheid te maken in verschillende categorieën verhardingen en constructies kunnen goede aannames gedaan worden voor gemiddelde levensduren. Bij verschillende scenario's voor economische en maatschappelijke ontwikkelingen kan vervolgens een uitspraak gedaan worden over de toekomstverwachtingen.

Van het planmodel wordt in deze studie geen gebruik gemaakt. Een analyse van het verleden leert dat met name de omvang van het sloopvolume al geruime tijd achterblijft bij eerdere prognoses en doelstellingen. Het planmodel vormt samen met het historisch materiaalgebruik wel een bruikbaar hulpmiddel om de uitkomsten uit de overige modellen op waarde te schatten.

4.2 Vertrekpunten voor het toegepast model

De ontwikkeling in de hoeveelheid beschikbaar BSA-granulaat voor de betonindustrie wordt bepaald door ontwikkelingen in het aanbod van steenachtig BSA en ontwikkelingen in de vraag naar BSA-granulaat in andere sectoren. Het toegepaste model beschrijft de belangrijkste parameters die de hoeveelheid beschikbaar steenachtig BSA aan aanbod- en vraagzijde bepalen. Het accent ligt hierbij op ontwikkelingen in het aanbod van steenachtig BSA, omdat hier sprake is van autonome ontwikkelingen die niet door de sector zelf beïnvloed kunnen worden.

Het model dat het aanbod van steenachtig BSA bepaalt, moet ook het huidige aanbod steenachtig BSA correct weergegeven. Er zijn geen gegevens beschikbaar over de herkomst en de samenstelling van het

huidige aanbod steenachtig BSA, behalve de gegevens uit [1], waarvan hier enige resultaten worden weergegeven.

De totale hoeveelheid aangeboden steenachtig BSA in Nederland in 2003 is 18,8 Mton. Hiervan is 1,9 Mton aangeboden als asfalt. De hoeveelheid steenachtig BSA waar we in dit rapport van uitgaan is dus 16,9 Mton in 2003 [1].

Uit hetzelfde onderzoek is bekend dat van deze 16,9 Mton steenachtig BSA (niet zijnde asfalt) 3 Mton afkomstig is uit de wegenbouw. Dit is exclusief het direct gebruikte materiaal in de wegenbouw, wat geschat wordt op 3,5 Mton en voor een groot deel bestaat uit freesasfalt.

4.3 CPB-scenario's

Bij het voorspellen van de vraag naar BSA-granulaat en het aanbod aan steenachtig BSA in de toekomst is het wenselijk om de toekomstige maatschappelijke ontwikkelingen in ogenschouw te nemen. De verwachtingen ten aanzien van deze ontwikkelingen worden opgesteld door het Centraal Plan Bureau (CPB). Het CPB hanteert daarbij verschillende scenario's. Elke scenario resulteert in andere toekomstverwachtingen. Een beschrijving van de verschillende scenario's is weergegeven in bijlage 3.

Uit een beschouwing van de CPB-scenario's blijkt dat het niet mogelijk is een direct verband te leggen tussen de beschreven scenario's en de ontwikkelingen in het aanbod van steenachtig BSA en de vraag naar BSA-granulaat. Ontwikkelingen in vraag en aanbod worden grotendeels door andere parameters beïnvloed dan de parameters die genoemd worden in de CPB-scenario's. Voorbeelden hiervan zijn het materiaalgebruik per woning, het aantal te slopen woningen, het vervangingsdeel in de nieuwbouw van utiliteitsgebouwen en de levensduur van wegconstructies. De parameters in de CPB-scenario's, zoals bevolkingsgroei en economische groei zijn doorgaans alleen indirect van invloed via de invloedsfactoren die in deze studie genoemd worden.

Ter illustratie wordt de CPB-parameter bevolkingsgroei nader beschouwd. Binnen de CPB-scenario's varieert deze parameter tussen 0 en 0,5 %. Het aanbod aan steenachtig BSA wordt slechts zeer beperkt beïnvloed door de omvang van de bevolkingsgroei. Een bevolkingsgroei van 0% doet vermoeden dat er geen behoefte is aan extra woningen. Door een toenemende individualisering (minder bewoners per woning) blijft deze behoefte echter wel degelijk bestaan. Een hoge bevolkingsgroei resulteert in een grote woningbehoefte. Hierin kan voorzien worden door het bouwen van woningen. Wanneer in de woningbehoefte wordt voorzien door de bouw van nieuwe wijken aan de rand van bebouwde gebieden dan ontbreekt de relatie met sloop en dus met de voornaamste bron van aanbod aan steenachtig BSA. Grote woningbehoefte vormt enerzijds een stimulans voor binnenstedelijke vernieuwing (sloop). Anderzijds leidt een lage woningbehoefte eerder tot (langdurige) leegstand van woningen en dus eerder tot het besluit

tot sloop. Het element woonwensen speelt geen rol in de parameter bevolkingsgroei maar is van doorslaggevende betekenis bij een besluit tot sloop of handhaving van woningen.

Wanneer het volume investeringen in woningen in ogenschouw genomen wordt, wordt niet duidelijk waarin een toe- of afname tot uiting komt. Zodra sprake is van een toename in investeringen als gevolg van de bouw van nieuwbouwwoningen in het buitengebied is er wederom geen sprake van een relatie met sloop. Worden de investeringen binnenstedelijk gedaan, is dan sprake van meer investeringen in stadsvernieuwing (nieuwbouw voorafgegaan door sloop) of is er juist sprake van meer geld voor renovatie (dus uitstel van sloop)?

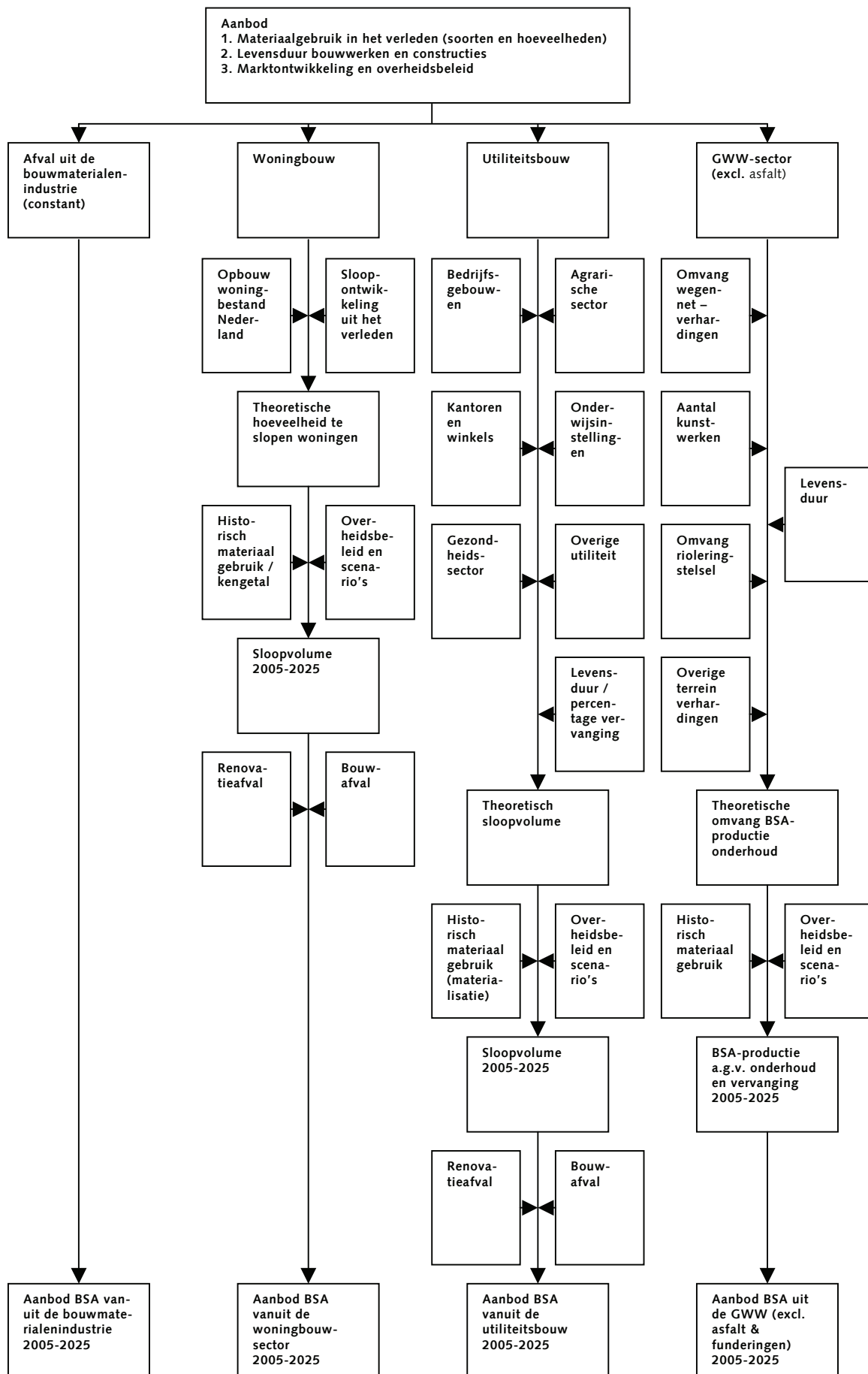
Het voorgaande geeft aan dat een directe relatie tussen CPB-scenario's en het aanbod van steenachtig BSA ontbreekt. Hooguit is sprake van een indirecte relatie. Daarnaast dient in aanmerking genomen te worden dat de onderlinge verschillen tussen de CPB-scenario's kleiner zijn dan de bandbreedtes waarbinnen de voorspellingen in deze studie fluctueren. Het afzonderlijk beschouwen van de verschillende scenario's heeft dus slechts een beperkte toegevoegde waarde.

Door de factoren die rechtstreeks van invloed zijn op het aanbod van steenachtig BSA in de rekentool bij deze studie variabel te stellen kan de invloed van verschillende CPB-scenario's indirect meegenomen worden, maar kunnen ook de effecten van andere scenario's dan CPB-scenario's in beeld gebracht worden.

Als basis in deze rapportage is uitgegaan van een middenscenario. Daarbij wordt aangesloten op de werkwijze die het Ministerie van VROM hanteert bij toekomstvoorspellingen op andere gebieden.

4.4 Model voor aanbod vanuit 4 sectoren

Het model voor het aanbod van steenachtig BSA is opgebouwd uit 4 sectoren. Onderscheiden worden de woningbouwsector, de sector utiliteitsbouw, de GWW-sector (grond- weg- en waterbouw) en de bouwmaterialenindustrie. De parameters die het aanbod bepalen zijn weergegeven in het schema op de volgende pagina.



4.4.1 Woningbouwsector

We onderscheiden sloopaafval, renovatieafval en bouwafval. Ten behoeve van de samenstelling van het steenachtig BSA uit sloop is gekeken naar de historische opbouw van het woningenbestand in Nederland en het materiaalgebruik in verschillende bouwperiodes. De te verwachten sloopaantallen tot 2025 worden geëxtrapoleerd vanuit ontwikkelingen in het verleden. Het aanbod aan steenachtig BSA is bepaald door deze aantallen te relateren aan het historisch materiaalgebruik en kengetallen uit de praktijk. Maatschappelijke factoren die een invloed hebben op het sloopvolume, zoals economische ontwikkeling, bevolkingsgroei, individualisering, vergrijzing, ontwikkelingen in woonwensen en overheidsbeleid leiden tot een toe- of afname van het sloopvolume ten opzichte van de extrapolatie. Deze externe factoren zijn in de vorm van CPB-scenario's opgenomen in het model. Een toelichting op de CPB-scenario's is opgenomen in bijlage 3.

Het renovatieafval in de woningbouwsector is in eerste instantie gelijk gesteld aan 2x het aanbod vanuit gemeentelijke milieustraten en particulieren, gebaseerd op de cijfers van SenterNovem [1] en gegevens van het SBR [27]. De ontwikkeling in renovatieafval is gelijk gesteld met de ontwikkeling in de woningbouwvoorraad. Daarbij is een bewuste keuze gemaakt voor de huidige ontwikkeling in de woningbouwvoorraad omdat in veel gevallen kort na het begin van de levensfase van een woning reeds renovatieactiviteiten ontplooid worden.

De hoeveelheid bouwafval is gelijk gesteld aan een vaste hoeveelheid per nieuwbouwwoning. De ontwikkeling in bouwafval is gelijk gesteld aan de ontwikkeling in de nieuwbouw.

4.4.2 Utiliteitsbouw

Evenals in de woningbouwsector wordt in de utiliteitsbouw onderscheid gemaakt tussen sloopaafval, renovatieafval en nieuwbouwafval.

Het sloopaafval uit de sector utiliteitsbouw wordt onderverdeeld in 4 verschillende categorieën:

- bedrijfsgebouwen (fabriekscomplexen, hallen, openbare gebouwen, winkelcentra, etc.),
- kantoren,
- gezondheidssector (ziekenhuizen, verzorgingscentra, etc.)
- onderwijsgebouwen.

Voor elke categorie is vastgesteld wat de omvang van de totale bebouwing is. Gegevens hiervoor zijn beschikbaar in hoeveelheid bebouwd oppervlak. Gekoppeld aan aannames voor vervangingspercentages volgt hieruit per categorie wat aan steenachtig BSA te verwachten is als gevolg van de sloop van utiliteitsgebouwen die het eind van hun levensduur bereikt hebben.

Per categorie gebouwen doen we een aanname voor de hoeveelheid materiaal per m² bebouwd oppervlak (materialisatiefactor).

4.4.3 GWW-sector

De bouw- en sloopafvalproductie van deze sector wordt in het kader van deze studie constant verondersteld, omdat deze om economische redenen al zo minimaal mogelijk is.

4.5 Model voor vraag

De totale afzet van BSA-granulaat is onder te verdelen in afzet in de wegenbouwsector, afzet in de bouwsector, afzet in de betonindustrie en afzet in de ophoogmarkt.

Vooralsnog gaan we er vanuit dat afzet plaatsvindt ten behoeve van een drietal toepassingen:

- funderingslaag,
- ophoogmateriaal
- toeslagmateriaal in beton.

Bij toepassing als funderingslaag maken we onderscheid tussen funderingslagen in de wegenbouw en funderingslagen in de bouw (industrieterreinen e.d.).

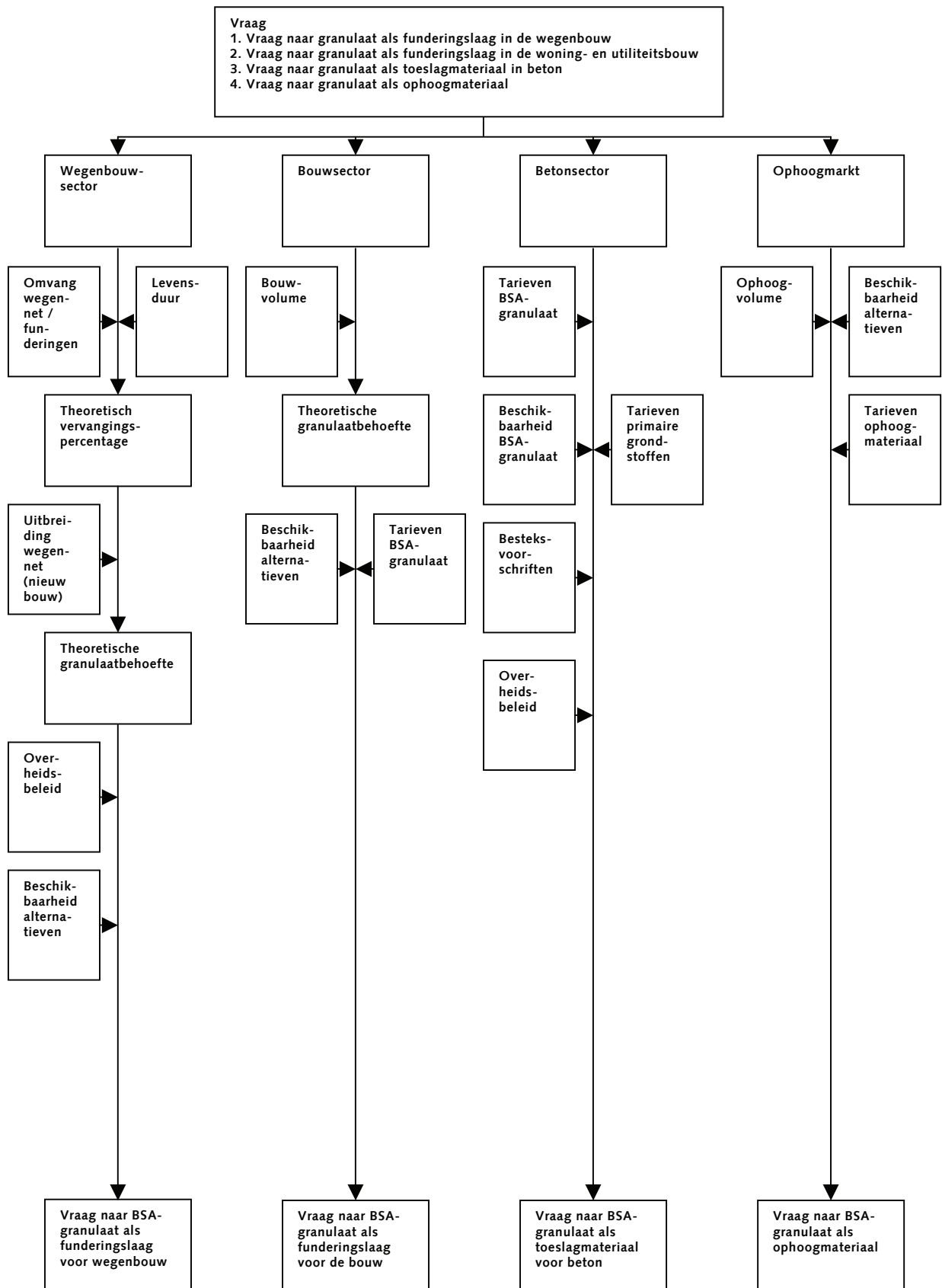
Op basis van gegevens uit 2003 [1] bedraagt de totaal in dat jaar ten behoeve van funderingslagen en ophogingen afgezette hoeveelheid BSA-granulaat ca. 95% van de totaalproductie van BSA-granulaat (excl. asfalt). Over een onderverdeling van deze hoeveelheid in hoeveelheden bestemd voor funderingslagen in de wegenbouw, funderingslagen in de bouw en ophogingen zijn geen gegevens bekend. Ca. 4% van de productie vond afzet in de betonindustrie. Het restant is elders afgezet (stortplaatsen, speciale toepassingen zeefzand, etc.)

Het model is schematisch weergegeven op de volgende pagina.

4.5.1 Funderingslaag in de wegenbouw

De toekomstige behoefte aan materiaal ten behoeve van funderingslagen in de wegenbouw wordt bepaald door vervanging (onderhoud) en uitbreiding van het Nederlandse wegennet. De omvang van de vervangingsmarkt is theoretisch bepaald door de omvang van het wegennet af te zetten tegen de gemiddelde levensduur van de fundering onder dit wegennet. Uit een inventarisatie van bestaande plannen en extrapolatie van historische gegevens is een redelijke inschatting gemaakt van de te verwachten uitbreiding van het wegennet. In de behoefte aan funderingsmaterialen hoeft niet vanzelfsprekend voorzien te worden door toepassing van BSA-granulaat. De beschikbaarheid van alternatieve (secundaire) materialen in de wegenbouw (immobilisaat, slakken) is hierop van invloed.

Tariefschommelingen in het verleden hebben niet tot gevolg gehad dat de vraag naar BSA-granulaat voor toepassing als funderingslaag in de GWW sector veranderde of andere producten werden toegepast. Tariefstelling speelt hier derhalve geen significante rol van betekenis.



4.5.2 Funderingslaag in de bouw

De behoefte aan BSA-granulaat voor deze toepassing is afhankelijk van het nieuwbouwvolume. Van een vervangingsmarkt is in dit segment nauwelijks sprake. De toekomstige behoefte aan funderingsmateriaal in de bouw hoeft niet noodzakelijk ingevuld te worden door BSA-granulaat. De beschikbaarheid van alternatieven vormt ook hier een invloedsfactor. Omdat de opdrachtgevers in de bouwsector vooral bestaan uit private ondernemingen en particulieren zal de vraag vanuit de bouwsector slechts beperkt beïnvloed worden door het overheidsbeleid. Daarentegen hebben schommelingen in de tariefstellingen grote effecten op de vraag naar BSA-granulaat in de bouwsector, met name op de dikte waarin pakketten worden aangebracht. De grootschalige toepassing van dikke lagen BSA-granulaat als funderingslaag onder gebouwen en terreinen in de afgelopen jaren worden hoofdzakelijk verklaard door de lage afhaaltarieven voor BSA-granulaat.

4.5.3 Toeslagmateriaal in beton

De omvang van deze toepassing in 2003 was 0,7 Mton [3]. De afzet als toeslagmateriaal is afhankelijk van het aantal producenten dat BSA-granulaat gebruikt in deze toepassing. De vraag naar BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor beton wordt wel sterk bepaald door economische aspecten. Indien de verkooptarieven lager liggen dan de tarieven voor primair toeslagmateriaal zal de behoefte stijgen. Daarnaast speelt de beschikbaarheid een rol. Continuïteit in volume en productkwaliteit moeten gewaarborgd zijn. Tevens wordt de behoefte aan BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor beton beïnvloed door de mate waarin toepassing van secundaire grondstoffen wordt voorgeschreven in bestekken. De beschikbaarheid van alternatieven speelt geen rol omdat het BSA-granulaat zelf gezien wordt als een alternatief. De beschikbaarheid van primaire materialen is verdisconteerd in de parameter 'tarieven primaire grondstoffen'. Neemt de beschikbaarheid af, dan zullen de tarieven stijgen. Deze tarieven worden sterk beïnvloed door de tarieven in het buitenland omdat het merendeel van de primaire grondstoffen voor beton afkomstig is uit de ons omringende landen. Import vormt derhalve een niet te verwaarlozen invloedsfactor op de parameter 'tarieven primaire grondstoffen'. Omdat de betonindustrie volledig deel uitmaakt van de private sector heeft de overheid slechts vanuit haar private rol als opdrachtgever voor bouwwerken direct invloed op de vraag naar BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor beton.

4.5.4 Ophoogmateriaal

De tijdelijke vrijstellingsregeling in het Bouwstoffenbesluit heeft de toepassing van BSA-granulaat in grote laagdiktes (ophogingen) ten

opzichte van het oorspronkelijke Bouwstoffenbesluit vergemakkelijkt. Deze verruiming wordt mogelijk deels teniet gedaan door de beoogde opvolger van het Bouwstoffenbesluit, het Besluit Bodemkwaliteit. Niettemin vormt het overheidsbeleid vooralsnog geen belemmering. De behoefte aan ophoogmateriaal wordt in eerste instantie bepaald door het aantal en de omvang van de te realiseren ophogingen. De hierdoor ontstane vraag kan met verschillende materialen ingevuld worden. De beschikbaarheid van alternatieven speelt een grote rol omdat voor ophogingen gekozen kan worden uit een breed scala aan (secundaire) grondstoffen. Naast het aanbod aan alternatieve materialen speelt ook de tariefstelling hiervan een voorname rol. Gezien de verschillende keuzemogelijkheden zal de factor transport in deze tariefstelling zwaar meewegen.

5 Ontwikkelingen in aanbod steenachtig BSA tot 2025 vanuit sectoren

In hoofdstuk 4 zijn vier sectoren verantwoordelijk gesteld voor het totaalaanbod aan steenachtig BSA. Tevens is per sector een aantal invloedsfactoren benoemd. In dit hoofdstuk gaan we dieper in op de ontwikkelingen per sector en de gevolgen in kwantitatieve zin voor het aanbod aan steenachtig BSA. Tevens geven we per sector een indicatie van de mate van spreiding van het aanbod over verschillende regio's in Nederland. Aan het eind van dit hoofdstuk beschouwen we kort de gevolgen van de geschetste ontwikkelingen op de kwaliteit van het aanbod aan steenachtig BSA. Gezien het doel van deze studie blijft deze beschouwing beperkt tot de ontwikkeling van het aandeel beton in steenachtig BSA per regio.

5.1 Woningbouwmarkt

5.1.1 Relevante ontwikkelingen in de woningbouw

In Nederland staan ca. 6,9 miljoen woningen. Ongeveer 2,4 miljoen daarvan zijn huurwoningen, in eigendom van woningcorporaties. De vraag naar nieuwe woningen is nog altijd groot en de verwachting is dan ook dat de totale woningvoorraad de komende jaren nog zal groeien, al zal het groeitempo wel geleidelijk verminderen.

Een deel van de vraag naar woningen komt voort uit de toename van het aantal inwoners van ons land. De laatste bevolkingsprognoses laten een groei van 16,3 miljoen tot 17,1 miljoen in 2020 zien, een stijging van 5% [32] ofwel 0,3% per jaar. De meest recente bevolkingsontwikkeling ligt op een iets lager peil: in 2005 is de groei teruggelopen tot minder dan 2 promille, vooral vanwege de dalende immigratie en stijgende emigratie.

Daarnaast vraagt het dalende aantal personen per huishouden om meer woningen. Dit is vooral het gevolg van individualisering en emancipatie (meer gezinnen zonder kinderen), lagere geboortecijfers (minder kinderen per gezin) en een toename van de levensverwachting (meer ouderen). Sinds 1970 is de gemiddelde woningbezetting afgenomen van 3,4 personen tot 2,3 personen in 2000. Tot 2020 voorzien de Primos-cijfers [32] een verdere daling tot een kleine 2,2 personen per huishouden. Het aantal huishoudens zal daarmee verder stijgen tot 7,9 miljoen en het aantal woningen tot 7,7 miljoen. Dat betekent een vermeerdering van de woningvoorraad met 900.000 ten opzichte van het huidige aantal.

Gezien de nog steeds stijgende woningvoorraad heeft de kwantitatieve woningbehoefte geen directe relatie met de sloop van woningen. Wel

is er een relatie met de kwalitatieve woningbehoefte. Voor een deel wordt aan de woningbehoefte voldaan met de nieuwbouw, voor een deel realiseren bewoners zelf meer kwaliteit door verbouwingen aan hun eigen woningen of door te verhuizen naar een bestaande woning die beter op de wensen aansluit. In de verhuisketens die door dit laatste ontstaan, zal op den duur leegstand ontstaan in die woningen waaraan de behoefte het minst is. Verbeteren of slopen van deze woningen levert bouw- en sloopafval. Bij het slopen zal het vooral om huurwoningen gaan, de kans dat particuliere woningeigenaren tot sloop van hun eigen woning overgaan is beperkt: uit eigen beweging doen ze dat alleen om het verouderde huis te vervangen door een geheel nieuw. Eigen woningen worden voorts gesloopt in het kader van opkoop door overheden en/of projectontwikkelaars, onteigeningsprocedures voor nieuwbouwlocaties en infrastructurele werken en wegens maatregelen ingevolge bepalingen krachtens de Wet milieubeheer (Schiphol) etcetera.

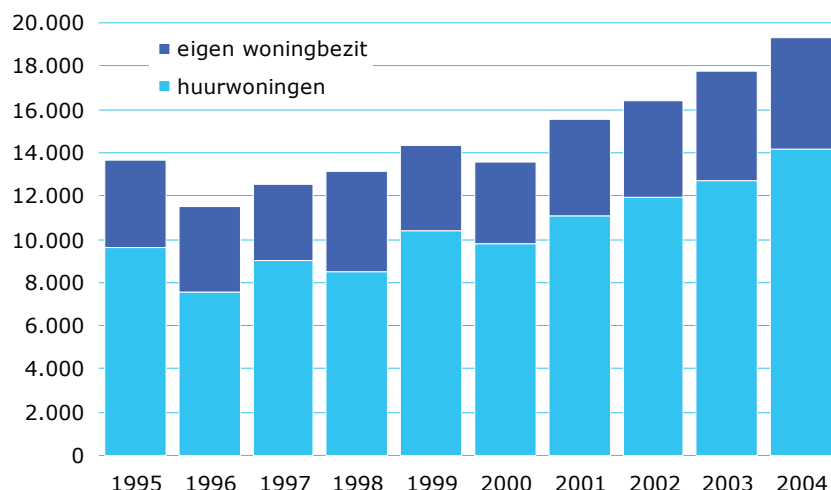
De economische groei is één van de belangrijkste factoren die van invloed is op de effectuering van de kwalitatieve woningbehoefte. In tijden van voorspoed nemen de investeringen in woningen toe. Bij economische neergang neemt de verhuiscapaciteit en investeringsbereidheid af.

De CPB-scenario's voor de bevolkingsomvang en het volume investeringen in woningen hebben dan ook geen directe relatie met de woningsloop. In scenario's met een sterke nadruk op de vrije markt kunnen hoge investeringen in nieuwbouw gepaard gaan met een laag sloopvolume. Dit wordt nog geïllustreerd door het feit dat de bevolkingsontwikkeling sterk wordt beïnvloed door het immigratieoverschot: juist van de immigranten woont een fors deel in de woningtypen die eventueel in aanmerking komen voor sloop.

5.1.2 Sloopafval

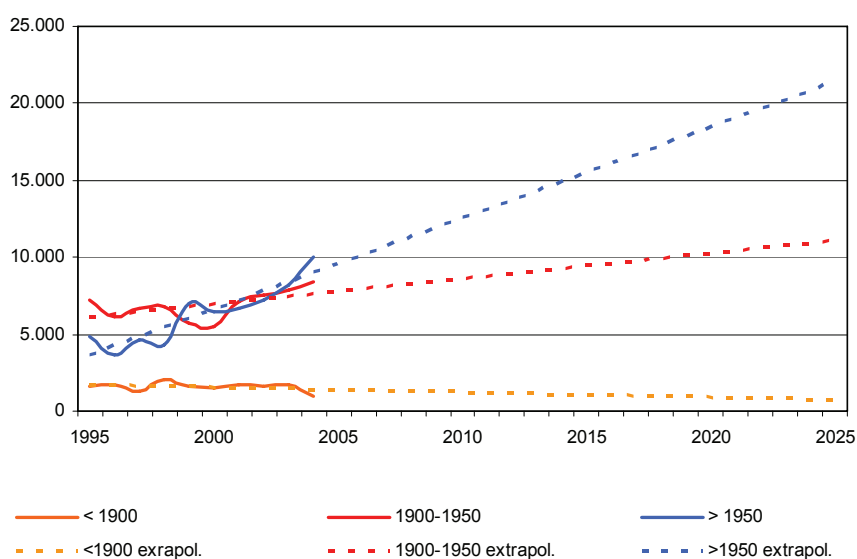
De afgelopen jaren is het aantal gesloopte woningen flink gestegen van bijna 14.000 in 1995 tot ruim 19.000 in 2004 [17]. Kenmerkende ontwikkeling is een aanzienlijke toename van de sloop in de jaren 2000 tot heden, van 13.500 naar 19.550, ofwel een groei van 43%. Deze groei is vooral sterk in de naoorlogse voorraad, waar de groei toen 54% was. Het aantal eigen woningen neemt bijna 30% van het totale sloopvolume in.

Figuur 5.1: Ontwikkeling in de sloop van woningen



Door extrapolatie van de ontwikkeling in de woningvoorraad van voor 1900, die van 1900-1950 en de naoorlogse voorraad naar het jaar 2025 hebben we een schatting gemaakt van het sloophniveau in dat jaar. Deze komt uit op een aantal van 33.000 woningen in 2025 (zie navolgende figuur).

Figuur 5.2: Aantallen gesloopte woningen 1995-2004 [17] en prognose (bewerking RIGO)



In deze exercitie is uitgegaan van een voortzetting van het recente verleden, waarbij vooral de sloop van naoorlogse woningen aantelt. Tegen de lineaire extrapolatie kan men inbrengen dat de sloop van woningen uit een bepaalde bouwperiode eerder een periode van toename, stabilisatie en afname zal kennen, en dus een kromme zou moeten zijn. De naoorlogse periode kende echter een toenemende groei van de productie tot begin jaren zeventig, waardoor ook een voortdurende toename van de sloop te verwachten zou kunnen zijn. In

de woningen van na 1985 is sprake van een sterk toegenomen koopproductie die zich te zijner tijd kan vertalen in een daling van de sloop, maar we verwachten dat dit punt voorbij 2025 zal liggen.

Deze wijze van extrapolatie achten wij hier een bruikbaarere methode voor de raming van de sloop van woningen dan de levensduurbenadering, die veronderstelt dat woningen na een bepaald aantal jaren worden gesloopt, met een bepaalde kansverdeling rondom het gemiddelde. Op basis van de huidige sloopcijfers bedraagt het aantal sloopwoningen anno 2004 19.500 stuks. Het merendeel hiervan betreft sloop van de naoorlogse woningvoorraad. Wanneer we het huidige sloopvolume afzetten tegen de woningvoorraad in 1960 (2,9 miljoen woningen) zou dit neerkomen op een gemiddelde levensduur van ca. 150 jaar. Een dergelijke levensduur lijkt niet realistisch. De levensduurbenadering derhalve evenmin.

Nieuwe investeringen in bestaande woningen (verbouwing, renovatie) hebben wel tot gevolg dat de levensduur aanzienlijk wordt verlengd. De waardeontwikkeling van woningen zorgt ervoor dat deze nieuwe investeringen kunnen worden bekostigd uit het toekomstige gebruik. Sloop concentreert zich op die woningen waarbij twijfels zijn aan het toekomstig gebruik en waarin om die reden niet meer wordt geïnvesteerd.

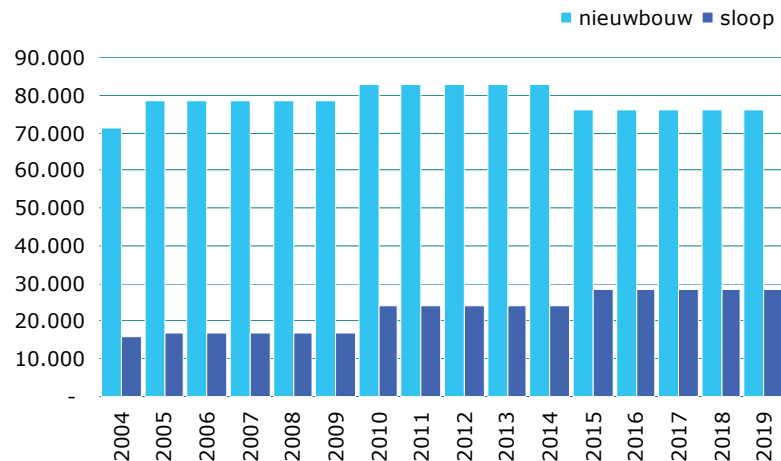
De vraag is natuurlijk of er in de komende jaren ontwikkelingen te voorzien zijn die kunnen duiden op een aanpassing van de uitkomsten naar beneden (minder sloop) of juist naar boven (meer sloop). Deze ontwikkelingen kunnen liggen op de volgende gebieden:

- Economische groei. Na sterke economische groei van de jaren negentig is er de laatste jaren sprake van een terugval. De vraag is echter in eerste instantie of er een relatie is tussen de economische ontwikkeling en de sloop van woningen. We zien de laatste jaren een aantrekken van de sloop terwijl de economie niet denderend is. Theoretisch zal in een aantrekkende economie de kwalitatieve vraag naar woningen toenemen waardoor meer zal worden gesloopt. Daar tegenover staat dat een vraag kan ontstaan naar goedkope woonruimte door immigratie vanuit bijvoorbeeld de nieuwe EU-lidstaten.
- Bevolkingsgroei. De gesignaleerde groei van de bevolking en de verwachte verdere daling van de gemiddelde woningbezetting vraagt om extra inspanning om nieuwe woningen aan de voorraad toe te voegen. Voor een deel zal dat gepaard gaan met sloop van oude woningen die niet meer aan de vraag voldoen, bouwtechnisch slecht of in ieder geval niet toereikend voor het gebruik zijn (bijvoorbeeld in de buurt van Schiphol), of omdat ze deel uitmaken van een stedelijk gebied dat verbeterd wordt, de zogenaamde herstructureringsgebieden. In de vorige paragraaf is op deze relatie voor de jaren 1995 – 2003 ingegaan. Volgens de Primos-cijfers, die op geheel andere wijze bepaald worden¹, zullen er in de komende

¹ De PRIMOS prognose wordt in opdracht van het ministerie van VROM opgesteld door ABF om de ontwikkeling van woningvoorraad en huishoudens te ramen. ABF maakt in deze prognose een eigen inschatting van de ontwikkeling van de sloop van woningen

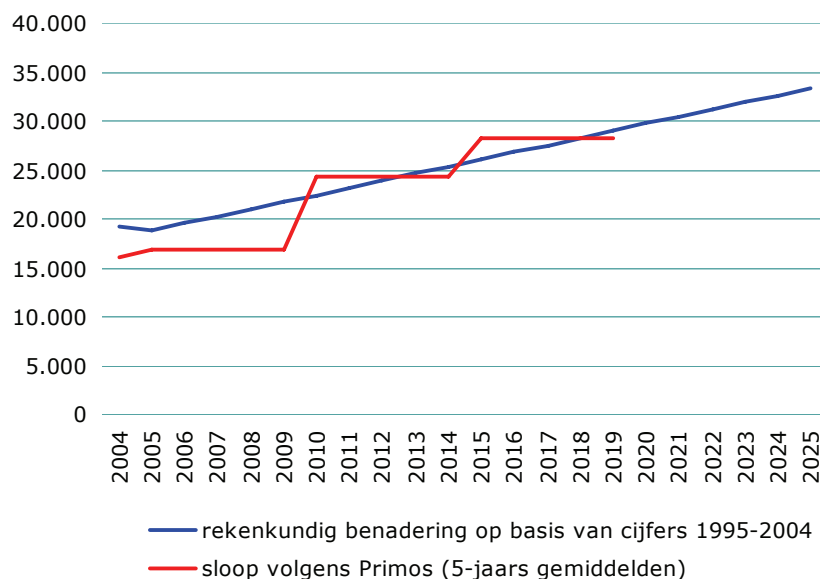
15 jaar gemiddeld 80.000 woningen worden gebouwd. Dat gaat gepaard, volgens dezelfde bron, met de sloop van ongeveer 23.000 woningen per jaar. De sloop stijgt van 16.000 tot 28.000, zoals ook in de volgende figuur is weergegeven (cijfers op basis van 5-jaarsgemiddelden [32]).

Figuur 5.3: 5 jaarsgemiddelden voor nieuwbouw en sloop van woningen 2004-2020 [32]



De Primos-cijfers waarin maatschappelijke trends als de groei van de bevolking en de verdere daling van de gemiddelde woningbezetting zijn opgenomen, ondersteunen de extrapolatie van de sloopcijfers uit het recente verleden (figuur 5.2). Deze bron geeft dus geen aanleiding om de rekenmethode aan te passen. Indien de dalende trend in de bevolkingsgroei zich echter doorzet dan is het aannemelijk dat het nieuwbouwprogramma op termijn lager kan zijn. Dit hoeft niet direct te leiden tot minder sloop: ook in de huidige prognose gaat minder nieuwbouw gepaard met meer sloop: ontspanning op de woningmarkt kan een belangrijke factor zijn die de sloop bevordert.

Figuur 5.4: Prognose sloop woningen ([32] en RIGO-extrapolatie CBS-cijfers)



De grootschalige herstructureringsprojecten waarbij oude woningen worden afgebroken liggen in de grote steden. De nieuwbouwlocaties liggen aan de randen van de grotere steden. Op het platteland vinden afbraak en nieuwbouw minder geconcentreerd plaats.

In de periode 1995-2003 zijn in Nederland voor elke 100 nieuw gerealiseerde woningen bijna 14 woningen gesloopt. In de randstad was dat aantal duidelijk hoger dan in de rest van het land: 16 gesloopte woningen per 100 nieuw gebouwde woningen tegenover 12 gesloopte woningen per 100 nieuw gebouwde woningen [33]

De verhouding nieuwbouw: sloop is bij woningbouw de laatste jaren wel aan het schuiven, van 80:12 naar 70:20. We zagen dat op langere termijn dit in de orde van 75:30 kan komen te liggen. Voor iedere vijf nieuwe woningen verdwijnen er dan twee bestaande, die meestal kleiner zullen zijn. Zowel de nieuwbouw als de sloop van woningen vormt op jaarbasis een relatief klein deel van de voorraad.

5.1.3 Gehanteerde bouwmethoden en materiaalgebruik in woningen in relatie tot sloop

Zoals in figuur 5.2 is te lezen, zal het grootste deel van de te slopen woningen in de komende decennia gebouwd zijn na 1950. De sloop van de woningvoorraad van voor 1900 is marginaal ten opzichte van de sloop van woningen uit latere perioden.

De woningbouw uit de periode 1900 – 1950 kenmerkt zich door het ruime gebruik van baksteen. Zowel gevels als bouwmuren werden in dat materiaal gemaakt. Vloeren waren van hout. Platte daken kwamen niet veel voor.

Na 1950 begon de middelhoogbouw en later ook de echte hoogbouw van de grond te komen. De reden daarvoor was de toepassing van gewapend beton in de woningbouw. De naoorlogse woningnood vroeg om een snelle bouwmethode en beton voorzag mede daarin. Met de komst van beton werd er minder baksteen gebruikt. Bouwmuren werden van beton vervaardigd of van kalkzandsteen. Platte daken deden steeds meer hun intrede in de Nederlandse woningbouw, hetgeen een extra gebruik van beton betekent (dakvloer).

De Nederlandse woning is in de loop der jaren door het gebruik van beton steeds zwaarder geworden. De verzwaring van de wettelijke eisen op het gebied van geluid en energie heeft hierbij een rol gespeeld.

Door de toename van de naoorlogse sloop neemt ook het aandeel van beton in deze periode sterk toe. Omdat de breuklijn in bouwtechnieken ligt rond 1960, met de industriële woningbouw is de scheidslijn tussen de sloop van woningen van voor en na 1960 een relevant element in deze raming.

Voor woningen uit de genoemde drie perioden is het materiaalgebruik per woning (beton, baksteen, kalkzandsteen) berekend (zie bijlage 4). Hierbij is rekening gehouden met de hoeveelheid meergezinswoningen en de hoeveelheid eengezinswoningen in het slooparsenaal.

5.1.4 Ontwikkelingen in aanbod van steenachtig BSA uit de sloop van woningen

Op basis van het historisch materiaalgebruik bij diverse kenmerkende woningtypen in de verschillende bouwjaarklassen is het volume sloopaafval bepaald (zie bijlage 4). De hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA uit de naoorlogse woningen verdubbelt grofweg ten opzichte van de hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA uit vooroorlogse woningen. Zoals reeds vermeld in 5.1.2 komt de groei in het sloopvolume vooral voor rekening van de naoorlogse woningvoorraad. Uitgaande van een soortelijk gewicht van beton van 2.300 kg/m^3 en een soortelijk gewicht van 1.600 kg/m^3 van het overig steenachtig sloopaafval bedraagt de berekende hoeveelheid BSA in dit type woning gemiddeld ca. 147 ton (incl. fundering).

Op basis van eigen berekeningen aan modelwoningen zoals gehanteerd door het RIVM [7] wordt de hoeveelheid steenachtig BSA per woning berekend op 105 ton, uitgaande van een plat dak, excl. fundering, kelders, etc.

Uit gegevens van TNO / Bouwcentrum Advies [38] blijkt eveneens dat de hoeveelheid steenachtig materiaal per woning in naoorlogse woningen(exclusief uitpandige bouwwerken) schommelt rond de 100 ton.

In praktijk zal de hoeveelheid vrijkomend steenachtig materiaal per woning echter aanzienlijk hoger liggen. De berekende hoeveelheden houden geen rekening met steenachtig BSA afkomstig uit schuurtjes,

bergingen, garages, erfverhardingen, tuinmuren, etc. We nemen aan dat deze bronnen gemiddeld nog eens 15 ton aan de hoeveelheid steenachtig materiaal per woning toevoegen. Daarnaast blijkt uit gegevens van het SBR [37] dat ca. 30% van het bouw- en sloopafval bestaat uit grond/zand. Met name bij sloop van funderingen, kelders, begane grond vloeren en erfverhardingen ontkomt men er niet aan dat vermenging van bouw- en sloopafval met grond optreedt. Ook het opschonen van het terrein na afloop van de sloopwerkzaamheden waarbij de laatste resten afval van het maaiveld worden verwijderd vormt een voorname bron van grondbijmenging. Tot slot worden er aan de BSA-granulaten die geproduceerd worden uit steenachtig BSA eisen gesteld ten aanzien van bijmengingen met andersoortige steenachtige materialen (maximaal 10%). Een deel van deze materialen is meegenomen in de berekeningen van het materiaalgebruik per woning (cellenbeton, lichtbeton). Een ander deel bestaande uit glas, sintels, slakken, asfalt, porselein, etcetera valt buiten deze berekening. Het gehalte aan bijmenging van deze materialen schatten we op 3%. Uitgaande van de berekende hoeveelheid steenachtig materiaal per woning inclusief fundering bedraagt de hoeveelheid materiaal die aangeboden wordt voor verwerking tot puingranulaat gemiddeld 215 ton per woning.

Uit navraag is gebleken dat in de praktijk bij de calculatie van slopoffertes voor woningen (Zuid-Nederland) doorgaans de volgende kengetallen worden gehanteerd:

- Puin (steenachtig BSA): 200-250 ton
- Niet steenachtig BSA: 10 ton
- Hout: 15 ton.

Deze getallen komen sterk overeen met de berekende hoeveelheden.

In het vervolg van deze rapportage wordt uitgegaan van 200 ton per woning. De verwachting is dat dit als gevolg groter wordende huizen en een toename van het gehalte beton in de toekomst geleidelijk aan zal toenemen tot 250 ton per woning.

In 2003 zijn 19.500 woningen gesloopt. Dit betekent dat ca. 3,9 Mton steenachtig BSA afkomstig is van de sloop van woningen, uitgaande van uitsluitend naoorlogse woningen. Rekening houdend met een aandeel vooroorlogse woningen met een kleinere hoeveelheid steenachtig materiaal per woning schatten we de hoeveelheid steenachtig BSA uit woningsloop anno 2003 in op 3,2 Mton.

Wanneer we de groei in sloopvolume combineren met de groei in vrijkomend steenachtig BSA per woning geeft dat voor 2025 ten opzichte van 2005 grofweg een verdubbeling van de hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA tot ca. 8,1 Mton in 2025 op basis van extrapolatie van CBS-gegevens en tot 6,9 Mton op basis van Primos-cijfers.

Wanneer we geen rekening houden met de groei in vrijkomend steenachtig BSA per woning van 200 ton naar 250 ton bedraagt de hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA op basis van extrapolatie van CBS-cijfers 6,5 Mton in 2025 en op basis van Primos-cijfers 5,5 Mton.

Daarmee is aangetoond dat de hoeveelheid BSA per woning de belangrijkste parameter vormt in het voorspellen van de ontwikkeling van de BSA-productie als gevolg van sloop in de woningbouwsector. De productie wordt ingeschat op 8,1 Mton met een bandbreedte tussen 7 en 8,5 Mton.

5.1.5 Renovatieafval

Een gebouw dat wordt gerenoveerd geeft minder afval dan bij complete sloop. Een logische constatering die echter weinig inzicht geeft in de omvang van het volume renovatieafval. Voor dit onderzoek richten we ons met nadruk op de steenachtige materialen: baksteen, beton, kalkzandsteen en gips. De renovatie van woningen zal slechts een beperkte hoeveelheid van dit type afval geven. Bij renovaties blijven de structurele elementen van de gebouwen meestal intact. Wel betreft het veel meer woningen en gebouwen. Uit de bouwprognoses blijkt dat investeringen in groot- en klein onderhoud bij woningen op zo'n 85% van de nieuwbouw liggen en bij utiliteitsbouw zelfs op 120%. Dit zal bovendien de komende jaren verder verschuiven in de richting van groot- en klein onderhoud. Het groot onderhoud waartoe in dit verband ook de verbouwingen kunnen worden gerekend vormt ongeveer de helft van deze investeringen.

Het meest voorkomende element dat voor dit onderzoek relevant is, betreft de vervanging van gebakken en betonnen dakpannen. De vervanging van asbest is een bijzondere categorie, die voor hergebruik is uitgesloten. Een derde categorie betreft gevelwijzingen en inpandige doorbrekingen. Zo is het gemakkelijker geworden om achtergevels uit te bouwen en worden nog wel eens kleine ruimten samengevoegd. Belangrijke onderdelen in renovaties zijn vaak de vervanging van raamkozijnen en puien en de verbetering van installaties en afwerkingniveau. Deze dragen weinig bij aan de toevoer van renovatieafval, althans in het granulaatsegment.

Gesteld dat van de totale investeringen in groot onderhoud, die op zo'n € 10 miljard worden geraamd 10% betrekking heeft op dergelijke doorbrekingen en structurele veranderingen, dan zou dat betrekking kunnen hebben op een wandoppervlak van zo'n 1 miljoen vierkante meter². In volume is dat 0,2 tot 0,3 miljoen m³. In vergelijking met de ramingen voor sloop is dit fractioneel te noemen.

Uit gegevens van SBR [27] blijkt dat de bouwsector (nieuwbouw + renovatie) in 2003 gemiddeld 9 m³ losgestort puinafval (gemiddeld 953

² We hebben ruw geschat dat het maken van doorbrekingen in bestaande constructies in de orde van € 1.000,= per m² kost. In de praktijk zal dit aanzienlijk uiteen lopen, afhankelijk van de vraag of er opvangconstructies nodig zijn, dan wel nieuwe opvullingen (kozijnen, deuren) worden aangebracht. De doorbreking zal in dikte variëren van 0,1 tot 0,3 meter. het kan gaan om wanden van baksteen, kalkzandsteen, gipsblokken of beton.

kg/ m³) afvoert per € 100.000,- omzet. Bij een gemiddeld renovatieproject van € 30.000,- (aannee) en een renovatiefrequentie per woning van eens per 25 jaar lijkt een aanname voor de omvang van de totale hoeveelheid renovatieafval van 0,7 Mton reëel (bij een woningbestand van 6,9 miljoen)

Renovatie levert slechts een kleine bijdrage aan de hoeveelheid steenachtig BSA, in de orde van 15% van de totale sloop. De voorspelde groei van het woningenbestand zoals omschreven in paragraaf 5.1.1 in ogenschouw genomen zal de hoeveelheid renovatieafval stijgen van 0,7 Mton in 2003 tot ca. 0,8 Mton in 2025.

5.1.6 Bouwafval

Uit gegevens van SBR [27] blijkt dat bij nieuwbouwprojecten gemiddeld 11,34 m³ afval ontstaat per € 100.000,- omzet. Hiervan is 18% aan te merken als puin (953 kg/ m³). Bij gemiddelde bouwkosten van € 200.000,- per woning bedraagt de vrijkomende hoeveelheid bouwafval 3,9 ton per woning

In 2003 zijn 60.000 nieuwbouwwoningen gebouwd. In totaal resulteert dit in 0,23 Mton bouwafval. Op basis van de verwachting dat het aantal nieuwbouwwoningen de komende 15 jaar stijgt tot gemiddeld 80.000 woningen per jaar zal de jaarlijks vrijkomende hoeveelheid bouwafval toenemen tot ca. 0,31 Mton.

5.1.7 Totaalbeeld woningbouw

De hoeveelheid steenachtig BSA uit de woningbouwsector neemt toe van 4,1 Mton in 2003 tot 9,2 Mton in 2025 zoals weergegeven in onderstaande tabel

Tabel 5.1: Ontwikkeling in aanbod van steenachtig BSA uit de woningbouwsector

Woningbouwsector	2003	2025
Sloopafval	3,2 Mton	8,1 Mton
Renovatieafval	0,7 Mton	0,8 Mton
Bouwafval	0,2 Mton	0,3 Mton
Totaal	4,1 Mton	9,2 Mton

5.1.8 Regio-invloeden

Afgaande op de statistische gegevens zoals verstrekt door het CBS kunnen we concluderen dat de toerekening van de hoeveelheid woningen in de afgelopen 10 jaar naar verschillende landsdelen er als volgt uitziet:

Tabel 5.2: Spreiding sloopactiviteiten woningbouw naar landsdeel (bron: CBS)

Toerekening gesloopt aantal woningen in % 1995-2004	Gemiddeld	Hoogst gemeten percentage in periode	Laagst gemeten percentage in periode
Noord-Nederland (Friesland, Groningen, Drenthe)	15	22	11
Oost-Nederland (Flevoland, Overijssel, Gelderland)	16	20	13
West-Nederland (Noord-Holland, Zuid-Holland, Utrecht, Zeeland)	55	63	49
Zuid-Nederland (Noord-Brabant, Limburg)	15	17	10

Deze percentages geven een indruk van de spreiding in het aanbod van steenachtig BSA uit de sloop van woningen over Nederland. Duidelijk zichtbaar is een concentratie in aanbod in West-Nederland (randstadregio)

5.2 Utiliteitsmarkt

5.2.1 Relevante ontwikkelingen in de utiliteitsbouw

Uitgaande van de samenhang tussen nieuwbouw en sloop is het interessant om na te gaan hoe de komende twintig jaar de nieuwbouw in de utiliteitssector zich zal ontwikkelen. De jaren negentig werden gekenmerkt door een omvangrijke groei van de beroepsbevolking en arbeidsparticipatie. Van 1985 tot 2005 groeide de beroepsbevolking met ongeveer 16%. Prognoses voor de omvang van de bevolkingsgroep van 20-64 jaar in 2025 lopen in de CPB-scenario's uiteen van +4 tot -4% [34]. De groei van de arbeidsparticipatie was in de afgelopen jaren nog aanzienlijk groter, alleen al zo'n 20% van 1992 tot 2003. Dit is vooral te danken aan de groei van de tweeverdieners, in deze periode met zo'n 50%. Deze groei concentreert zich bij de jongere huishoudens. Daarom is te verwachten dat deze groei zich nog een flink aantal jaren kan voortzetten: de groep eenverdieners telt vooral oudere huishoudens. Dit geeft de komende 10-20 jaar nog een

groei van het arbeidspotentieel, maar niet in de mate waarin dat de afgelopen tien jaar is gebeurd. Deze groei zal zich concentreren in de (zakelijke) dienstverlening. Het CPB verwacht dat het arbeidsaanbod in 2025 tussen 93 % en 112 % van het huidige peil zal liggen. Dat geldt voor de meer extreme scenario's (Global Economy, hoog, en Regional Communities, laag). In de twee middenscenario's blijft de arbeidsbevolking op het huidige peil [35]. Een middenprognose komt uit op een heel lichte groei, van 2-4% tussen 2005 en 2025.

Een zekere tempering van de nieuwbouw door een minder sterke groei van de werkende bevolking is zodoende te verwachten. De CPB-scenario's voor het volume investeringen in gebouwen lopen uiteen van -2,7% tot 0,6%. Als gevolg hiervan zal ook de vervangingsproductie verminderen en bijgevolg het aanbod van sloopafval. Waar we voor de woningbouw een verdubbeling ramen van 2005 naar 2025, met jaarlijkse groeipercentages van meer dan 4% in de eerstkomende jaren, zouden we dit in de utiliteitsbouw schatten op een niveau van zo'n 2% jaarlijks. Net als bij de woningbouw is het te verwachten dat het aandeel van beton hierin zal toenemen. Een sterkere groei zou in dit scenario betekenen dat het vervangingstempo toeneemt bij een minder sterke uitbreiding. Dat is op zichzelf niet ondenkbaar, ware het niet dat ook in de nieuwbouw de laatste jaren meer rekening gehouden wordt met mogelijk hergebruik van gebouwen in de toekomst.

Een op zichzelf staande factor die de sloop bevordert is de structurele verandering in de werkgelegenheid. Bijvoorbeeld de afname van de grootschalige landbouw volgt nu op het verdwijnen van veel traditionele industrieën. In de jaren '70 was er een opleving in de sloop van kerken. Dit type effect zou als een functieveranderingfactor in de raming van de sloop kunnen worden opgenomen. Vanuit de veronderstelling dat sloop pas plaatsvindt wanneer nieuwe gebruiksfuncties zich aandienen is dit een element dat aan enkele gebouwtypen kan worden toegevoegd, naast de aanneming van een bepaald deel van vervanging ter modernisering binnen het bouwsegment. Echter, lange termijnramingen zijn voor dit type ontwikkeling een stuk lastiger te maken dan voor de ontwikkeling van de bevolking of het aantal woningen. En het is niet zo eenvoudig een maat te bepalen voor deze factor. Op dit moment zou hiervoor vooral de voorraad agrarische gebouwen en de verouderde kantorenvoorraad in ogenschouw moeten worden genomen. Een voorzichtige schatting zou zijn dat dit naast het al geraamde sloopafval nog 20% extra geeft.

5.2.2 De huidige hoeveelheid steenachtig BSA geraamd

Er zijn vrijwel geen gegevens beschikbaar over de hoeveelheid steenachtig BSA afkomstig van gesloopte panden in de utiliteitssector. De hoeveelheid in 2003 is geraamd door de totale hoeveelheid steenachtig BSA (16,9 Mton) te verminderen met de hoeveelheid uit de bouwmaterialenindustrie (0,45 Mton), de hoeveelheid uit de woningbouwsector (4,1 Mton) en de hoeveelheid uit de

wegenbouwsector (3,0 Mton). De totale hoeveelheid in de utiliteitssector is dan 9,4 Mton. Dit is relatief de grootste bijdrage (> 50%) in de totaal in Nederland vrijkomende hoeveelheid steenachtig BSA.

Op basis van paragraaf 5.1.5 kan gesteld worden dat het aandeel renovatieafval in het steenachtig BSA uit de utiliteitssector hoger zal zijn dan bij woningbouw. Voor de utiliteitsbouw hanteren we een percentage van tenminste 20% (1,9 Mton).

Uit gegevens van het CBS blijkt dat de in 2005 afgegeven bouwvergunningen t.b.v. utiliteitsbouw een waarde vertegenwoordigen van ca. 7,9 miljard euro. Gekoppeld aan de gegevens van het SBR aangaande de productie van steenachtig BSA per € 100.000,- omzet resulteert dit in een hoeveelheid steenachtig bouwafval van 0,15 Mton. Onder aftrek van de hoeveelheid renovatie- en nieuwbouwafval wordt de hoeveelheid steenachtig a.g.v. sloop van utiliteitsbouw momenteel ingeschat op 7,3 Mton.

De sloop van utiliteitsgebouwen ligt op een relatief hoger niveau dan bij woningbouw.

5.2.3 Gehanteerde bouwmethoden en materiaalgebruik in de utiliteit in relatie tot sloop

In de utiliteitsbouw is de diversiteit aan bouwmethoden aanzienlijk groter dan in de woningbouw. Een kas is nauwelijks te vergelijken met een ziekenhuis. Om een redelijke schatting te kunnen maken van de hoeveelheid BSA is eerst een archetypen van elk onderscheiden type vastgesteld. Voor de gebouwen in de gezondheidszorg is uitgegaan van een verzorgingshuis, omdat in deze sector de komende jaren een grote sloopproductie valt te verwachten.

bedrijfshal	bakstenen gevels en staaldaken, meestal 1 of 2 bouwla(a)g(en) hoog
kas	staal en glas, wel soms een betonnen vloer
schuur/stal	bakstenen gevels en een houten dakconstructie, meestal 1 bouwlaag hoog
kantoren	beton- of staalconstructie, betonnen vloeren, stenen gevels
winkels	glazen gevelpuien, betonnen vloeren/daken
onderwijs	bakstenen gevels, betonnen vloeren
gezondheidszorg	bakstenen gevels, betonnen vloeren, kleine wooneenheden gescheiden door bakstenen of kalkzandstenen wanden.

5.2.4 Sloopafval

Van de sloop van utiliteitsgebouwen wordt geen statistiek bijgehouden. We moeten de omvang ervan schatten en ontleen aan de omvang van

de nieuwbouw. Het vervangende deel van de nieuwbouw vormt een indicator voor de omvang van de sloop. Daarbij moeten we echter ook rekening houden met verdringing en verschuiving. Zo hangt een deel van de nieuwbouw van woningen samen met sloop van verzorgingshuizen. En overbodige kantoren krijgen soms een nieuw leven als onderwijsgebouw of woonruimte. De omzetting van andere gebouwen tot woonruimte levert jaarlijks zo'n 5.000 woningen op. De invloed hiervan op het aanbod van steenachtig BSA is niet merkbaar. Welke verschuivingen in de utiliteitsmarkt plaatsvinden is niet bekend.

De afgelopen decennia zijn veel oude fabrieksgebouwen gesloopt. Vaak waren dat bakstenen omhulsels met inpandige staalconstructies en lichte daken. In toenemende mate worden betonnen constructies uit de vroeg naoorlogse periode gesloopt, en soms ook wat nieuwere utiliteitsgebouwen. Vaak betreft het binnenstedelijke functieverandering. In vergelijking met de sterk verdichte nieuwbouw, met veel woningbouw, die er voor in de plaats komt valt de hoeveelheid sloop nog wel mee.

We proberen op basis van de omvang van de nieuwbouw hier een raming te maken van de omvang van de sloop die ermee samenhangt. Deze raming heeft het karakter van een best guess, waar de praktijk aanzienlijk op kan variëren. We veronderstellen hierin een samenhang tussen nieuwbouw en sloop. Een deel van de nieuwbouwproductie dient ter vervanging van verouderde gebouwen. Over de omvang van dat aandeel hebben we geen zekerheid. De nieuwbouw kunnen we via bouwvergunningstatistiek schatten, in m^2 vloeroppervlak. Om vanuit het vloeroppervlak tot een hoeveelheid sloopaafval te komen hanteren we een materialisatiefactor: de hoeveelheid materiaal in het gebouw in m^3 per m^2 vloeroppervlak.

We lopen een aantal belangrijke segmenten langs en besluiten dit met een raming van het totaal op dit moment.

5.2.4.1 Bedrijfsgebouwen

De bouw van bedrijfshallen, deels inclusief kantoorruimten is na de woningbouw het grootste segment in de nieuwbouw. In het topjaar 1999 werd voor 7,5 miljoen m^2 een bouwvergunning gevraagd. Het is een conjunctuurgevoelige sector: in 2003 lag het niveau op 3,5 miljoen m^2 , dus meer dan 50% lager. Het is een sterk dynamische sector, waar de levensduur van gebouwen wordt bepaald door de ontwikkeling van bedrijfsprocessen. Door een secundair gebruik tegen lage kosten blijft veel van deze voorraad nog wel lange tijd in de lucht. Door de hoogte van ruimten en veel enkellaagse bouw is de materialisatiefactor per m^2 toch niet onaanzienlijk, die zou nog wel in de orde van $0,5 \text{ m}^3$ per m^2 kunnen liggen. In toenemende mate zal bij sloop echter sprake zijn van vooral stalen constructies en stalen daken en gevels, met isolatiemateriaal en bitumineuze dakbedekking. Betonvloeren onder deze stalen constructies zullen met een aanzienlijk lagere frequentie gesloopt worden dan de staalconstructies. Met name bij vervanging zal

de fundering annex betonvloer vaak intact blijven. Stellen we de vervanging op zo'n 50% dan bedraagt het te slopen oppervlak op 1,8 tot 3,8 miljoen m² wat overeenkomt met ofwel 0,9 tot 1,9 miljoen m³ afval, met een afnemende fractie granulaat.

5.2.4.2 Kantoren

In de overige utiliteitsbouw heeft de kantorensector de overhand. Deze omvat naar schatting zo'n 45 miljoen m² bedrijfsvloeroppervlak (bvo) [36]. Als we de woningbouw schatten in de orde van 600-700 miljoen m² bvo is dat in verhouding niet veel. De nieuwbouw ligt met een productie van 1 tot 2 miljoen m² bvo per jaar op 2% tot 5% van de voorraad, hetgeen veel hoger is dan bij woningbouw (hooguit 1,2%). In de pieken van de hoogconjunctuur wordt soms 2,5 miljoen m² gehaald. We mogen veronderstellen dat het vervangingsniveau ook hoger ligt dan in de woningbouw, waar dit ongeveer 30% is. Gesteld dat zo'n 50% van gemiddeld 1,5 miljoen m² bvo wordt vervangen, dan gaat het om zo'n 0,8 miljoen m² bvo, met een bandbreedte tussen 0,6 en 1,2 miljoen. Tot nog toe zullen dat vaak vooroorlogse en vroeg naoorlogse kantoren zijn, maar in toenemende mate gaat het ook om de standaard kantoorgebouwen uit de jaren '60 en '70. Stellen we de materialisatiefactor op 0,6 m³/m², dan levert dit een hoeveelheid sloopmateriaal van ca. 0,45 miljoen m³ per jaar. Dit is in toenemende mate beton.

We verwachten dat de dynamiek in de uitbreiding van kantoorruimte zal verminderen. Het is mogelijk dat het sloopniveau niettemin op peil blijft, bij een krimp van de werkende bevolking. Bovendien moet er nog een aanzienlijke overmaat in kantoorruimte worden weggewerkt, door functieverandering en door sloop.

5.2.4.3 Gezondheidszorg

De hoeveelheid gebouwen in de gezondheidszorg is met zo'n 10 miljoen m² niet te verwaarlozen, waarbij ook een flink vervangingsniveau nodig is. Voor een deel verdwijnt er bebouwing naar het gewone wonen. Er zijn schattingen dat de komende tien jaar zo'n 40% van de verzorgingshuizen kan verdwijnen. Dat kan om zo'n 2,5 miljoen m² bvo gaan van de 6 miljoen. Dit zal meer dan 10 jaar in beslag nemen. Als in het overige zorgvastgoed een tempo van 40% wordt gehaald wordt jaarlijks ca. 0,3 miljoen m² bvo vervangen. Het gaat om gebouwen met meer wandoppervlak per m² vloer dan kantoren. Gesteld dat we een materialisatiefactor van 0,7 m³/m² aanhouden, dan geeft dit 0,21 miljoen m³ sloopaafval met veel baksteen en beton. Het vervangingspercentage in de gezondheidszorg als geheel komt daarmee op 75%. De komende jaren laten een groei naar dat niveau zien, waarna dit een flink aantal jaren op niveau kan blijven. De grotere zelfstandigheid van zorginstellingen als het gaat om vastgoed zal naar verwachting leiden tot een sterkere dynamiek in dit segment.

5.2.4.4 Onderwijs

In 1990 raamden wij anno 2000 de voorraad onderwijsgebouwen op ongeveer 27 miljoen m² bvo, waarin het basisonderwijs en voortgezet onderwijs de hoofdmoot vormen [29]. De nieuwbouw ligt op een niveau van zo'n 0,5 miljoen m² per jaar, hetgeen een recente groei vertegenwoordigt vanaf een niveau dat op 2/3 hiervan lag in 1999. Hierbij schatten we een vervangingsniveau van 40% en een materialisatiefactor van 0,6 m³/m². Dat levert ongeveer 0,12 miljoen m³ afval. Ook hier zal de grotere zelfstandigheid een factor zijn in de groei van de bouwproductie.

5.2.4.5 Kassen, schuren en stallen

In dit segment is momenteel sprake van een aanzienlijke herstructurering. Kassen verschuiven van het Westland naar Flevoland en de noordelijke provincies. Stallen verliezen op veel plaatsen hun functie door de afbouw van de (pluim)veestapel. Deze ontwikkeling gaat echter mogelijk zo snel dat bij extrapolatie tot 2025 rekening moet worden gehouden met een snelle uitdoving ervan.

5.2.4.6 Winkels en overige

De categorie winkels is in het geheel van de utiliteitsbouw van ondergeschikte betekenis. De categorie overig is omvangrijker. Hierin vallen bijvoorbeeld defensiegebouwen, justitiële inrichtingen, rioolwaterzuiveringen, elektriciteitscentrales, parkeergarages, etcetera, maar we hebben geen totaalbeeld van hetgeen daaronder valt. We hanteren voor de laatste groep dezelfde uitgangspunten als voor kantoren.

5.2.5 Totaalbeeld utiliteitsbouw

In tabel 5.3 is weergegeven wat de omvang van het bouw- en sloopafval in de afgelopen jaren naar schatting was. De raming sloop is afgeleid van een vervangingsdeel in de nieuwbouwproductie. De genoemde hoeveelheden steenachtig BSA komen gelijktijdig met de realisatie van nieuwbouw vrij.

De vergelijking tussen 1999 en 2003 maakt zichtbaar hoe gevoelig de utiliteitssector is voor conjuncturele schommelingen. Schommelingen in conjunctuur kunnen leiden tot een verdubbeling van de hoeveelheid bouw en sloopafval.

*Tabel 5.3: Vrijkomende hoeveelheid van steenachtig BSA
a.g.v. vervangingssloop*

Utiliteitsbouw	nieuwbouw in 1.000 m ²		schatting		BSA in 1.000 m ³	
	1999	2003	sloop	schatting materialisatie m ³ /m ²	1999	2003
Bedrijfsgebouwen (hallen, deels met kantoor)	7.500	3.500	50%	0,5	1875	875
Kantoren	2.400	1.100	50%	0,6	720	330
Gezondheidszorg	300	500	75%	0,7	158	263
Onderwijs	350	500	40%	0,6	84	120
Winkels	300	300	30%	0,5	45	45
Overig	2.000	1.200	50%	0,6	600	360
Kassen	5.200	3.600	50%	0,2	520	360
Schuren en stallen	2.700	1.600	70%	0,4	760	450
Totaal	20.750	12.300			4.762	2.803

Vooraf in het onderdeel bedrijfshallen is het aandeel andere stoffen dan granulaten naar verwachting relatief hoog. Dat is nu juist het grootste segment in deze schatting met het grootste aandeel. Veronderstellen we dat de gemiddelde omvang van de sloop op 3,8 miljoen m³ uitkomt en dat daarvan 90% tot de granulaten kan worden gerekend dan ligt het aanbod van steenachtig BSA als gevolg van sloop ter vervanging van utiliteitsgebouwen op 3,4 miljoen m³ (ca. 6,8 Mton)

In het bovenstaande is uitgegaan het percentage nieuwbouw dat vooraf gegaan wordt door sloop (vervanging). Daarnaast zal een nog een aanzienlijke hoeveelheid steenachtig BSA vrijkomen als gevolg van de sloop van utiliteitsgebouwen die niet vervangen worden (natuurontwikkeling, groenvoorziening, infrastructuur). Als we uitgaan van een totale hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA door sloop in de utiliteitssector van 7,3 Mton in 2003 bedraagt deze hoeveelheid nu ca. 0,5 Mton.

Zoals duidelijk geworden zal zijn uit voorgaande paragrafen laten de ontwikkelingen in de utiliteitssector voor de periode tot 2025 zich moeilijk voorspellen. Met name de economische situatie is hierop van grote invloed. Wanneer we het in paragraaf 5.2.1 genoemde gemiddelde jaarlijkse groeipercentage van 2% als uitgangspunt nemen voor de periode 2005-2025 en er vanuit gaan dat de ontwikkeling van de hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA hiermee gelijke tred houdt betekent dit een geleidelijke toename in de hoeveelheid steenachtig BSA als gevolg van sloopactiviteiten van 7,3 Mton naar ca. 12,1 Mton, een geleidelijke toename van de hoeveelheid steenachtig BSA als gevolg van renovatieactiviteiten van 1,9 Mton naar 3,1 Mton en een geleidelijke toename van de hoeveelheid bouwafval in deze sector van 0,15 Mton tot 0,23 Mton. Daarbij is tevens rekening gehouden met de functieveranderingsfactor. Een overzicht is weergegeven in tabel 5.4.

Tabel 5.4: Ontwikkeling in aanbod van steenachtig BSA uit de utiliteitsbouw

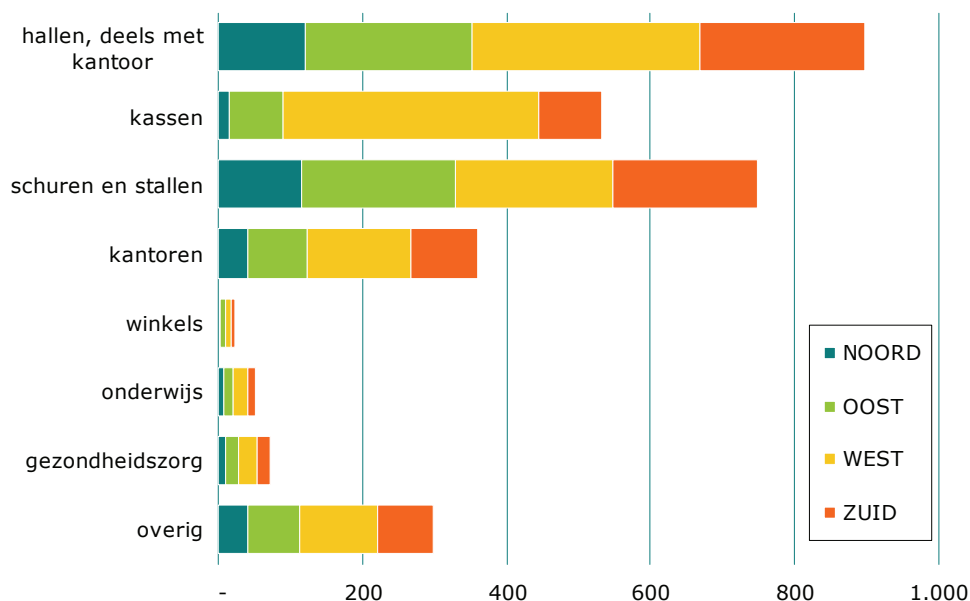
Utiliteitsbouw	2003	2025
Sloopafval	7,3 Mton	12,1 Mton
Renovatieafval	1,9 Mton	3,1 Mton
Bouwafval	0,15 Mton	0,23 Mton
Totaal	9,4 Mton	15,4 Mton

5.2.6 Regio-invloeden

Op basis van de verdeling naar landsdeel van de bouwvergunningen voor utiliteitsbouw is een schatting gemaakt van de hoeveelheid BSA in 1999 naar regio (zie figuur 5.5).

Circa 40% komt daarvan uit de westelijke provincies. Het noorden is met 12% de kleinste leverancier van BSA.

Figuur 5.5: Verdeling van de hoeveelheid BSA in 1.000 m³ naar landsdeel in 1999



Tabel 5.5: Spreiding sloopactiviteiten utiliteitsbouw naar landsdeel

Toerekening sloop utiliteitssector	Gemiddeld
Noord-Nederland (Friesland, Groningen, Drenthe)	12%
Oost-Nederland (Flevoland, Overijssel, Gelderland)	24%
West-Nederland (Noord-Holland, Zuid-Holland, Utrecht, Zeeland)	40%
Zuid-Nederland (Noord-Brabant, Limburg)	24%

5.3 GWW-markt

Deze paragraaf schetst de ontwikkelingen in het aanbod van steenachtig BSA vanuit de GWW-sector, gericht op steenachtige materialen, exclusief asfalt, exclusief bestaande funderingslagen. Eerst worden een aantal maatschappelijke ontwikkelingen benoemd die van invloed zijn op het aanbod van steenachtig BSA (paragraaf 5.3.1). Daarna wordt voor enkele segmenten binnen de GWW-sector dieper op ontwikkelingen ingegaan (paragraaf 5.3.2 t/m 5.3.4) waarna in paragraaf 5.3.5 het te verwachten volume vrijkomend steenachtig BSA vanuit de verschillende segmenten binnen de GWW-sector wordt gekwantificeerd

5.3.1 Relevante ontwikkelingen in de GWW

Vanwege het toenemende fileprobleem zal de aandacht voor de staat van het Nederlandse wegennet tot 2025 groot blijven. Onderdeel van de mogelijke oplossingen is de aanleg van nieuwe wegen, het aanpakken van verkeersknelpunten en het verbeteren van het secundaire wegennet (vergroting vervoerscapaciteit).

Momenteel ondervinden veel nieuwbouwprojecten problemen als gevolg van milieuwet- en regelgeving (luchtkwaliteit, geluidhinder, CO₂-reductie). Verwacht wordt dat door aanpassing van wet- en regelgeving en technische innovaties oplossingen gevonden worden om deze problemen het hoofd te bieden. Een gevolg van de technische innovaties kan zijn dat het materiaalgebruik bij aanleg en onderhoud van wegen in de periode tot 2025 zal wijzigen.

Op basis van gegevens over het materiaalgebruik in het verleden verwachten we dat de onderhoudskosten voor rijkswegen tot 2025 sterk zullen stijgen. De versnelde aanleg van rijkswegen in de jaren

zeventig zorgt tevens voor een piek in onderhouds- / vervangingskosten aan het eind van de levensduur van deze wegen [8].

Uit economisch oogpunt en vanwege een hoger milieurendement streeft men ernaar om de bij werkzaamheden vrijkomende materialen in toenemende mate op de locatie aan te wenden voor hergebruik binnen hetzelfde project. Eventueel door gebruik te maken van een mobiele bewerkingsinstallatie ("werk met werk maken"). Het werken met een dergelijke gesloten (grond-)balans resulteert in minder vervoersbewegingen, een kleiner aanbod van materiaal bij (stationaire) bewerkingsinstallatie en een geringere vraag naar nieuw product.

De hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA tot 2025 wordt hoofdzakelijk bepaald door onderhoudswerkzaamheden aan wegen. De hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA als gevolg van de spoorbouw of werkzaamheden aan kunstwerken is naar verwachting gering. Als gevolg van een veranderd materiaalgebruik in de wegfundering zal de samenstelling van het totaal aan steenachtig BSA uit de wegenbouw tot 2025 veranderen en toenemen. Wegfunderingen worden weliswaar besproken maar vallen buiten het kader van deze rapportage.

Op rioleringsgebied zullen regulier onderhoud en vervanging de voornaamste bronnen van aanbod vormen. Verschillende ontwikkelingen hebben echter tot gevolg dat deze onderhouds- en vervangingswerkzaamheden voor een deel versneld uitgevoerd zullen worden.

Klimaatverandering is een externe ontwikkeling die invloed zal hebben op de GWW-sector. Naast de effecten van de klimaatverandering op de capaciteit van de Nederlandse riolering (meer regen) wordt een zeespiegelstijging voorzien [12] en bestaat de verwachting dat frequenter hoge waterstanden in de rivieren zullen voorkomen. Deze ontwikkeling zorgt ervoor dat tot 2025 extra aandacht voor de aanleg en het onderhoud van dijken verwacht wordt. Naast verzwaring en verhoging van dijken zal er tevens meer ruimte gecreëerd worden voor opvang en buffering van water [13]. Er zal mogelijk sprake zijn van compartimentering (binnendijken) en (industriële) terpen. Daarnaast zal er meer in en op water gebouwd worden.

5.3.2 Wegenbouw

Binnen de wegenbouw wordt onderscheid gemaakt in steenachtig BSA afkomstig van wegverhardingen en steenachtig BSA afkomstig van funderingslagen. Deze laatste categorie blijft verder buiten beschouwing.

Het Nederlandse wegennet had anno 2003 een omvang van 132.397 km. Daarvan is 3.268 km in beheer bij de rijksoverheid (rijkswegen), 6.713 km in beheer bij de provinciale overheid en ca. 122.416 km in beheer bij lokale overheden (gemeentes) [17]. De wegverharding

bestaat vooral uit asfalt. Aangenomen wordt dat het rijkswegennet volledig bestaat uit asfalt. Op provinciaal niveau zijn er ook betonwegen. Op basis van eigen schattingen heeft ca. 25% van het wegennet onder provinciaal beheer een betonverharding. Op lokaal niveau is het percentage betonwegen verwaarloosbaar klein. Naast asfaltverhardingen zijn hier ook elementenverhardingen. Elementenverhardingen zijn doorgaans direct herbruikbaar. Slechts een beperkt deel van de elementenverhardingen wordt na opbreken afgevoerd als steenachtig BSA.

Asfalt valt buiten de directe scope van dit onderzoek omdat het niet aangemerkt wordt als alternatief voor betongrind. Teneinde een uitspraak te doen over de hoeveelheid steenachtig BSA ten behoeve van de productie van BSA-granulaat worden de asfaltverhardingen en daarmee de rijkswegen dan ook buiten beschouwing gelaten. Ter informatie wordt vermeld dat het volume asfaltpuin momenteel ca. 4 Mton bedraagt waarvan ca. 2 Mton wordt aangewend voor koud hergebruik en ca. 2 Mton warm wordt hergebruikt [1].

De gemiddelde breedte van de Nederlandse rijkswegen bedraagt 24,2 meter (79 km² verharding op 3.268 km rijksweg). De gemiddelde breedte van overige wegen is vastgesteld op 8,8 meter (1.131 km² verharding op 129.129 km weg) [19]

Op basis van een gemiddelde wegbreedte van 8,8 m en een aangenomen gemiddelde toepassingsdikte van 0,25 m bedraagt het potentieel aan steenachtig BSA (beton) in betonwegen 3,7 miljoen m³ (8,5 Mton) met een gemiddelde levensduur van 50 jaar [14]. De jaarlijks vrijkomende hoeveelheid kent een spreiding die sterk gerelateerd is aan de historische ontwikkeling van het provinciale wegennet en het historisch materiaalgebruik. Gezien het feit dat de eerste betonwegen dateren van omstreeks 1970 [9] is de verwachting dat de hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA uit (provinciale) betonwegen momenteel beperkt is, uitsluitend afkomstig is van klein onderhoud en niet van grootschalige renovatie. Daarbij wordt opgemerkt dat momenteel vrijkomend betonpuin vaak ter plaatse verwerkt wordt om dienst te doen als funderingslaag voor de nieuwe weg. Tot 2025 wordt een groei voorzien tot 0,24 Mton. Het aandeel steenachtig BSA uit betonwegen is echter van ondergeschikt belang wanneer het wordt afgezet tegen het totaal volume steenachtig BSA.

Op lokaal niveau wordt 122.416 km wegverharding beheerd [17]. Hiervan is ca. 50% voorzien van een elementenverharding [39]. Aangenomen wordt dat slechts één derde van de wegverharding daadwerkelijk wordt aangeboden als steenachtig BSA. Twee derde wordt rechtstreeks als elementenverharding hergebruikt. Bij een gemiddelde wegbreedte van 8,8 m, een gemiddelde elementdikte van 8 cm en een aangenomen gemiddelde levensduur van ca. 30 jaar (binnenstedelijk) bedraagt de te verwachten jaarlijks vrijkomende hoeveelheid op termijn 479.000 m³ (0,77 Mton). Momenteel zal deze hoeveelheid iets lager zijn in verband met een geringere omvang van het wegennet in het verleden. Hoewel de technische levensduur van elementenverhardingen langer is, wordt verwacht dat bij de bepaling

van de levensduur van elementenverharding de stadsvernieuwing bepalend is. Aangenomen mag worden dat de hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA uit elementenverhardingen vrij constant is. Het aandeel elementenverhardingen in Nederland zal niet substantieel stijgen, noch aanmerkelijk dalen. Wanneer we de berekende hoeveelheid steenachtig BSA uit elementenverhardingen afzetten tegen de productie van straatklinkers (0,3 Mton in 2000) [9] en betonstraatstenen (3 Mton in 1982, zie figuur 3.1) blijkt dat slechts een klein deel van de elementenverharding die wordt aangelegd weer vrijkomt. De cijfers zijn overigens moeilijk vergelijkbaar omdat veel van de klinkers en straatstenen niet worden gebruikt voor wegen maar voor terreinverharding.

5.3.3 Bestaande funderingen uit de GWW

De aard en eigenschappen van het vrijkomend funderingsmateriaal onder wegen zal sterk wijzigen in verband met een sterk wijzigend gebruik van materiaal in de periode 1950-1980.

Tot 1970 was de steenachtige funderingsmarkt relatief beperkt van omvang. De belangrijkste steenachtige funderingsmaterialen waren hoogoven- en staalslakken, lava en reststoffen van industriële processen zoals bijvoorbeeld kolensintels, zinkslakken, asbestresidu en ongebroken puin. De vraag naar funderingsmaterialen in 1970 was groter dan het beschikbare aanbod. Destijds werd veel gewerkt met zandcementstabilisaties. Vanwege het toenemende aanbod aan alternatieven uit bouw- en sloopafval en problemen met scheurvorming in asfalt is de vraag naar deze stabilisaties sterk afgenomen. Vanaf de jaren tachtig wordt BSA-granulaat gebruikt als funderingslaag. De sterke groei in het gebruik van gebroken steenachtig BSA vond plaats in de negentiger jaren [9]. In het verleden is ook oudasfalt gebruikt in funderingen. Het betreft asfaltgranulaatcement en tot voor enkele jaren ook teerhoudend asfaltgranulaatcement.

In toenemende mate zal dus een stroom reeds toegepast BSA-granulaat vrijkomen.

De op termijn vanuit de GWW-sector te verwachten hoeveelheid is voorzichtig in te schatten op basis van de omvang van het Nederlandse wegennet. Indien er vanuit gegaan wordt dat op termijn het gehele Nederlandse wegennet is voorzien van een funderingslaag en dit wegennet uiteindelijk niet veel meer in omvang zal toenemen dan zal, aangenomen dat de levensduur van de wegfundering onder dit wegennet ca. 50 jaar bedraagt [14], de jaarlijks vrijkomende hoeveelheid steenachtig BSA uit funderingen 15,5 Mton bedragen. Op basis van CROW-aanbevelingen [39] is een wegfundering functioneel niet aan te bevelen bij woonstraten met een elementenverharding op een goede grondslag. Het natuurlijk zandpakket is dan voldoende. Dit betreft ca. 15 % van het Nederlandse wegennet. Dit in ogenschouw genomen stellen we de verwachting naar beneden bij tot 13,2 Mton

Verwacht wordt dat vrijgekomen BSA funderingen aan het eind van hun levensduur opnieuw aangeboden worden aan een puinbreker om daar opgewaardeerd te worden tot nieuw puingranulaat. Rechtstreeks hergebruik lijkt minder waarschijnlijk i.v.m. optredende ontmenging en verpulvering door jarenlange belasting. Ten aanzien van het hergebruik van oude BSA-funderingen dient opgemerkt te worden dat pas sinds 1995 sprake is van gecertificeerd BSA-granulaat waarvan mag worden aangenomen dat het (ten tijde van toepassing) aan milieuhygiënische en civieltechnische eisen voldeed. Bij oude funderingslagen uit de periode voor 1995 bestaat een risico op de aanwezigheid van asbest en/of verontreinigingen met chemische parameters.

Omdat deze materiaalstroom voornamelijk niet in aanmerking komt voor verwerking tot toeslagmateriaal in beton blijft de stroom in de berekeningen in deze studie verder buiten beschouwing.

5.3.4 Slopen van kunstwerken

Onder kunstwerken worden bouwwerken verstaan die onlosmakelijk onderdeel uitmaken van het Nederlandse wegen-, spoorwegen- en vaarwegennet. Te denken valt hierbij aan bruggen, sluizen, viaducten, etc.

Het Nederlandse rijkswegennet telt ca. 6.000 kunstwerken. Aangenomen mag worden dat dit het overgrote deel van de kunstwerken vormt. Ingeschat wordt dat het aantal kunstwerken onder provinciaal beheer ca. 200 per provincie bedraagt (eigen steekproef). Op gemeentelijk niveau wordt er vanuit gegaan dat relevante kunstwerken alleen een rol van betekenis spelen in de steden van enige omvang. Uitgaande van 35 grote steden met gemiddeld 40 kunstwerken bedraagt het totaal aan kunstwerken in Nederland bij benadering 10.000 stuks, sterk uiteenlopend in aard en omvang. De kunstwerken zijn nagenoeg allemaal uitgevoerd in beton, dat in grote hoeveelheden is toegepast.

Ten aanzien van deze kunstwerken doet zich de volgende ontwikkeling voor. De constructie van de kunstwerken is zodanig dat sprake is van een lange levensduur. Bekend is dat kunstwerken doorgaans ontworpen worden op een levensduur van tenminste 100 jaar. Bij ingrijpende veranderingen in de infrastructuur wordt (succesvol) getracht bestaande kunstwerken te handhaven en door gebruik te maken van beschikbare technieken de kunstwerken op te waarderen, uit te breiden en aan te passen aan hun nieuwe functie. Sloop van kunstwerken als gevolg van reconstructiewerkzaamheden (wegverbreding) komt relatief weinig voor. Indien gebreken geconstateerd worden aan bestaande kunstwerken zijn hoogwaardige technieken voor handen waarmee duurzame reparaties uitgevoerd kunnen worden. Ook in dat geval vormt sloop een laatste optie. Sloop om technische redenen is dus niet zo snel aan de orde, en esthetische overwegingen zijn meestal minder zwaarwegend dan kosten. Wel

zullen kunstwerken sneuvelen bij grootschalige ruimtelijke ingrepen, vooral in stedelijke gebieden. Ook zal, net als in het verleden, een deel van de kunstwerken afgeschreven worden omdat ze niet meer aan de capaciteitseisen voldoen en niet aangepast kunnen worden. In het spoorwegennet, dat veel ouder is dan het rijkswegennet en dus meer gelegenheid geeft voor analyses van levensduren, zijn overigens veel afgeschreven kunstwerken niet gesloopt; een enkeling zoals 'De Hef' in Rotterdam is zelfs verheven tot Kunstwerk.

Grootschalig gebruik van betonmortel en daarmee samenhangende realisatie van kunstwerken in het kader van het overheidsbeleid heeft vanaf 1960 een grote vlucht genomen. Uitgaande van een minimale levensduur van tenminste 100 jaar kan gesteld worden dat van sloop in het kader van structurele noodzakelijke vernieuwing van kunstwerken voorlopig nog geen sprake zal zijn.

Het voorgaande in ogenschouw genomen is de verwachting dat de hoeveelheid steenachtig BSA die vrijkomt als gevolg van sloop of renovatie van kunstwerken zeer beperkt is. Deze hoeveelheid beperkt zich hoofdzakelijk tot het materiaal dat vrijkomt bij de sloop van kunstwerken die definitief buiten gebruik gesteld worden. Bij een gemiddeld geschat volume van 750 m³ per kunstwerk bedraagt het totale potentieel aan steenachtig BSA in kunstwerken ca. 17 Mton (voornamelijk beton). Gezien de hoge levensverwachting (>100 jaar) en de wijze waarop bestaande kunstwerken kunnen worden aangepast op veranderende gebruikseisen wordt de jaarlijks te verwachten vrijkomende hoeveelheid momenteel ingeschat op minder dan 0,1 Mton. Aangenomen mag worden dat deze hoeveelheid redelijk constant is, doch dat Nederland zich momenteel nog in een aanloopfase bevindt zich uitstrekt over de gehele onderzoeksperiode. Het omvang van het aanbod van steenachtig BSA uit kunstwerken wordt momenteel geschat op ca. 40 kton en zal geleidelijk toenemen tot 0,1 Mton in 2025. Deze stijging zal mede het gevolg zijn van een toenemend aantal wegverbredingen.

5.3.5 Rioolwerkzaamheden

Op het gebied van riolering loopt Nederland voorop in Europa. Maar liefst 99,3% van de Nederlandse huishoudens is aangesloten op de gemeentelijke riolering. In praktijk betekent dit dat anno 2005 ca. 45.000 woningen nog niet beschikken over een rioolaansluiting. Deze woningen beschikken doorgaans wel over voorzieningen die verantwoorde lozing in de bodem of op oppervlaktewater mogelijk maken [10]. De grootschalige aansluiting van panden in het buitengebied op de gemeentelijke riolering wordt in 2006 afgerond [11, 23]. De toekomstige behoefte aan extra riolering komt derhalve alleen voort uit nieuwbouwprojecten.

Niettemin zorgen een aantal ontwikkelingen ervoor dat de aandacht voor het riool blijvend is. Ten eerste zijn de uitgangspunten van stedelijk waterbeheer in de loop der tijd gewijzigd. Er is een toenemende behoefte aan afkoppeling en infiltratie van 'schoon'

regenwater om onnodige belasting van RWZI's en verdroging van de bodem te voorkomen. Daartoe worden bestaande (gemengde) rioolstelsels vervangen door gescheiden stelsels [11]. Ten tweede zorgen klimatologische veranderingen ervoor dat Nederland in de toekomst te maken krijgt met meer en heviger regenval. Derhalve wijzigen de uitgangspunten bij de bepaling van de rioleringscapaciteit. Op een aantal plaatsen zal het Nederlandse rioolnetwerk moeten worden aangepast om ook in de toekomst de vereiste afwateringscapaciteit te kunnen bieden. De maatregelen die in dit verband dienen te worden getroffen alsmede de hiermee gepaard gaande kosten zijn nog niet bekend. Momenteel zijn door een groot aantal gemeenten meetprojecten opgestart om bestaande capaciteiten, afwaterende oppervlakten en knelpunten in kaart te brengen [11]. Tot slot worden in Europees verband in toenemende mate eisen gesteld aan de waterkwaliteit (Kaderrichtlijn Water). Deze kwaliteitseisen hebben indirect ook gevolgen voor de opbouw van het Nederlandse rioleringsnetwerk.

Het Nederlandse riool heeft een lengte van ca. 100.000 km, opgebouwd uit ca. 80.000 km vrijvervalriolering en ca. 20.000 km druk- en persriolering [15]. Voor het potentieel aan steenachtig BSA wat hieruit kan vrijkomen hoeft alleen de vrijvervalriolering beschouwd te worden. Druk- en persriolering zijn vervaardigd uit niet-steenachtig materiaal.

Uit een door RIONED uitgevoerde inventarisatie binnen de Nederlandse gemeenten is gebleken dat de vrijvervalriolering voor 72% bestaat uit beton, 25% uit kunststof en 3% keramiek en overige materialen [15]. Tevens zijn gegevens beschikbaar over de riooldiameters die in de Nederlandse bodem aanwezig zijn. Daarbij mag worden aangenomen dat met name de rioolbuizen van 250 mm doorsnee en kleiner vervaardigd zijn uit kunststof en de grotere diameters uit steenachtig materiaal. Door deze gegevens te koppelen aan de productgegevens van verschillende rioolbuizen [16] kan een nauwkeurige schatting gemaakt worden van het potentieel aan steenachtig BSA in de Nederlandse bodem a.g.v. de aanwezigheid van riolering. Uit deze berekening blijkt dat de omvang van dit potentieel 20 Mton bedraagt. Daarbij dient te worden opgemerkt dat uitsluitend het buizennetwerk hierin is opgenomen. Putten, kolken en voorzieningen zijn in deze berekening niet meegenomen.

Uit een eigen steekproef onder een aantal gemeentelijke rioleringsplannen blijkt dat de gemiddeld te verwachten levensduur van de riolering per regio nogal verschilt en sterk afhankelijk is van de kwaliteit van de ondergrond. Gemeenten in veengebieden hanteren in hun plannen een levensduur die 3 tot 4 x korter is dan de door gemeenten op de zandgronden gehanteerde levensduur. Momenteel is 22% van de riolering ouder dan 40 jaar [23]. De gemiddelde technische levensduur wordt doorgaans ingeschat op 50 jaar. De komende jaren is derhalve een stijging te verwachten in de hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA bij rioleringswerkzaamheden.

Het vrijvervalstelsel (80.350 km) heeft een vervangingswaarde van 56 miljard euro [15]. Uit gegevens van Stichting RIONED blijkt dat voor de periode 2005-2015 tenminste 10 miljard euro geïnvesteerd wordt in aanpak van de riolering. 6 miljard hiervan gaat naar vervanging, het resterende bedrag wordt is bedoeld voor het realiseren van afkoppeling, werkzaamheden in het buitengebied en aanpak van grondwateroverlast [11]. Op basis van de gemeentelijke plannen staat vast dat voor de periode 2005-2010 jaarlijks gemiddeld ca. 0,9% van de riolering zal worden vervangen [11]. Het blijvend hanteren van een dergelijk vervangingspercentage zou neerkomen op een irreële gemiddelde levensduur van de riolering van > 100 jaar. De verwachting is derhalve dat het vervangingspercentage na 2010 geleidelijk zal stijgen om, uitgaande van een gemiddelde levensduur van 50 jaar, uiteindelijk uit te komen op ca. 1,8% per jaar.

Zoals eerder is aangegeven is het vrijvervalstelsel in Nederland goed voor een potentieel van 20 Mton steenachtig BSA. Realisatie van de voorgenomen plannen resulteert voor de periode 2005-2010 derhalve in een jaarlijks vrijkomende gemiddelde hoeveelheid steenachtig BSA van 180 kton steenachtig BSA. Deze hoeveelheid zal na 2010 geleidelijk toenemen tot 360 kton (excl. putten, kolken, etc.). Daar de bulk van het Nederlandse rioleringsstelsel in aangelegd in de periode 1970-1980 wordt, uitgaande van de gemiddelde levensduur, verwacht dat dit maximum omstreeks 2030 wordt bereikt.

5.3.6 Spoorbouw

Het aanbod van steenachtig BSA uit de spoorbouw is momenteel zeer beperkt en zal ook zeer beperkt blijven. Spoorwegen hebben een lange levensduur en worden slechts zelden geheel vervangen. Momenteel komt jaarlijks ca. 0,4 Mton spoorweggrind vrij dat vrijwel geheel gereinigd en als zodanig hergebruikt wordt. Binnen de spoorbouw is het een tendens om de (milieuonvriendelijke) oude spoorbielzen geleidelijk te vervangen door betonnen exemplaren. Deze betonnen exemplaren zullen pas ruim na 2025 in het afvalstadium belanden.

Gezien de lange levensduur van spoorlijnen en de beperkte mate van vervanging wordt de hoeveelheid steenachtig BSA afkomstig van onderhoud en/of vervangingswerkzaamheden aan het spoor verwaarloosbaar klein geacht. In het kader van dit onderzoek dient wel opgemerkt te worden dat spoorweggrind mogelijk in aanmerking komt voor verwerking tot toeslagmateriaal voor beton.

5.3.7 Overige bronnen in de GWW-sector

Uit de studie die in opdracht van het SenterNovem in 2003 is uitgevoerd [1] blijkt dat in dat jaar vanuit de wegenbouwsector ca. 3 Mton steenachtig BSA werd aangeboden (exclusief asfalt en oude

funderingen). De eerdergenoemde toepassingen uit de wegenbouw omvatten in totaal op dit moment 0,96 Mton (zie tabel 5.5). De hoeveelheid overig steenachtig BSA uit de wegenbouw is waarschijnlijk afkomstig van terreinverhardingen buiten de echte wegenbouw: industrieterreinen, parkeerterreinen, terreinen onder bedrijfshallen, etc.. Uitgaande van een totaalaanbod aan steenachtig BSA uit de GWW-sector van ca. 3 Mton bedraagt de hoeveelheid overig steenachtig BSA uit deze sector momenteel ca. 2 Mton. De veranderingen hierin zijn meer gerelateerd aan veranderingen in de sloop van bedrijfsterreinen dan aan de ontwikkelingen in de wegenbouwsector zelf. De samenstelling van deze stroom is sterk aan fluctuaties onderhevig en afhankelijk van materiaalkeuzes in het verleden. Om een beeld te krijgen van de gemiddelde samenstelling dient aansluiting gezocht te worden bij het historisch materiaalgebruik zoals omschreven in hoofdstuk 3 (toenemend gehalte beton). Om een schatting te maken van deze hoeveelheid in 2025 zoeken we aansluiting bij het gehanteerde gemiddelde jaarlijkse groeipercentage in de utiliteitsbouw van 2%. Aangenomen dat de ontwikkeling in de sloop van bedrijfsterreinen hiermee gelijke tred houdt bedraagt de hoeveelheid overig steenachtig BSA uit de GWW-sector in 2025 3,15 Mton. Daarbij is geen rekening gehouden met de invloed van incidenteel voorkomende grote projecten (vliegvelden e.d.).

5.3.8 Totaalbeeld GWW

Een overzicht van het aanbod aan steenachtig BSA vanuit de GWW-sector is weergegeven in tabel 5.5. Uit de tabel valt af te leiden dat het aanbod aan steenachtig BSA uit de GWW-sector de komende jaren zal stijgen, doch niet in een mate die grote gevolgen zal hebben voor de sector. Anders ligt het bij het vrijkomen van bestaande funderingslagen uit BSA. Deze hoeveelheid zal substantieel toenemen, maar speelt in het kader van deze studie geen rol bij het bepalen van de beschikbaarheid van steenachtig BSA voor de betonindustrie

Tabel 5.5: Aanbod steenachtig BSA uit de GWW (excl. asfalt en oude funderingslagen)

Bron	Aanbod 2003 In Mton	Aanbod 2025 in Mton
Wegverharding – beton	0,19	0,24
Wegverharding – elementen	0,61	0,77
Spoorbouw	0	0
Kunstwerken	0,04	0,10
Riolering	0,12	0,34
Overige GWW	2	3,15
Totaal GWW	2,96	4,60

5.3.9 Regio-invloeden

Uit beschikbare gegevens van het CBS over de periode 1899-1998 kan een indruk verkregen worden van de verdeling van het Nederlandse (verharde) wegennet over de verschillende regio's. Hierbij gaat het alleen om gegevens ten aanzien van lengte van het wegennet. Een verdeling naar rijkswegen, provinciale wegen en lokale wegen is niet gemaakt. Wegbreedte is in deze gegevens evenmin opgenomen. De gegevens zorgen derhalve voor een vertekend beeld omdat verwacht mag worden dat in relatief drukbevolkte regio's vaker sprake is van meerbaans wegen dan in relatief dunbevolkte regio's. Verschillen in wegbreedtes zullen zich met name manifesteren bij rijkswegen. Gezien het feit dat het aandeel rijkswegen in het totale wegennet beperkt is vormen de gegevens in tabel 5.4 toch een goede indicatie van de werkelijkheid.

Tabel 5.6: Indicatie regioverdeling wegennet

Toerekening weglengte in % 1988 – 1996	Gemiddelde
Noord-Nederland (Friesland, Groningen, Drenthe)	17
Oost-Nederland (Flevoland, Overijssel, Gelderland)	26
West-Nederland (Noord-Holland, Zuid-Holland, Utrecht, Zeeland)	33
Zuid-Nederland (Noord-Brabant, Limburg)	24

Wanneer we deze percentages eveneens hanteren voor de spreiding in het aanbod aan steenachtig BSA uit de GWW over de verschillende regio's dan blijkt deze spreiding anders van opbouw dan de spreiding in steenachtig BSA-aanbod uit de woning- en utiliteitsbouw en minder afhankelijk is van het aantal inwoners per regio.

5.4 Betongehalte per regio

In voorgaande paragrafen is per sector een uitspraak gedaan over de verdeling van het aanbod aan steenachtig BSA over verschillende landsdelen. Met het oog op het doel van deze studie is het tevens relevant een uitspraak te doen over de verwachte ontwikkelingen in de samenstelling van steenachtig BSA. Landelijk gezien is reeds de verwachting uitgesproken dat het aandeel betonpuin aanzienlijk zal stijgen. Deze stijging wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de woningbouw- en utiliteitssector. Vanuit de GWW-sector is het aanbod aan betonpuin immers laag. In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de ontwikkelingen van het aandeel betonpuin in steenachtig BSA per landsdeel.

Vanaf begin jaren '80 zijn procentuele gegevens beschikbaar over het betonmortelgebruik per provincie (zie bijlage 2). Wanneer het betonmortelgebruik per regio wordt afgezet tegen het verwachte aanbod van steenachtig BSA per regio in 2025 ontstaat een indicatief beeld over de te verwachten samenstelling van het steenachtig BSA. Daarbij wordt de procentuele verdeling van het aanbod van steenachtig BSA per regio in de huidige situatie als uitgangspunt gehanteerd. Op basis van deze gegevens ontstaat het volgende beeld

Tabel 5.7: Indicatie theoretische regionale samenstelling steenachtig BSA in 2025

	Aanbod steenachtig BSA (Mton)	Procentueel	Aanbod betonpuin rekenkundig (Mton)	Aandeel beton in totaal steenachtig BSA
Noord-Nederland	4,3	15%	2,0	48%
Oost-Nederland	6,6	22%	3,6	56%
West-Nederland	12,2	41%	11,6	90%
Zuid-Nederland	6,6	22%	4,7	75%

De percentages schetsen een indicatief beeld van de regionale samenstelling van het steenachtig BSA. Aan de absolute percentages kan echter geen waarde gehecht worden. Uit de tabel wordt duidelijk zichtbaar dat Noord- en Oost-Nederland gekenmerkt worden door een lager percentage betonpuin dan Zuid- en West-Nederland. Dit strookt met de verwachting gezien het feit dat de bevolkingsdichtheid in de oostelijke en noordelijke regio's en de daarmee gepaard gaande bebouwingsdichtheid (hoogbouw) aanmerkelijk lager is.

Het aanbod aan steenachtig BSA in Zuid-Nederland kenmerkt zich door een significant hoger percentage betonpuin. Traditioneel bevindt zich in dit landsdeel echter een concentratie aan betonwarenproducenten. Dit is te verklaren uit de beschikbaarheid van zand en grind op korte afstand. Deze betonwaren vinden afzet in geheel Nederland. De hoeveelheid gebruikte betonmortel door de betonwarenindustrie in Zuid-Nederland vertaalt zich dus niet automatisch in eenzelfde hoeveelheid betonpuin in Zuid-Nederland. Door de landelijke afzet van betonwaren ontstaat op termijn een extra hoeveelheid betonpuin in de andere landsdelen en komt de hoeveelheid betonpuin in Zuid-Nederland lager uit dan berekend. Het verschil met de noordelijke en oostelijke regio's dient dan ook naar beneden bijgesteld te worden. Het steenachtig BSA in West-Nederland zou volgens de berekeningen vrijwel geheel uit betonpuin bestaan. In realiteit zal het aandeel beton echter aanmerkelijk lager zijn. Door de gegevens over het betongebruik begin jaren '80 af te zetten tegen het verwachte aanbod van steenachtig BSA in 2025 wordt uitgegaan van een gemiddelde levensduur van beton van 40-45 jaar. In realiteit is deze levensduur, met name in West-Nederland, aanzienlijk hoger. Dit leidt tot een overschatting van het betongehalte in steenachtig BSA. Waar deze levensduur voor woningen en utiliteitsgebouwen nog enigszins in

overeenstemming is met de werkelijkheid, vindt beton met name in West-Nederland, ook toepassing in constructies met een aanmerkelijk langere levensduur (Schiphol, havenwerken, tunnelbouw, etc.). Het percentage betonpuin in het vrijkomend steenachtig BSA in West-Nederland zal dan ook aanmerkelijk lager zijn. Wel kan hieruit verklaard worden dat juist in deze regio vaker betongranulaat als wegfundering wordt aangetroffen dan in andere landsdelen.

Geconcludeerd kan worden dat in de periode 2005-2025 verschillen zullen blijven optreden in het betongehalte van steenachtig BSA in verschillende landsdelen. In Oost- en Noord-Nederland is het betongehalte het laagst, in West-Nederland het hoogst. Het gemiddeld betongehalte in steenachtig BSA in Zuid-Nederland zit hier tussenin. De verschillen tussen de regio's zijn echter minder groot dan op basis van cijfermateriaal verwacht wordt. Door een toenemende gelijkmatige spreiding van de bevolking en industrie over de verschillende landsdelen zullen de onderlinge verschillen in samenstelling verder afnemen. Een voorzichtige schatting leert dat het maximale verschil tussen de diverse regio's ca. 20-25% bedraagt (zie ook bijlage 2).

5.5 Overig bouw- en sloopafval

Hoewel deze studie gericht is op steenachtig BSA dat mogelijk inzetbaar is in de betonindustrie, worden in deze paragraaf, indicatief, ook de ontwikkelingen in het aanbod van overig BSA weergegeven. Dit heeft tot doel een beeld te schetsen van de ontwikkelingen in de BSA-markt als geheel en eventuele vergelijkingen met eerder onderzoek [1] te vereenvoudigen.

Naast het steenachtig BSA zoals benoemd in hoofdstuk 2 van deze studie worden nog een aantal afvalstromen onderscheiden, die tezamen de totale hoeveelheid BSA in Nederland vormen:

- Niet steenachtig BSA
- (Oud) asfalt
- Direct toegepast BSA

Onder niet-steenachtig BSA verstaan we het gesorteerde BSA, exclusief de puinfractie, doch inclusief voorgesorteerd hout en metalen alsmede niet-steenachtige monostromen vrijkomend bij selectieve sloop en de export van de sorteren BSA. Tot 2025 wordt een sterke toename van de hoeveelheid niet-steenachtig BSA voorzien. De voornaamste oorzaken liggen in een toenemend gebruik van lichtere bouwmaterialen, isolatiematerialen en kunststoffen en een toenemende keuze voor systeem- en staalbouw. Naar verwachting bedraagt de hoeveelheid in 2025 5,5 Mton, een toename meer dan 70% ten opzichte van 2003 (3,2 Mton)

De hoeveelheid (oud) asfalt, vrijkomend bij het opbreken van bestaande wegen, bedroeg in 2003 ca. 4 Mton. Van deze hoeveelheid

werd 0,9 Mton freesasfalt direct hergebruikt. Binnen de resterende hoeveelheid is onderscheid gemaakt tussen teerhoudend asfalt (1,0 Mton) en niet-teerhoudend asfalt. De groei van het wegennet en de toename in de investeringen in wegonderhoud in ogenschouw genomen, wordt een groei verwacht in de hoeveelheid vrijkomend asfaltpuin tot ca. 5 Mton in 2025.

Naast het BSA dat voor verdere be- of verwerking wordt afgevoerd naar erkende afvalverwerkers, onderscheiden we tevens een stroom BSA die zonder tussenkomst van een be- / verwerkingsinrichting ter plaatse of elders direct nuttig kan worden toegepast. De hoeveelheid vrijkomend BSA, geschikt voor direct hergebruik, neemt tot 2025 naar verwachting toe met ca. 300%. Bedraagt deze hoeveelheid in 2003 nog 'slechts' 1,4 Mton, tot 2025 wordt een groei voorzien tot ca. 4 Mton, vooral veroorzaakt door het in toenemende mate vrijkomen van bestaande granulaatfunderingen als gevolg van het sterk toegenomen gebruik hiervan na 1980.

Samengevat betekent dit een groei in het aanbod van overig BSA van 8,6 Mton in 2003 tot 14,5 Mton in 2025. Deze ontwikkeling is eveneens weergegeven in tabel 5.8. Benadrukt wordt dat het hier een indicatieve inschatting betreft.

Tabel 5.8: Ontwikkeling aanbod overig BSA (indicatief)

	Hoeveelheid 2003 (Mton)	Hoeveelheid 2025 (Mton)
Niet steenachtig BSA	3,2	5,5
Oud asfalt	4	5
Direct toegepaste materialen	1,4	4
Totaal BSA buiten studie	8,6	14,5

6 Gevoeligheidsanalyse

Voor een aantal parameters / invloedsfactoren geldt dat zij van doorslaggevende betekenis zijn voor de uitkomsten per sector of voor de uitkomsten als geheel. Door in de Excel-rekentool bij deze rapportage per parameter verschillende aannames te doen kan snel een onderscheid gemaakt worden tussen parameters die van grote invloed zijn en parameters die aanmerkelijk minder relevant zijn voor de uiteindelijke uitkomst van de voorspelling. Voor de meest bepalende parameters verdient het aanbeveling een gevoeligheidsanalyse uit te voeren. In de volgende paragrafen worden per sector de belangrijkste parameters benoemd. Deze parameters zijn onafhankelijk van elkaar. Een ontwikkeling in één van de relevante parameters heeft geen gevolgen voor andere invloedrijke parameters. Er is geen sprake van een verstrekt effect op de uitkomst als gevolg van doorwerking in andere parameters

6.1 Woningbouw

Aantal te slopen woningen

Het aantal te slopen woningen is vanzelfsprekend de voornaamste parameter bij het bepalen van de productie steenachtig BSA uit de woningbouwsector. Als basiswaarde voor 2025 wordt 33.000 gehanteerd naar aanleiding van extrapolatie van historische gegevens. Anno 2004 bedraagt het aantal sloopwoningen 19.500. Het Ministerie van VROM hanteert in prognoses aantallen van ca. 40.000 stuks. In voorbije jaren zijn deze prognoses echter nimmer gehaald. Het aantal werkelijk te slopen woningen in 2025 zal liggen tussen 25.000 en 40.000. Het aanbod aan steenachtig BSA uit de woningbouwsector schommelt in dat geval tussen 7,3 Mton en 10,9 Mton. Het totaalaanbod van steenachtig BSA ligt dan tussen 27,8 en 31,4 Mton.

Hoeveelheid materiaal per woning

Het materiaalgebruik per woning is een tweede parameter die van grote invloed is op het aanbod aan steenachtig BSA uit de woningbouwsector. De hoeveelheid steenachtig materiaal per woning verandert in de tijd. Ter bepaling van de hoeveelheid steenachtig BSA per woning zijn in het verleden verschillende berekeningen uitgevoerd. Niet altijd is duidelijk wat in de berekeningen wel of niet wordt meegenomen (funderingen, erfverhardingen, bijgebouwtjes, etc.). In het model worden drie perioden onderscheiden: de periode voor 1900, de periode 1900-1950 en de periode na 1950. De gemiddelde hoeveelheid steenachtig BSA voor woningen uit de periodes voor 1900 en 1900-1950 ligt redelijk vast en is in het rekenmodel bij deze studie vastgesteld op 100, respectievelijk 125 ton per woning. De bandbreedte waarbinnen deze waarde fluctueert bedraagt ca. 30 ton. De waarde voor de gemiddelde hoeveelheid steenachtig BSA per woning voor woningen uit de periode na 1950 is nog immer aan

veranderingen onderhevig en bedraagt 175-215 ton per woning, afhankelijk van de rekenmethode en uitgangspunten. Naar verwachting neemt deze tot 2025 geleidelijk toe. In het rekenmodel is gekozen voor een basiswaarde van 250 ton per woning in 2025. Gezien het feit dat de te slopen woningen in toenemende mate afkomstig zijn uit de periode na 1950 is heeft deze waarde de meeste invloed. Wanneer de ondergrens voor het materiaalgebruik per woning gehanteerd wordt (respectievelijk 70, 95 en 175 ton per woning) bedraagt het aanbod aan steenachtig BSA uit de woningbouwsector in 2025 6,8 Mton op een totaal van 27,3 Mton. Eenzelfde berekening waarbij de bovengrenzen voor het materiaalgebruik per woning worden toegepast (respectievelijk 130, 155 en 250 ton per woning) resulteert in een aanbod van 9,2 Mton op een totaal van 29,8 Mton.

6.2 Utiliteitsbouw

Groeipercentage utiliteitssector

De verwachte groei in de utiliteitssector vormt de meest invloedrijke parameter op de vrijkomende hoeveelheid steenachtig BSA uit utiliteitsbouw. Zoals uit de rapportage al gebleken is zijn de ontwikkelingen in de utiliteitssector sterk conjunctuurgevoelig en lastig te voorspellen. De verwachting is dat het gemiddelde groeipercentage over de onderzoeksperiode hooguit zal fluctueren binnen een bandbreedte van 2%. De uitkomst voor de hoeveelheid steenachtig BSA uit de utiliteitssector fluctueert in dat geval binnen een bandbreedte van ca. 6,7 Mton tussen 12,4 en 19,1 Mton. Het totaalaanbod van steenachtig BSA varieert tussen 26,1 tot 34,2 Mton

De overige parameters in de utiliteitssector kunnen in het model alleen een significante invloed uitoefenen wanneer extreme (niet-realistische) waarden voor deze parameters worden gehanteerd. Het percentage renovatieafval is nog wel van enige betekenis. Verwacht wordt dat dit percentage fluctueert binnen een bandbreedte van 10% (2 Mton).

6.3 GWW-sector

Binnen de GWW-sector worden geen parameters onderscheiden die een invloed uitoefenen op de uitkomsten van het onderzoek die ligt binnen een bandbreedte groter dan 0,5 Mton.

6.4 Bouwmaterialensector

De hoeveelheid steenachtig BSA uit de bouwmaterialensector wordt constant verondersteld. Fluctuaties in de hoeveelheid treden uitsluitend op wanneer de basiswaarde wordt aangepast. Deze basiswaarde wordt rechtstreeks overgenomen in de uitkomsten van het onderzoek.

7 Ontwikkeling in de vraag naar steenachtig BSA tot 2025

Om een beeld te krijgen van de afzetmogelijkheden voor BSA-granulaat tot 2025 worden in dit hoofdstuk een aantal ontwikkelingen in de bestaande toepassingen nader belicht. Daarnaast komen ontwikkelingen in minder gangbare toepassingen aan bod. Zijdelings is ook gekeken naar ontwikkelingen in toepassing van concurrerende materialen. Specifiek voor de toepassing van BSA-granulaat als toeslagmateriaal in beton is dieper op een aantal aspecten ingegaan.

7.1 Afzet in bestaande toepassingen

7.1.1 Wegenbouw

De plannen tot het aanleggen van nieuwe wegen worden op verschillende overheidsniveau's gemaakt. Op landelijk niveau wordt een planning gemaakt voor de aanleg van en het onderhoud aan rijkswegen. Deze plannen worden verwoord in de Nota Mobiliteit. Eenzelfde actie wordt uitgevoerd voor de provinciale en gemeentelijke wegen met als resultaat een Provinciaal Verkeers- en VervoersPlan (PVVP) en een Regionaal Verkeers- en VervoersPlan (RVVP). Een nadere uitwerking van de plannen geschiedt veelal in uitvoeringsprogramma's [8].

Informatie over het aantal nieuw aan te leggen wegen is dus sterk versnipperd en wordt niet gekwantificeerd in lengte of oppervlak. De informatie blijft doorgaans beperkt tot vermelding van wegnummers, straatnamen of trajecten.

Binnen het Nederlandse wegennet is het aandeel rijkswegen beperkt. Op basis van gegevens van het CBS bedraagt dit aandeel in 2003 3.268 km op een wegenbestand van 132.397 km [17]. In 2004 is een toename van het rijkswegennet gerealiseerd van 10 km [21]. Op rijkswegniveau wordt wel veel aandacht besteed aan het verbreden van bestaande wegen. Deze verbreding resulteert wel in een toename in het volume wegverhardingen maar niet in de lengte van het wegennet. De groei van de lengte van het totale wegennet wordt voornamelijk veroorzaakt door realisatie van nieuwbouwwijken. Over de periode 1996-2003 bedroeg deze groei ca. 5.000 km [21]. De groei van de lengte van het rijkswegennet bedroeg in dezelfde periode 57 km [21]. Van groei in de lengte van het provinciale wegennet is geen sprake. Door overdracht van provinciale wegen aan gemeentes is deze groei zelfs negatief. Het Nederlandse wegennet had in 1996 een oppervlak van 1131 km² op een wegenbestand met 113.419 km lengte [19]. De gemiddelde wegbreedte in Nederland bedraagt derhalve ca. 10 meter.

Tabel 7.1: Historische ontwikkeling van het Nederlandse wegennet [22]

Lengte Nederlandse wegennet				
Jaar	Bebouwde kom (km)	Landelijke wegen (km)	Autosnelwegen (km)	Totaal
1950	<i>16954</i>	<i>31518</i>	121	<i>48593</i>
1955	<i>19377</i>	<i>36149</i>	207	<i>55733</i>
1960	21742	40780	351	62873
1965	23639	44710	583	68932
1970	30589	47380	983	78952
1975	36080	50150	1529	87759
1980	40019	51602	1780	93401
1985	44004	52502	1917	98423
1990	48050	53701	2094	103845
1995	55216	55995	2208	113419

Cursief en onderstreept gedrukte waarden zijn niet gedocumenteerde door het RIVM afgeleide cijfers (minder betrouwbaar).

De vraag naar BSA-granulaat in de wegenbouw komt voort uit de behoefte aan funderingsmateriaal bij renovatieprojecten (vervanging) en uit de behoefte aan funderingsmateriaal bij nieuw aan te leggen wegen. Als gevolg van een inhaalslag in het nabije verleden zal de toekomstige vraag vanuit renovatieprojecten achterblijven bij de vraag naar BSA-granulaat bij nieuwe wegen. Zoals eerder gesteld ontbreekt hard cijfermateriaal over te onderhouden / aan te leggen wegoppervlaktes. De behoefte aan BSA-granulaat in de wegenbouw kan derhalve alleen ruw geschat worden.

Als we uitgaan van een gemiddelde levensduur van de funderingslagen van 50 jaar dan zou het leeuwendeel van de vervangingswerkzaamheden moeten plaatsvinden aan wegen die dateren uit de periode 1955-1975. We gaan er vanuit dat we voor de breedte van deze wegen de gemiddelde wegbreedte uit 1996 kunnen hanteren. In totaal is in de periode 1955-1975 ca. 32.000 km weg aangelegd. Bij vervanging vertegenwoordigt dit een gemiddeld afzetpotentieel van ca. 10,2 Mton per jaar (uitgaande van 0,4 m toepassingsdikte en een soortelijk gewicht van 1.600 kg/m³ voor BSA-granulaat). Daarbij is geen rekening gehouden met het rechtstreeks hergebruik van bestaande funderingslagen en/of reeds aanwezige funderingen als gevolg van verbredingen en/of aanpassing van

recentere datum. Ook de invloed als gevolg van toepassing van alternatieven voor BSA-granulaat is nog niet in deze voorspelling betrokken. De verwachting is derhalve dat deze benadering een overschatting geeft van het afzetpotentieel.

De vraag naar BSA-granulaat als funderingslaag bij de aanleg van nieuwe wegen is in te schatten op basis van een lineaire extrapolatie van de historische gegevens. Uitgaande van een gemiddelde jaarlijkse groei van het Nederlandse wegennet met ca. 1% (hoofdzakelijk binnenstedelijk) bedraagt de gemiddelde behoefte bij hantering van dezelfde uitgangspunten als bij vervanging ca. 9,3 Mton per jaar. Ook hier is de verwachting dat dit cijfer een overschatting vormt van de werkelijkheid.

Hoewel de geschatte behoefte aan BSA-granulaat in de wegenbouw een hoge mate van onzekerheid kent dient de belangrijkste conclusie te zijn dat de afzet van het totale aanbod aan steenachtig BSA als BSA-granulaat in de wegenbouw niet mogelijk is. De noodzaak tot het vinden van andere afzetmarkten dan alleen de wegenbouwsector is daarmee aannemelijk geworden.

7.1.2 (Utiliteits)bouw

Naast toepassing als funderingslaag in de wegenbouw wordt BSA-granulaat in toenemende mate toegepast als funderings- c.q. ophooglaag in de bouw, vooral in de utiliteitsbouw. Zowel de huidige als de toekomstige omvang van deze toepassing laten zich echter nauwelijks voorspellen. Vanuit het verleden zijn wel gegevens bekend over de omvang van de toepassing van BSA-granulaat als funderingslaag als geheel, maar een onderscheid tussen toepassing in de wegenbouwsector en de bouwsector is nimmer gemaakt. Historische gegevens omtrent toepassing van BSA-granulaat als funderings- c.q. ophooglaag in de bouw zijn dan ook niet beschikbaar. Evenmin is duidelijk in hoeverre de huidige omvang van de toepassing invulling geeft aan het potentieel binnen deze sector. Wel is duidelijk dat deze toepassing de laatste jaren flink in omvang is toegenomen. Verschillende nieuwe bedrijfsterreinen zijn compleet voorzien van funderings- / ophooglagen van BSA-granulaat, veelal toegepast in grotere laagdiktes dan gebruikelijk in de wegenbouw. Deze ontwikkeling is ongetwijfeld gestimuleerd door de huidige lage prijzen van BSA-granulaat.

Eveneens kan – uiterst indicatief – een orde grootte worden aangegeven voor het potentieel in deze markt. Het areaal bedrijfshallen is zoals eerder gemeld 3,5 (daljaar) tot 7,5 (topjaar) miljoen m². Het ligt niet voor de hand dat alle hallen een puinfundering zullen krijgen. Als we ervan uitgaan dat in een gemiddeld jaar 2 miljoen m² wordt voorzien van een puinfundering met een gemiddelde dikte van 1 m, dan leidt dat tot een gemiddeld marktpotentieel van 2 miljoen m³ ofwel ca. 4 Mton.

Fundering onder terreinverharding bij utiliteitsbouw vormt een tweede grote markt. Het jaarlijks aan te leggen oppervlak is niet bekend. Wel is bekend dat veelal gebruik wordt gemaakt van betonstraatstenen als top laag, en dat hiervan ca. 1 miljoen m³ (zie figuur 3.1) wordt gebruikt. Dezelfde betonstraatstenen worden echter ook gebruikt in de wegenbouw. Als het aandeel van de stenen dat wordt gebruikt voor terreinen wordt geschat op 50%, en uitgegaan wordt van een steendikte van 0,08 m en een funderingsdikte van 0,5 m, dan leidt dit tot een marktpotentieel van 3 miljoen m³ ofwel ca. 6 Mton. Uit deze orde grootteschattingen blijkt dat de omvang van de markt voor bedrijfshallen en bedrijfsterreinen aanzienlijk is

Naast het gebrek aan historische gegevens speelt, evenals aan de aanbodzijde (paragraaf 5.2), de onvoorspelbaarheid van de ontwikkelingen in de utiliteitsbouw als gevolg van de sterke gevoeligheid voor conjuncturele schommelingen een belangrijke rol die een uitspraak over de te verwachten afzetmogelijkheden voor BSA-granulaat in deze sector bemoeilijkt.

De (utiliteits)bouw wordt in Nederland gezien als een tweede grote afzetmarkt voor BSA-granulaat voor toepassing als funderingslaag. De afzetmogelijkheden voor BSA-granulaat in deze markt zijn echter aan grote fluctuaties onderhevig. Investerings in de (utiliteits)bouw vinden weinig planmatig plaats. Opdrachten komen veelal uit de economisch gevoelige private sector. Investerings in de wegenbouw hebben doorgaans een publiek karakter, vinden planmatig plaats, laten zich beter voorspellen en het investeringsniveau is veel constanter. Het is dan ook waarschijnlijk dat de waargenomen schommelingen in verhouding tussen vraag en aanbod van BSA-granulaat in de voorbije jaren voor een groot deel veroorzaakt zijn door schommelingen in de afzetmogelijkheden binnen de (utiliteits)bouw. Verwacht wordt dat de ontwikkelingen in deze sector voor een groot deel de beschikbaarheid van granulaat voor andere toepassingen (beton) bepalen.

7.1.3 Overig

Vooralsnog worden in de spoorbouw en/of bij de aanleg van rioleringen geen grootschalige toepassingen van BSA-granulaat verwacht.

7.2 Afzet in nieuwe toepassingen

Naast de bestaande vraag naar BSA-granulaat vanuit de sectoren woningbouw, utiliteitsbouw en wegenbouw vinden er binnen de GWW-sector in Nederland enkele ontwikkelingen plaats waarin BSA-granulaat wellicht een rol zou kunnen spelen:

-
- BSA-granulaat als (hoofd)bestanddeel bij het vervaardigen, ophogen en verzwaren van dijken in verband met de te verwachten klimaatsverandering. Puingranulaat heeft een hoge haakweerstand en zal bij verzadiging met water niet snel afschuiven.
 - BSA-granulaat als alternatief voor ballastgrind onder spoorwegen
 - BSA-granulaat als toepassing bij het vervaardigen van milieuvriendelijke oevers. Met name wordt hiermee gemikt op grover granulaat dan tot op heden gebruikelijk is.

Voor geen van deze toepassingen worden op korte termijn echter grootschalige afzetmogelijkheden voorzien.

7.3 Toepassing van concurrerende materialen voor BSA-granulaat als funderingslaag

In eerste instantie zijn alle korrelvormige materialen die voldoen aan de criteria voor een categorie I bouwstof conform Bouwstoffenbesluit potentieel concurrerend ten opzichte van BSA-granulaat mits zij kunnen voldoen aan de gewenste civieltechnische eigenschappen. Het prijsniveau zal uiteindelijk doorslaggevend zijn.

Concurrerend zijn met name die producten die als afval- / reststof vrijkomen bij industriële processen en diensgevolge een negatieve waarde hebben. Daarnaast vormen producten die vrijkomen als eindproduct bij afvalverwerking een reëel alternatief. Kosten voor de bewerking / vervaardiging van deze alternatieven kunnen op de ontdoener van de afvalstoffen verhaald worden waardoor deze producten relatief goedkoop in de markt gezet kunnen worden.

Als alternatieven worden (niet uitputtend) genoemd: zeefzand, hoogovenslakken, slakkenzand, AVI-bodemassen, thermisch gereinigde grond, immobilisaten en gereinigd TAG. Het beschikbare volume van deze materiaalstromen is momenteel te klein om de toepassing van BSA-granulaat als funderingslaag volledig te vervangen. Hooguit is sprake van projectgebonden concurrentie tussen BSA-granulaat en alternatieven. Daarnaast dient opgemerkt te worden dat toepassing van BSA-granulaat als funderingslaag in de huidige situatie veelal bindend wordt voorgeschreven in bestekken. De verwachte omslag in bestekken van het stellen van producteisen naar het stellen van functionele eisen biedt in toenemende mate mogelijkheden voor het toepassen van alternatieven. Tevens wordt het zoeken naar goedkopere alternatieven interessanter.

7.4 Toepassing als toeslagmateriaal voor beton

Opwerking van BSA tot toeslagmateriaal voor de betonmortel en betonwarenindustrie kan op droge (zeven) en natte (wassen) wijze plaatsvinden. De betonindustrie is met name geïnteresseerd in betongranulaat als toeslagmateriaal voor beton. De ontwikkelingen in historisch materiaalgebruik geven aan dat te verwachten is dat het percentage betonpuin in de totale hoeveelheid steenachtig bouw- en sloopafval in de toekomst aanmerkelijk zal stijgen. Deze ontwikkeling wordt gezien als een stimulans voor het gebruik van BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor beton.

De toepassing van BSA-granulaat als toeslagmateriaal in beton is reeds geruime tijd bekend. Op individuele schaal vinden productie en toepassing reeds plaats, doch algemene toepassing op grote schaal vindt vooralsnog niet plaats. Een aantal aspecten speelt daarin een rol. Daarbij dient men zich te realiseren dat toepassing van BSA-granulaat in beton niet alleen aanpassingen vergt van de puinverwerkende bedrijven maar ook van de betonindustrie.

Puinbrekers

- Van een structureel overschot aan BSA-granulaat bij puinbrekers is (nog) geen sprake. Hoewel de afgelopen jaren sprake is geweest van voorraadvorming en veel brekers het maximum van hun opslagcapaciteit bereikten, trekt de afzetmarkt momenteel weer aan en lopen de voorraden terug. Veel puinbrekers nemen dan ook een afwachtende houding aan. Wanneer vast staat dat sprake is van een structureel overschot zullen puinbrekers actief op zoek gaan naar structurele alternatieven.
- De productie van BSA-granulaat voor toepassing als toeslagmateriaal in de betonsector vereist aanpassingen in het breekproces zoals het toepassen van andere zeefdekken, scheiding in meerdere fracties, etcetera. Investeringskosten die hiermee gepaard gaan moeten terugverdiend kunnen worden en een meerwaarde kunnen bieden. Brekers dienen hier enige mate van zekerheid in te hebben alvorens over te gaan tot investering.
- Ten behoeve van de productie van meerdere BSA-granulaten, zowel voor toepassing als funderingslaag als voor toepassing als toeslagmateriaal, dient aangeboden steenachtig materiaal doorgaans beter naar soort en aard gescheiden te worden binnen de bewerkingsinrichting. Naast een andere logistiek en verscherpte aandacht bij acceptatie van ongebroken steenachtig materiaal vergt dit veelal extra ruimte. Deze ruimte is vaak slechts beperkt aanwezig binnen de bestaande inrichting. Uitbreiding is niet altijd mogelijk en gaat, indien mogelijk, gepaard met investeringen.
- De productie van BSA-granulaat voor toepassing als toeslagmateriaal in beton dient economische voordelen te bieden voor de puinbreker. Bij een toename in de hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA en een structureel achterblijvende afzet zullen de acceptatietarieven voor ongebroken puin stijgen. Puinverwerkende bedrijven krijgen dan meer financiële mogelijkheden om over te

gaan tot productie van BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor beton.

- Menggranulaat voor toepassing als funderingslaag in de wegenbouw dient een vastgesteld percentage betonpuin te bevatten. Puinbrekers dienen er van overtuigd te zijn dat de productie van BSA-granulaat voor deze toepassing geen gevaar loopt indien betonpuin bij acceptatie afgescheiden en gereserveerd wordt voor de productie van toeslagmateriaal. Een toenemende fractie betonpuin in bouw- en sloopafval als gevolg van ontwikkelingen in historisch materiaalgebruik zal een positieve invloed hebben op de mogelijkheden voor de productie van toeslagmaterialen. Ontwikkelingen in toepassingsmogelijkheden in funderingslagen voor BSA-granulaat met lagere percentages betonpuin zijn eveneens van positieve invloed. Afgezien van onderzoek naar de technische eigenschappen dient daarbij ook aandacht besteed te worden aan de maatschappelijke acceptatie van dergelijke nieuwe mengsels (o.a. bij wegbeheerders).
- De continuïteit (voorzieningszekerheid) in de levering van BSA-granulaat dient gewaarborgd te zijn. Puinbrekers zijn sterk afhankelijk van het aanbod aan ongebroken steenachtig BSA (beton) en dienen derhalve te beschikken over voldoende werkvoorraad (ongebroken) en productvoorraad (gebroken) om te allen tijde aan de vraag van de betonsector te kunnen voldoen.

Beton- en betonwarenindustrie

- De toepassing van BSA-granulaat in beton vergt extra opslag- en doseervoorzieningen bij de betonproducenten. Ook de besturingssoftware van de betoncentrales zal in veel gevallen hierop aangepast moeten worden. De investeringen die dit met zich mee brengt dienen terugverdiend te worden uit een structureel verschil in de inkoopprijs van grind en de inkoopprijs van granulaat.
- De kwaliteit van BSA-granulaten voor toepassing in beton is goed en fluctueert binnen aanvaardbare bandbreedtes, niettemin is het risico op fluctuaties in de productkwaliteit groter dan bij toepassing van grind.
- Voor de toe te passen hoeveelheid BSA-granulaat in reguliere betonmortel geldt een maximum van 20% zonder aanpassing van de rekenregels (CUR-aanbeveling 80). Bij grotere toepassingspercentages dienen nieuwe berekeningen uitgevoerd te worden om de geschiktheid van de betonmortel vast te stellen. Heroverweging van deze bepalingen voor betongranulaat zullen een positief effect hebben op de toepassing hiervan. In dit kader is inmiddels CUR-voorschriftencommissie 85 'Beton met betongranulaat als grof toeslagmateriaal' ingesteld. Resultaten worden voor 31 augustus 2006 verwacht.
- Toepassing van secundaire toeslagmaterialen in beton worden nog slechts beperkt voorgeschreven in bestekken. Daardoor blijft de noodzaak tot het toepassing van secundair toeslagmateriaal achterwege.

7.5 Toepassing van BSA-granulaten in ophogingen

Bij toepassing van BSA-granulaat in ophogingen dient onderscheid gemaakt te worden in terreinophogingen die tot doel hebben terreinen geschikt te maken voor bouwactiviteiten en ophogingen als doel op zich. In het eerste geval betreft het geen nieuwe toepassing maar een toepassing zoals omschreven in paragraaf 6.1.2. In het tweede geval betreft het een toepassing waarin momenteel nog weinig BSA-granulaat wordt afgezet. Als voorbeeld bij deze toepassing moet gedacht worden aan geluidswallen, op- en afritten, etcetera.

Technisch gezien is BSA-granulaat prima geschikt voor toepassing in ophogingen mits rekening gehouden wordt met de toepassingshoogte in relatie tot de uitloging. Ook dient vooraf een inschatting gemaakt te worden van wat het doel is van de ophoging in verband met eventuele aanplant en/of grondgebonden werkzaamheden. Om in aanmerking te komen voor toepassing in ophogingen dient BSA-granulaat te kunnen concurreren met andere alternatieve secundaire bouwstoffen (categorie I grond, thermisch gereinigde grond, extractief gereinigde grond, gereinigd TAG, AVI-bodemassen, etc.). Afhankelijk van de marktsituatie hebben deze alternatieven vaak geen waarde of een negatieve waarde. Overwegend heeft BSA-granulaat een positieve waarde. Grootschalige toepassing in ophogingen wordt vooralsnog dan ook gezien als een laatste optie die overblijft wanneer BSA-granulaat niet tegen een positieve waarde kan worden afgezet.

8 Economische aspecten toepassing bouw- en sloopafval in beton

In het voorgaande hoofdstuk is het gebruik van BSA-granulaat als toeslagmateriaal in beton aangemerkt als een kansrijke toepassing van BSA-granulaat die momenteel nog slechts op beperkte schaal plaatsvindt. De productie van beton vindt plaats bij private ondernemingen. De primaire doelstelling van deze bedrijven is hun bedrijfsvoering zo in te richten dat een zo hoog mogelijke winst behaald wordt. Toepassing van BSA-granulaat als toeslagmateriaal dient dan ook economisch haalbaar en bij voorkeur economisch aantrekkelijk te zijn. In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de kosten en baten die gepaard gaan met de toepassing van BSA-granulaat als toeslagmateriaal in beton.

Het tweede deel van dit hoofdstuk bevat een weergave van een aantal praktijkervaringen die door een verschillende bedrijven zijn opgedaan met toepassing van BSA-granulaat als toeslagmateriaal in beton.

8.1 Meerkosten van het vervaardigen van 'betonkwaliteit materiaal'

De kosten voor de productie van BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor beton liggen hoger dan de kosten de productie van BSA-granulaat voor toepassing als funderingslaag. Daarentegen is de verwachting dat de verkooptarieven van secundair toeslagmateriaal aanmerkelijk hoger zijn dan de verkooptarieven van secundair funderingsmateriaal.

Als uitgangspunt bij de berekening van de extra kosten hanteren we de meerkosten die optreden indien BSA-granulaat 0-40 verder opgewerkt zou moeten worden tot BSA-granulaat voor toepassing in beton. Tabel 8.1 bevat een uitwerking van deze kosten bij een jaarproductie van 50.000 ton betongranulaat (bovenmaat > 20 mm). De van invloed zijnde factoren worden vervolgens toegelicht.

Tabel 8.1: voorbeeldberekening meerkosten bij productie van toeslagmateriaal voor beton

Uitgangspunten Jaarproductie (ton) Dagproductie (ton)	50.000 500	Korrelgroep	bovenmaat < 20 mm					
		Bewerking	droog			nat		
		Afzet 0-4 mm fractie	betonbouw	wegenbouw	onbruikbaar	betonbouw	wegenbouw	onbruikbaar
Aspecten	Invloeden	Aannames						
1) Toepassing ander zeefdek	Productieafname grove bovenmaat (<20 mm)	60%	€ 0,86	€ 0,86	€ 0,86	€ 0,86	€ 0,86	€ 0,86
	Productieafname grove bovenmaat (>20 mm)	40%						
	Bemanning breekinstallatie	2						
	Uurtarief operator	€ 30,00						
	Uurtarief laadschop + machinist	€ 60,00						
	Draaiuren / dag	8						
2) Investerings dubbeldeks zeef	Aanschaf	€ 100.000	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40
	Afschrijving (jaren)	5						
3) Afscheiden extra verontreiniging	Investerings was- of luchtscheiding	€ 100.000	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40
	Afschrijving (jaren)	5						
4) Afvoer extra verontreiniging (residu)	Normstelling BRL voor 0-40 0,0-0,5%		€ 0,38	€ 0,38	€ 0,38	€ 0,75	€ 0,75	€ 0,75
	Gemiddeld gehalte niet steenachtig	0,25%						
	Tonsprijs extra verontreiniging	€ 150,00						
	Massatoename bij natte scheiding	200%						
5) Proceswaterreiniging natte scheiding	Investerings voorziening	€ 100.000				€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40
	Afschrijving (jaren)	5						
6) Algemene kosten per ton	Extra terrein (5000 m2) / jr.	€ 125.000	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50
	Overheadkosten	€ 10.000	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20
	Extra keuringskosten	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25
7) Afzetkosten 0-4 mm	Normstelling BRL voor 0-40 40-70%							
	Gemiddeld gehalte 0-4 mm	50%						
	Inkomstenderving 0-40	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00
	0-4: Afzet als fijn toeslagmateriaal	€ 6,00	€ 6,00			€ 6,00		
	0-4: Afzet in de wegenbouw + transport	€ 4,00		€ 4,00			€ 4,00	
	0-4: Extra bewerking (reinigen/classificeren)	€ 8,00			€ 8,00			€ 8,00
8) Extra opbrengst	Afhaaltarief grof toeslagmateriaal (> 4 mm)	€ 9,50	€ 9,50	€ 9,50	€ 9,50	€ 9,50	€ 9,50	€ 9,50
Totaal meerkosten			€ 9,51	€ 0,49	€ 4,49	€ 8,74	€ 1,26	€ 5,26

Invloedsfactoren berekening

- 1) De bovenmaat van BSA-granulaat voor toepassing als secundair toeslagmateriaal is doorgaans kleiner dan de in de toepassingen als funderingslaag gebruikelijke 40 mm. Productie van BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor beton noodzaakt derhalve tot toepassing van een ander zeefdek t.b.v. het afzeven van de bovenmaat, alsmede een dubbel zeefdek t.b.v. het afzeven van de fijne fractie. Door toepassing van een zeefdek met een kleinere zeefdiameter (t.b.v. de bovenmaat) wordt een productieafname veroorzaakt. Naarmate de zeefdiameter kleiner is zal dit oplopen. Dit leidt tot een stijging in de loonkosten per ton productie.
- 2) De investering (afschrijving) in een dubbeldeks zeef en/of nieuwe zeefdekken vormt naast de loonkosten een kostprijsverhogende factor.
- 3) BSA-granulaat voor toepassing in de wegenbouw bevat fysische verontreinigingen in de vorm van niet steenachtig materiaal. Dit materiaal dient uit het granulaat verwijderd te worden alvorens het geschikt is voor toepassing in beton. Verwijdering kan plaatsvinden onder toepassing van luchtscheidingstechnieken (droog) of wastechnieken (nat). In beide gevallen vergt deze nabewerking een

investering in een extra scheidingsstap die niet altijd aanwezig is in het bewerkingsproces voor secundair funderingsmateriaal. Afhankelijk van het productievolume en de gekozen techniek drukken onderhouds- en afschrijvingskosten zwaarder op de tonsprijs voor BSA-granulaat voor toepassing in beton.

- 4) De uitgewassen / afgezogen fractie niet steenachtig materiaal dient te worden afgezet. De fractie vormt slechts een zeer klein percentage van de aangeleverde hoeveelheid (max. 1%). De aanwezigheid van deze fractie zal klein blijven door verbeterd gescheiden aanlevering en het feit dat een toename van deze fractie in het ongebroken materiaal doorgaans leidt tot een hoger acceptatietarief bij binnenkomst. Niettemin zal het materiaal doorgaans aangemerkt moeten worden als BSA-residu en afgevoerd moeten worden tegen een storttarief van € 120,00 - € 175,00 per ton. Indien sprake is van natte scheiding dient rekening gehouden te worden met een aanzienlijk massatoename als gevolg van de verzadiging van afgescheiden materiaal met water.
- 5) Indien sprake is van natte scheiding dient sprake te zijn van een gesloten watersysteem waar, als gevolg van vochtopname door het granulaat, water van buitenaf aan toegevoegd moet worden. Niettemin zal een voorziening getroffen moeten worden voor proceswaterreiniging teneinde dit te ontdoen van onoplosbare zwevende deeltjes (slib). Vermoedelijk kan volstaan worden met een bezinkbassin. Onduidelijk is hoeveel slib verwacht moet worden (afvoer- / verwerkingskosten) en wat de afschrijvingskosten per ton bedragen. E.e.a. is sterk afhankelijk van de gekozen reinigingstechniek en het productievolume.
- 6) Een nieuw product en proces zullen resulteren in extra algemene kosten in de vorm van huur / afschrijving inrichting, extra ruimtebeslag, overheadkosten, etcetera. Deze kosten zullen per locatie sterk verschillen, afhankelijk van het de ruimte en het voorzieningenniveau dat reeds aanwezig is. Deze kosten zijn dan ook als variabele opgenomen in de berekeningen in de bijlagen.

Afzet van BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor de betonindustrie genereert meer opbrengst. De opbrengst dient echter gecorrigeerd te worden voor de gemiste inkomsten als gevolg van minder afzet in de wegenbouwsector. In tabel 7.1 is deze parameter opgenomen als inkomstenderving. Deze inkomstenderving kan per regio sterk verschillen.

- 7) De voornaamste kostprijsbepalende factor bij de productie van BSA-granulaat voor de betonbouw wordt gevormd door de aan- of afwezigheid van goede afzetmogelijkheden voor de afgescheiden fijne fractie (meestal 0-4 mm). Er wordt uitgegaan van een gemiddeld gehalte materiaal < 4 mm in granulaat van ca. 50%. De volgende mogelijkheden worden onderscheiden:

-
- Afzet (zonder bewerking) als betonzand in de regio. Afzet tegen een geringe opbrengst die opweegt tegen de keuringskosten die gemaakt moeten worden om de toepassing mogelijk te maken. Dit ligt echter niet voor de hand omdat de 0-4 fractie doorgaans grotendeels aan te merken is als grond i.p.v. zand (grondbijmenging in steenachtig BSA bij sloop). Opgemerkt wordt dat toepassing van de 0-4 mm fractie in de betonindustrie zal leiden tot concurrentie met de reeds toegepaste hoeveelheid fijner zand in de betonmortelindustrie. Onderzoek naar toepassing van recyclingbrekerzand en fijn fractie beton- en menggranulaat als toeslagmateriaal voor beton heeft reeds plaatsgevonden op laboratoriumschaal. Bij toepassing op praktijkschaal dient vooralsnog enige terughoudendheid in acht genomen te worden.
 - Afzet als categorie I zand in de wegenbouw, afhankelijk van de marktsituatie binnen een straal van 100 km tegen een nultarief. Kosten voor extra bemonstering en transport komen voor rekening van de producent van het BSA-granulaat.
 - Toevoeging van de 0-4 mm fractie als categorie I materiaal bij de productie van BSA-granulaat voor toepassing als funderingslaag. Toevoeging is echter slechts beperkt mogelijk omdat de korrelverdeling van het BSA-granulaat a.g.v. toevoeging van extra 'fijn' al snel niet meer voldoet aan de producteisen.
 - 0-4 mm fractie is niet toepasbaar. In dit geval is productie van BSA-granulaat voor betonbouw nimmer rendabel gezien de hoge verwerkingskosten van 0-4 mm materiaal.
 - Een mogelijk alternatief is het vooraf beoordelen van partijen ongebroken steenachtig BSA op hun verwerkbaarheid tot grindvervanger voor beton. Uitsluitend voldoende grote partijen zonder grond of andere fysische verontreinigingen komen hiervoor in aanmerking. Deze partijen zouden zonder afscheiding van 0-4 materiaal verwerkt kunnen worden tot BSA-granulaat 0-x voor toepassing in beton. Deze methodiek wordt op beperkte schaal toegepast en zou ook mobiele brekers beter in de gelegenheid stellen om BSA-granulaat te produceren voor de betonindustrie.
- 8) Naast extra kosten genereert de afzet van BSA-granulaat voor toepassing als secundair toeslagmateriaal extra opbrengsten. Voor BSA-granulaat voor toepassing in beton geldt een marktprijs die ruim boven de geldende tarieven voor granulaten bestemd voor toepassing in de wegenbouw ligt. Dit verschil dient op te wegen tegen de meerkosten per ton productie. Uit tabel 8.2 blijkt dat dit verschil sterk afhankelijk is van productievolume.

De meerkosten per ton productie blijken sterk afhankelijk te zijn van het productievolume. In bijlage 6 is de berekening in tabel 8.1

nogmaals uitgevoerd voor een aantal verschillende situaties. Een samenvatting van de resultaten is weergegeven in tabel 8.2.

Tabel 8.2: Overzicht meerkosten in verschillende situaties

Samenvatting meerkosten		Gradering	<20 mm		>20 mm	
Jaarproductie	Dagproductie	Productiemethode	droog	nat	droog	nat
200.000 ton	1.000 ton	Afzet fijne fractie				
		- fijn toeslagmateriaal	€ 12,57-	€ 12,09-	€ 12,71-	€ 12,24-
		- funderingsmateriaal	€ 2,57-	€ 2,09-	€ 2,71-	€ 2,24-
		- verontreinigde afvalstof	€ 1,43	€ 1,91	€ 1,29	€ 1,76
100.000 ton	1.000 ton	Afzet fijne fractie				
		- fijn toeslagmateriaal	€ 11,69-	€ 11,12-	€ 11,84-	€ 11,26-
		- funderingsmateriaal	€ 1,69-	€ 1,12-	€ 1,84-	€ 1,26-
		- verontreinigde afvalstof	€ 2,31	€ 2,88	€ 2,16	€ 2,74
50.000 ton	500 ton	Afzet fijne fractie				
		- fijn toeslagmateriaal	€ 9,51-	€ 8,74-	€ 9,80-	€ 9,02-
		- funderingsmateriaal	€ 0,49	€ 1,26	€ 0,20	€ 0,98
		- verontreinigde afvalstof	€ 4,49	€ 5,26	€ 4,20	€ 4,98
		Breakevenpoint bij afzet als funderingsmateriaal	58.000 ton	74.000 ton	53.000ton	67.000 ton

Vetgedrukte bedragen: negatieve meerkosten, productie van toeslagmateriaal is aantrekkelijk

Cursief gedrukte bedragen: meerkosten, productie van toeslagmateriaal is minder aantrekkelijk dan productie van funderingsmateriaal

Uit het overzicht in tabel 8.2 blijkt dat de haalbaarheid van productie van BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor beton sterk afhangt van de afzetmogelijkheden voor de fijne fractie. Indien deze na scheiding afzet vindt in de betonindustrie blijkt dat productie van toeslagmateriaal voor de betonindustrie ten opzichte van productie van funderingsmateriaal uiterst lucratief is, ongeacht productievolume.

Zodra de fijne fractie afgezet kan worden als funderingsmateriaal of ophoogmateriaal blijkt de haalbaarheid van de productie van BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor beton afhankelijk te zijn van de jaarlijkse doorzet. Het omslagpunt is per situatie onderaan de tabel weergegeven.

Indien de fijne fractie beschouwd moet worden als een (verontreinigde) afvalstof die afgevoerd moet worden of nadere bewerking behoeft blijkt productie van BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor beton een moeilijk haalbare optie.

Opgemerkt dient te worden dat tabel 8.2 uitsluitend dient ter indicatie. Als gevolg van lokale omstandigheden, bedrijfsspecifieke kenmerken en verschillende productietechnieken zal de uitkomst van de berekening voor individuele bedrijven per bedrijf enigszins verschillen.

8.2 Praktijkervaringen

In het kader van deze studie zijn bezoeken gebracht aan een drietal afvalverwerkende bedrijven die inmiddels ervaring opgedaan hebben met de productie van BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor de betonindustrie. Het blijkt dat momenteel sterk verschillende productietechnieken gehanteerd worden en de meningen over de toepassingsmogelijkheden en beschikbaarheid van granulaten in de beton- en betonwarenindustrie uiteen lopen.

Zowel de toepassingsmogelijkheden als de economische haalbaarheid en de beschikbaarheid van granulaat blijken sterk afhankelijk van lokale omstandigheden en de schaalgrootte waarop activiteiten ontplooid worden. In de lokale omstandigheden speelt de ligging aan (groot) vaarwater een belangrijke rol. De verschillen in de productieprocessen van de verschillende bezochte bedrijven komen met name tot uiting in de wijze waarop met de fijne fractie uit BSA-granulaat wordt omgegaan. De indruk bestaat dat de productie van BSA-granulaat voor toepassing in de beton- en betonwarenindustrie zich in een ontwikkelstadium bevindt waarin momenteel ervaring opgedaan wordt met diverse technieken en toepassingsvarianten. Wanneer de toepassing van BSA-granulaat als toeslagmateriaal in beton gemeengoed wordt zal blijken welke techniek economisch het meest rendabel is. Toepassing van geavanceerde technieken is mogelijk bij grote productievolumes.

De geproduceerde korrelgraderingen voor BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor beton blijken per bedrijf sterk te verschillen. Veelal worden graderingen geproduceerd die aangepast zijn op de wensen van de (grootste) klant. Daar waar in de wegenbouw een gradering 0-40 (en 0-20) algemeen geaccepteerd is blijken in de BSA-granulaten voor toepassing als toeslagmateriaal in beton tal van graderingen voor te komen.

Hoewel in het algemeen uitgegaan wordt van de toepassing van betongranulaat als toeslagmateriaal voor toepassing in de betonindustrie wordt de toepassing van menggranulaat niet uitgesloten. Momenteel worden in regio's met een relatief laag aanbod aan betonpuin reeds aanzienlijke hoeveelheden menggranulaat afgezet als toeslagmateriaal.

De verwachting dat het betongehalte in steenachtig BSA zal stijgen wordt door alle bezochte bedrijven onderschreven. Niettemin is in praktijk gebleken dat bij selectieve sloop naar schatting slechts 1/3 van het gesloopte beton selectief kan worden aangeboden. Selectieve aanlevering wordt gestimuleerd door verschil in verwerkingstarieven tussen betonpuin en gemengde puin / steenpuin ten gunste van betonpuin.

De rol van de overheid in de sturing van ontwikkelingen is niet onaanzienlijk. Enerzijds is in praktijk gebleken dat voorschriften in bestekken ten aanzien van minimum percentages secundair

toeslagmateriaal een merkbaar positieve invloed hebben op de afzetmogelijkheden voor BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor beton. Anderzijds leeft de indruk dat met name in rijksoverheidsprojecten nog steeds op grote schaal betongranulaat wordt voorgeschreven waar menggranulaat zou kunnen worden toegepast. De vraag naar betongranulaat als funderingsmateriaal is dermate groot dat in de voorbije periode ten aanzien van dit product geen voorraadvorming is geconstateerd. Dit werkt remmend op de beschikbaarheid van betonpuin voor bewerking tot toeslagmateriaal in beton.

Teneinde aan besteksvoorschriften ten aanzien van gehalten aan secundaire toeslagmaterialen is gebleken dat ook spoorweggrind kan worden toegepast als toeslagmateriaal. Spoorweggrind vormt in dit kader een concurrent voor BSA-granulaat.

Een constatering tijdens de bezoeken aan de afvalverwerkende bedrijven is dat van een structureel overschot aan BSA-granulaat momenteel geen sprake is. Hoewel deze bedrijven allen te maken gehad hebben met oplopende voorraden in de voorbije jaren is op dit moment een flinke toename in de vraag zichtbaar die het aanbod aan steenachtig BSA overstijgt. Geen van de bedrijven heeft hiervoor een eenduidige verklaring. Van grote infrastructurele projecten is geen sprake.

Een mogelijke verklaring vormt de inname van ongebroken steenachtig BSA in tijden van schaarste tegen zeer lage tarieven. Bij het afnemen van de vraag en daarmee gepaard gaande daling van afzettarieven beschikten tal van brekers over een voorraad ongebroken puin die tegen zeer lage tarieven was ingenomen en tegen zeer lage tarieven gebroken en uitgeleverd moest worden. Uit bedrijfseconomisch oogpunt was dit alleen mogelijk indien verwerking plaatsvond met geld dat gegenereerd werd met het innemen van nieuw ongebroken BSA tegen geleidelijk oplopende inname-tarieven. In de tussenliggende periode zagen brekers zich genoodzaakt voorraden op te bulken. Nu zich een nieuw evenwicht heeft ingesteld tussen inname- en verkooptarieven kunnen voorraden verantwoord worden weggewerkt.

De verwachting van de bezochte ondernemingen is dat de mate van toepassing van BSA-granulaat als toeslagmateriaal in de betonindustrie zal toenemen, doch geen standaard zal worden. Ontwikkelingen dienen volgens deze bedrijven bij voorkeur overgelaten te worden aan de markt. Zodra de markt mogelijkheden ziet zullen deze zonder twijfel benut worden.

9 Innovaties

Onderhavig hoofdstuk schetst een beeld van enkele innovatieve ontwikkelingen die mogelijk hun weerslag kunnen hebben op het aanbod aan steenachtig BSA in de toekomst en/of de vraag naar BSA-granulaten.

- Het bewerken van BSA-granulaat in een classificeerinstallatie aansluitend op het breekproces maakt het mogelijk om uit ongebroken BSA verschillende soorten fijn en grof toeslagmateriaal te vervaardigen met één installatie. Onder toepassing van bestaande technieken uit de zand- en grindwinning wordt steenachtig materiaal gebroken en daarna in de classificeerinstallatie gewassen en gesorteerd op verschillende graderingen. Door deze vorm van diversificatie wordt ingespeeld op de specifieke wensen van de verschillende klanten en toepassingsgebieden. Toepassing van deze technieken maakt het productieproces minder gevoelig voor schommelingen in de kwaliteit van ongebroken steenachtig BSA. Het potentieel voor de betonindustrie neemt daardoor toe.
- Bij aanhoudend lage tarieven voor de levering van BSA-granulaat als funderingslaag zou ook de woningbouwsector, in navolging van de utiliteitsbouw, over kunnen gaan op het gebruik van BSA-granulaat als fundatiemateriaal. Met name bij niet grondgebonden woningen (geen tuin) vormt dit een reële optie.
- Een vergelijkbare doch hoogwaardigere toepassing is de vervanging van een fundering op heipalen door een fundering uit BSA-granulaat.
- Als gevolg van voortschrijdende ontwikkelingen op het gebied van automatisering en mobiliteit is een groei zichtbaar in het telewerken. Moderne technologieën stellen ons in staat om onderweg of thuis nagenoeg dezelfde taken te verrichten als op kantoor. Nieuwe opslagmogelijkheden voor data maken het mogelijk om archiefruimtes te verkleinen of geheel achterwege te laten. Door deze ontwikkelingen zal de behoefte aan kantoorruimte per werknemer vermoedelijk afnemen. De ontwikkeling van modulaire bouw en systeembouw zal er bovendien toe leiden dat kantoren flexibeler in te delen zijn waardoor de frequentie waarmee verbouwingen uitgevoerd moeten worden afneemt.

De transformatie van de Nederlandse economie van een productie-economie naar een kenniseconomie zal een soortgelijke invloed hebben in bredere zin. Een afname van het aantal productiefaciliteiten zal ertoe leiden dat de behoefte aan werkruimte per arbeidsplaats zal afnemen. De (hoogwaardige) productiefaciliteiten die overblijven zullen in steeds mindere mate behoefte hebben aan opslagruimte voor voorraden. De toenemende automatisering stelt bedrijven in staat om op bestelling te produceren.

Beide ontwikkelingen hebben tot gevolg dat het bouwvolume in de utiliteitsbouw afneemt. Voor de hoeveelheid vrijkomend steenachtig BSA tot 2025 zal dit geen merkbare gevolgen hebben. In de periode daarna zouden de gevolgen van deze innovaties wel een rol kunnen spelen

- Compact rijden [30] vormt een alternatief voor het grootschalig verbreden van wegen. Met name in gebieden waar de ruimte schaars is kan door versmalling van de rijbanen extra capaciteit gecreëerd worden op het bestaande wegennet. Deze versmalling dient gepaard te gaan met snelheidsverlagende maatregelen en toepassing van nieuwe technologieën op het gebied van flexibele rijbaanindeling, dynamische snelheidslimieten en in-car-technologieën.

Toepassing van deze technieken veroorzaakt een afname in de behoefte aan nieuwe wegen en/of bredere wegen. Daardoor zou de vraag naar BSA-granulaat uit de GWW-sector in de toekomst lager uit kunnen vallen dan nu wordt verwacht. Anderzijds worden bestaande wegen intensiever belast waardoor zij eerder aan onderhoud en vervanging toe zijn. Indien beide effecten elkaar opheffen zal de invloed van deze ontwikkeling op de steenachtig BSA-markt niet merkbaar zijn. Daarbij wordt opgemerkt dat deze techniek naar verwachting alleen goed bruikbaar is op meerbaans (rijks)wegen op plaatsen waar zich momenteel knelpunten voordoen. Het aandeel van deze knelpunten in het gehele Nederlandse wegennet is dermate gering dat invloeden niet of nauwelijks merkbaar zullen zijn.

- Kringbouw (thermische verwerking (steenachtig) BSA) vormt een mogelijk alternatief voor de huidige productiemethoden voor toeslagmateriaal voor beton (nat en droog). Het principe van kringbouw is gebaseerd op het thermisch verwerken van BSA waarbij alle niet-steenachtige componenten uit BSA verbranden en de steenachtige componenten teruggewonnen kunnen als grondstof voor de productie van nieuwe bouwmaterialen (baksteen en beton). Op deze wijze zou de beton- en baksteenindustrie grotendeels zelfvoorzienend kunnen zijn als het gaat om grondstoffenvoorziening. Momenteel vinden proefnemingen plaats. Bij een positief resultaat zal moeten worden vastgesteld of de verwerking van BSA op deze wijze kan concurreren met de bestaande verwerkingsmethodieken. Indien het kringbouwproces realiseerbaar is tegen concurrerende tarieven zal dit de beschikbaarheid van secundaire toeslagmaterialen aanzienlijk vergroten. De beschikbaarheid van steenachtig BSA voor de productie van secundair funderingsmateriaal zal in dat geval afnemen. Ongeacht de resultaten blijft de totale hoeveelheid secundair materiaal gelijk. De verwerkingscapaciteit zal bij een positief resultaat echter toenemen waardoor een verscherpte concurrentie zal ontstaan.

-
- Nederland kampt met een probleem ten aanzien van baggerspecie. Bij het onderhoud aan waterwegen en waterwerken komen structureel grote hoeveelheden baggerspecie vrij. Het merendeel daarvan is van voldoende kwaliteit om te worden teruggebracht in het watersysteem. Voor het materiaal dat niet kan worden teruggebracht, zijn slechts zeer beperkt hergebruiksmogelijkheden beschikbaar, waardoor het materiaal vaak wordt gestort. Er is 10 jaar onderzoek gedaan naar verwerkingstechnieken, maar dit heeft niet geleid tot productie van materialen die concurreren met BSA-granulaat. Het ligt dan ook niet voor de hand dat dit op korte termijn wel zal gebeuren.

Indien toepassing van baggerspecie in technische zin alleen mogelijk is in of door combinatie met BSA(-granulaten) vormt zich een kans.

- Zeespiegelstijging, achterstallig onderhoud en heviger regenval met hogere rivierwaterstanden tot gevolg leiden tot een toenemende aandacht voor de kwaliteit van dijkconstructies. Toepassing van BSA-granulaat bij het ontwerp van nieuwe dijkconstructies vindt nog niet op grote schaal plaats maar vormt mogelijk een serieuze optie.

10 Conclusies

De omvang van het aanbod van steenachtig bouw- en sloopaflval wordt bepaald vanuit vier sectoren: de woningbouwsector, de utiliteitsbouw, de GWW-sector en de bouwmaterialenindustrie. Het aanbod vanuit de bouwmaterialenindustrie wordt constant verondersteld. Van de overige sectoren laten de ontwikkelingen in de woningbouwsector zich het best voorspellen omdat er relatief veel gegevens over deze sector beschikbaar zijn. De verwachtingen in de utiliteitsbouw daarentegen zijn erg onzeker. Deze sector blijkt enorm gevoelig voor fluctuaties in de economische situatie en wordt derhalve ook het meest verantwoordelijk geacht voor de schommelingen die optreden in het totaalaanbod van steenachtig materiaal. Het aandeel van de GWW-sector in het aanbod van steenachtig BSA is gering. Een groot deel van het aanbod dat wordt toegeschreven aan de GWW-sector blijkt samen te hangen met de utiliteitsbouw (parkeerplaatsen, terreinverhardingen, etc.). In verband met het doel van deze scenariostudie zijn de bestaande funderingslagen uit BSA-granulaat buiten beschouwing gebleven. In tabel 10.1 wordt een overzicht gegeven van de bevindingen. In deze tabel worden de hoeveelheden uit de SenterNovem-studie [1] afgezet tegen de verwachte hoeveelheden in 2025. Tevens is een aanname gedaan voor de verwachte toename van stromen die niet meegenomen zijn in de voorliggende studie.

Verwacht wordt dat het aanbod van steenachtig BSA in de periode 2005-2025 zal stijgen van 16,9 Mton in 2003 tot ca. 30 Mton in 2025. Uiteraard is de hier uitgesproken verwachting voor 2025 aan tal van invloedsfactoren onderhevig. Het voert te ver om al deze factoren in deze rapportage te behandelen. Daarom is er voor gekozen de factoren in deze studie te benoemen en de invloed van de factoren zichtbaar te maken door de ontwikkeling van een Excel-rekentool waarin, mede op basis van verschillende CPB-scenario's, aannames gedaan kunnen worden voor de variabelen en onzekerheden die in deze studie genoemd zijn. Op basis van een gevoeligheidsanalyse van de voornaamste invloedsfactoren zal het totaalaanbod van steenachtig BSA fluctueren tussen 26 en 34 Mton.

De toename van overig BSA (niet steenachtig, oud asfalt en oude funderingslagen) is indicatief bepaald en zal naar verwachting stijgen van 8,6 Mton in 2003 naar ca. 15 Mton in 2025. Er komen bij toekomstige wegconstructies namelijk meer funderingsmaterialen vrij vanwege het sterk toegenomen gebruik van puinfunderingen na 1980. Dit betekent een toename van het totale aanbod aan BSA van 25,5 Mton in 2003 tot ca. 44 Mton in 2025.

Procentueel wordt de grootste stijging in het aanbod van steenachtig BSA verwacht in de woningbouwsector. In absolute zin zal de utiliteitsbouw de grootste toename in het aanbod van steenachtig BSA veroorzaken met dien verstande dat hier ook de hoogste mate van onzekerheid zit.

We kunnen concluderen dat de samenstelling van het aanbod van steenachtig BSA hoofdzakelijk bepaald wordt door het materiaalgebruik in het verleden. Door verschillen in levensduur van verschillende constructies betekent dat echter niet dat bouwmaterialen ook in dezelfde verhoudingen vrijkomen als waarin ze zijn toegepast. Als gevolg van een sterke toename in het gebruik van betonmortel in de periode vanaf 1960 is de verwachting dat het betongehalte in de samenstelling van het aanbod in de periode tot 2025 sterk zal toenemen. Het toenemend betongebruik in combinatie met de toename van staalbouw als alternatief voor baksteen in de utiliteitsbouw zal leiden tot een afname in het gehalte baksteen.

In de periode 2005-2025 zullen verschillen op blijven treden in de samenstelling van het steenachtig BSA in verschillende landsdelen. Het aandeel betonpuin in het steenachtig BSA in Oost- en Noord-Nederland is lager dan in Zuid- en West-Nederland. Door een toenemende spreiding van zowel de bevolking als de werkgelegenheid over Nederland zullen de verschillen tussen de regio's afnemen. Geschat wordt dat het maximale verschil in betongehalte tussen de verschillende regio's 20-25% bedraagt.

Tabel 10.1: Ontwikkeling in het aanbod van (steenachtig) BSA

Sector		Tonnage 2003 (Mton)	Tonnage 2025 (Mton)	Opmerking
Woningbouw	Sloopafval	3,2	8,1	
	Renovatiefval	0,7	0,8	
	Bouwafval	0,2	0,3	
	Subtotaal woningbouw	4,1	9,2	2025: Groei ruim 100%
Utiliteitsbouw	Sloopafval	7,3	12,1	
	Renovatiefval	1,9	3,1	
	Bouwafval	0,15	0,23	
	Subtotaal utiliteitsbouw	9,4	15,4	2025: Groei ca. 60%
GWW	Wegverharding beton	0,19	0,23	
	Wegverharding elementen	0,61	0,77	
	Spoorbouw	0	0	
	Kunstwerken	0,04	0,1	
	Riolering	0,12	0,34	
	Overig	2	3,2	
	Subtotaal GWW	3,0	4,6	2025: Groei 50%
Bouwmaterialenindustrie		0,45	0,45	Constant
Subtotaal steenachtig BSA		16,9	29,7	2025: Groei ruim 70%
Subtotaal overig BSA ¹⁾		8,6	14,5	2025: Groei ca. 70%
Totaalaanbod BSA		25,5	44,2	Groei ruim 80%

1) Niet meegenomen in deze studie

Uit een inventarisatie van bestaande toepassingen kan geconcludeerd worden dat de totale hoeveelheid BSA-granulaat zowel in de huidige als in de toekomstige situatie niet in zijn geheel afgezet kan worden in de wegenbouwsector. Om de afname van BSA-granulaat in de huidige situatie te garanderen dient de utiliteitsbouw ook een groot deel van de totale hoeveelheid BSA-granulaat aan te wenden als funderings- en/of ophooglaag. De ontwikkelingen in de vraag naar BSA-granulaat vanuit de utiliteitsbouw zijn onzeker en worden, evenals het aanbod vanuit deze sector, sterk beïnvloed door conjunctuurschommelingen. Fluctuaties in de vraag naar BSA-granulaat dienen dan ook voornamelijk toegeschreven te worden aan deze sector. Een belangrijke conclusie van dit onderzoek vormt de constatering dat van een structureel overschot vooralsnog geen sprake is.

Daarmee wordt ook duidelijk dat geen harde uitspraak gedaan kan worden over de hoeveelheid BSA-granulaat die mogelijk beschikbaar is voor toepassing in de beton- en betonwarenindustrie. In potentie is een grote hoeveelheid steenachtig BSA voor deze industrietak beschikbaar. De mate waarin dit potentieel benut wordt hangt echter volledig af van de economische haalbaarheid op zich en het extra voordeel dat behaald kan worden ten opzichte van reeds bestaande toepassingen (funderingslagen). Veel meer dan door vraag en aanbod op landelijk niveau is gebleken dat deze economische haalbaarheid wordt bepaald door lokale omstandigheden zoals ligging, bereikbaarheid, beschikbaarheid van ongebroken beton in de regio, afzetmogelijkheden in de directe omgeving en de lokaal geldende grindprijzen. Daarnaast zijn de keuze voor een verwerkingstechniek en de omvang van het productievolume van grote invloed. Toepassing van geavanceerde technieken (classificeren) is alleen mogelijk bij grote productievolumes. Bij een kleiner productievolume zullen veelal bestaande productietechnieken gebruikt worden en zal het proces gestuurd worden door een streng acceptatiebeleid waarbij het 'kaf van het koren' gescheiden wordt en partijen ongebroken BSA selectief worden verwerkt tot toeslagmateriaal. Partijen van slechte kwaliteit zullen door deze verscherpte acceptatie eerder geïdentificeerd en uit de keten verwijderd worden. Een ondergeschikte maar niettemin noemenswaardige rol is weggelegd voor de korrelgradering die gehanteerd wordt door de puinbreekinrichting. Gebleken is dat nog geen sprake is van 'standaard' korrelgraderingen maar dat tal van verschillende producten in de markt gezet worden. Verschillen in korrelgradering kunnen echter ook verschillen in productiekosten tot gevolg hebben.

De mate waarin de tariefstelling van BSA-granulaat als toeslagmateriaal voor beton kan concurreren met de tarieven voor grind zijn van doorslaggevend beteken. De afzetmogelijkheden in de beton- en betonwarenindustrie zijn groot mits het verschil tussen beide tarieven zodanig is dat investeringen in procesaanpassingen door de beton- en betonwarenindustrie kunnen worden terugverdiend en daarnaast economisch voordeel behaald kan worden. Bottleneck in de productie van BSA-granulaat voor toepassing als toeslagmateriaal in beton vormt de afzet van de fijne fractie. Ondernemingen die hier een geschikte

oplossing voor hebben geven de voorkeur aan de productie van BSA-granulaat voor toepassing in beton boven de productie van BSA-granulaat voor toepassing als funderingslaag. Toepassing van BSA-granulaat in ophogingen wordt gezien als een laatste optie.

LITERATUUR

- [1] SenterNovem, Uitvoering Afvalbeheer, Monitoringrapportage bouw- en sloopafval: gegevens 2002 en 2003, september 2005.
- [2] Symonds (UK), Construction and demolition waste management practices and their economic impacts, Europese Commissie, 1999.
- [3] U. Hofstra, Verbruik van beton- en metselzand en (gebroken) grind 2003, DWW-2004-101, Rijkswaterstaat DWW, 2004.
- [4] R. van Selst en L. van Ruiten, Bouw- en sloopafval in 2015: trendbreuk in afzet van BSA? Publicatiereeks grondstoffen nr.1999/03, DWW, 1999
- [5] D. Eerland, BEwerken 6^e jaargang, nr.2, BRBS, 2005
- [6] Prognosedocument Landelijk afvalbeheerplan, Afval Overleg Orgaan, 2002
- [7] RIVM, Externe straling van bouwmaterialen; resultaten van MARMER berekening opbouwreferentiewoning, juli 2000
- [8] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Nota Mobiliteit / MIT verlenging 2011-2014; doorkijk 2015-2020, 2004
- [9] L. van Ruiten, Van Ruiten Adviesbureau, Quicksan – Toekomstig aanbod bouw- en sloopafval, 2005
- [10] RIONED, Rioleringsatlas van Nederland, 2005
- [11] RIONED, Waarom stijgen de rioolkosten zo sterk?, oktober 2005
- [12] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Derde Kustnota, december 2000
- [13] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ruimte voor de rivier, december 2004
- [14] IVAM Research and consultancy on sustainability, Risico's van PAK uit teerhoudend asfaltgranulaat, Deel II: Risico-analyse PAK uit TAG, oktober 2005
- [15] RIONED, Riool in cijfers 2005-2006, augustus 2005
- [16] Struyk Verwo Groep, productinformatie, www.struykverwo.nl
- [17] CBS, statistische cijfers en gegevens
- [19] www.autosnelwegen.nl
- [20] Free Huizinga en Bert Smid, Vier vergezichten op Nederland, CPB-publicatie no. 55, november 2004
- [21] CBS, Lengte wegennet groeit gestaag, augustus 2005
- [22] RIVM, Verkeer en vervoer in de milieubalans 1999 – 251701 042, maart 2000
- [23] COELO, Atlas van de lokale lasten 2005, april 2005
- [24] DWW 1999/037, Opnamecapaciteit van de wegenbouw voor secundaire materialen
- [25] VOB, 50 jaar betonmortelindustrie 1948-1998, 1998
- [26] Novem NOH, Stand van zaken bouw- en sloopafval, 1996
- [27] Kengetallen bouwafval 2003, www.sbr.nl
- [28] K.V.N.B. – De Steeg, 100 jaar georganiseerde baksteenindustrie 1884-1984, 1984
- [29] RIGO Research en Advies BV, Energie-extensivering in utiliteitsbouw, 1990, samen met WoonEnergie en Willem Meijer Consultant.

-
- [30] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Innovatie voor Mobiliteit – Innovatieacties uit de uitvoeringsagenda Nota Mobiliteit, september 2005
 - [31] A.E. van Koppen, 1997
 - [32] Primos-cijfers
 - [33] RPD
 - [34] RIVM - De Jong en Hilderink, Lange termijn bevolkingsscenario's voor Nederland, RIVM, 2004
 - [35] CPB - Roodenburg, H. en D. van Vuuren, Arbeidsaanbod in de lange termijnsceario's voor Nederland, CPB 2004.
 - [36] Diverse onderzoeken van RIGO en TU-Delft naar de kantorensector
 - [37] Voorkom en verminder uitval en afval, www.sbr.nl
 - [38] TNO / Bouwcentrum Advies, Bouw- en sloopafval – Hoeveelheden en samenstelling – Situatie 1990/2000, rapportnr. 90-01-4971 (TNO) / 15316 (Bouwcentrum Advies)
 - [39] J. van der Klooster et al., Opnamecapaciteit van de wegenbouw voor secundaire materialen, W-DWW-97-037

BIJLAGEN

Bijlage 1: Toelichting op de Excel-rekentool

Algemeen

De Excel-rekentool is ontwikkeld als een hulpmiddel bij het bepalen van de hoeveelheid vrijkomend bouw- en sloopafval op een willekeurig moment in de periode 2005-2025. De rekentool richt zich op gebruik door personen die direct of indirect betrokken zijn bij de totstandkoming van deze rapportage. De rekentool is niet ontwikkeld voor commerciële doeleinden en mag derhalve niet beschouwd worden als consumentensoftware. De rekentool maakt deel uit van deze rapportage en is gebaseerd op de uitgangspunten die hierin verwoord zijn.

De rekentool bestaat uit een 4-tal Excel-werkbladen.

Het eerste blad biedt de mogelijkheid om per sector een aantal basiswaarden in het model aan te passen. Daarmee kan de te verwachten invloed van bepaalde ontwikkelingen of besluiten op de hoeveelheid steenachtig BSA inzichtelijk gemaakt worden. De invoervelden staan lichtblauw weergegeven in een grijs vlak. Voor het invoerveld staat de basiswaarde waarop het model geijkt is. Achter het invoerveld staat de waarde waarmee de tool de berekeningen uitvoert. Indien het invoerveld leeg blijft wordt de basiswaarde als rekenwaarde gehanteerd.

Het eerste blad biedt tevens een overzicht van de resultaten van de berekeningen. De totale hoeveelheid te verwachten steenachtig BSA in een bepaald jaar wordt bovenaan het overzicht weergegeven. Een beknopte uitwerking per sector volgt daaronder.

De overige drie werkbladen bevatten de berekeningen per sector die ten grondslag liggen aan de resultaten op het eerste werkblad. Bij gangbaar gebruik van de tool zullen deze bladen niet bekeken worden.

Met uitzondering van de lichtblauwe invoervelden ten behoeve van de invoer van variabele waarden voor modelparameters zijn alle cellen in de tool voorzien van een standaard Excel-beveiliging tegen onbedoelde overschrijving. Deze beveiliging kan eenvoudig ongedaan gemaakt worden.

Onverwachte resultaten

Om de ontwikkeling van het aanbod aan steenachtig BSA in de komende twee decennia te voorspellen wordt bij een groot aantal parameters gebruik gemaakt van extrapolatie van historische gegevens. Veelal is deze extrapolatie gebaseerd op (gemiddelde) groeipercentages uit het verleden. Voor een aantal parameters geldt dat verhoging van de basiswaarde bij de gebruiker de verwachting zal wekken dat meer steenachtig BSA zal ontstaan. Wanneer deze verhoging echter leidt tot een kleiner verschil in hoogste en laagste waarde in het verleden zal de

tool de berekeningen uitvoeren met een lager groeipercentage. Tegen de verwachting van de gebruiker in zal dit resulteren in een kleinere hoeveelheid steenachtig BSA.

In enkele sectoren wordt de totaal vrijkomende hoeveelheid steenachtig BSA in de sector mede bepaald door een post 'overige'. Het gaat hier om steenachtig BSA dat vrijkomt bij activiteiten waarvan geen gegevens beschikbaar zijn. De hoogte van deze post in het basisjaar is bij het iken van de tool vastgesteld op basis van het verleden. Het veranderen van de waarden voor variabele parameters verandert tevens de uitgangspunten van het model in het basisjaar. Hierdoor zal hoogte van de post 'overige' in het basisjaar veranderen evenals de hieruit geëxtrapoleerde waarden. Tegen de verwachting in zal wijziging van de waarden voor enkele variabele parameters dan ook alleen resulteren in verschuivingen in hoeveelheden binnen de sector. De effecten op het totaal van de sector zullen niet of nauwelijks merkbaar zijn.

Definitie variabele parameters

Woningbouw

- Nieuwbouw 2005
Het verwachte aantal te realiseren nieuwbouwwoningen in 2005 op basis van uitvoeringsplannen en CPB-scenario's
- Nieuwbouw 2025
Het verwachte aantal te realiseren nieuwbouwwoningen in 2025 op basis van uitvoeringsplannen en CPB-scenario's
- Slooppoggnose 2005
Het verwachte aantal woningen dat gesloopt wordt in 2005 op basis van uitvoeringsplannen en CPB-scenario's
- Slooppoggnose 2025
Het verwachte aantal woningen dat gesloopt wordt in 2025 op basis van uitvoeringsplannen en CPB-scenario's
- Gemiddeld tonnage steenachtig BSA / woning <1900
De hoeveelheid steenachtig BSA die vrijkomt bij de sloop van een doorsnee woning, gebouwd in de periode tot 1900, rekening houdend met een veranderend materiaalgebruik en veranderde bouwstijl
- Gemiddeld tonnage steenachtig BSA / woning 1900-1950
De hoeveelheid steenachtig BSA die vrijkomt bij de sloop van een doorsnee woning, gebouwd in de periode tot 1900 - 1950, rekening houdend met een veranderend materiaalgebruik en veranderde bouwstijl

-
- Gemiddeld tonnage steenachtig BSA / woning >1950
De hoeveelheid steenachtig BSA die vrijkomt bij de sloop van een doorsnee woning, gebouwd in de periode na 1950, rekening houdend met een veranderend materiaalgebruik en veranderde bouwstijl
 - Renovatiefrequentie woningen
De frequentie waarmee woningen gerenoveerd, verbouwd of aangepast worden naar aanleiding van veranderde woonwensen
 - Gemiddelde omvang woningrenovatie
De kosten voor een gemiddelde renovatie, verbouwing of aanpassing
 - Renovatieafval per € 100.000,- omzet
De hoeveelheid steenachtig BSA die gemiddeld vrijkomt bij renovatiewerkzaamheden, gerelateerd aan de kosten voor de renovatie, verbouwing of aanpassing
 - Gemiddelde nieuwbouwkosten woning
De gemiddelde bouwkosten van een doorsnee nieuwbouwwoning
 - Bouwafval per € 100.000,- omzet
De hoeveelheid steenachtig BSA die gemiddeld vrijkomt bij de bouw van een doorsnee woning

Utiliteitsbouw

- Groei in utiliteitssector
De verwachte groei in de ontwikkeling van de utiliteitssector op basis van historische gegevens en CPB-scenario's
- Percentage renovatieafval t.o.v. totaal
Het geschatte percentage steenachtig BSA als gevolg van renovatiewerkzaamheden in de utiliteitsbouw in de totale hoeveelheid steenachtig BSA uit de utiliteitsbouw
- Percentage steenachtig BSA in afval utiliteit
Het percentage steenachtig BSA (m/m) in het totaal aanbod BSA uit de utiliteitssector
- Materialisatiefactor bedrijfsgebouwen
Het volume van gebruikte bouwmaterialen per vierkante meter bedrijfsvloeroppervlak in bedrijfsgebouwen, uitgedrukt in aantal m3 per m2
- Materialisatiefactor kassen
Het volume van gebruikte bouwmaterialen per vierkante meter

bedrijfsvloeroppervlak in kassen, uitgedrukt in aantal m3 per m2

- Materialisatiefactor schuren en stallen
Het volume van gebruikte bouwmaterialen per vierkante meter bedrijfsvloeroppervlak in schuren en stallen, uitgedrukt in aantal m3 per m2
- Materialisatiefactor kantoren
Het volume van gebruikte bouwmaterialen per vierkante meter bedrijfsvloeroppervlak in kantoren, uitgedrukt in aantal m3 per m2
- Materialisatiefactor winkels
Het volume van gebruikte bouwmaterialen per vierkante meter bedrijfsvloeroppervlak in winkels, uitgedrukt in aantal m3 per m2
- Materialisatiefactor onderwijs
Het volume van gebruikte bouwmaterialen per vierkante meter bedrijfsvloeroppervlak in onderwijsgebouwen, uitgedrukt in aantal m3 per m2
- Materialisatiefactor gezondheidszorg
Het volume van gebruikte bouwmaterialen per vierkante meter bedrijfsvloeroppervlak in gebouwen in de gezondheidszorg, uitgedrukt in aantal m3 per m2
- Materialisatiefactor overig
Het volume van gebruikte bouwmaterialen per vierkante meter bedrijfsvloeroppervlak in overige utiliteitsgebouwen, uitgedrukt in aantal m3 per m2
- Soortelijk gewicht anno 2005
Het gemiddeld gewicht van steenachtig BSA in 2005 per volume-eenheid
- Soortelijk gewicht anno 2025
Het te verwachten gemiddeld soortelijk gewicht van steenachtig BSA in 2025, rekening houdend met een toenemend betongehalte
- Percentage nieuwbouw bedrijfshallen ter vervanging
Het deel van de nieuw gebouwde bedrijfshallen dat in plaats komt van oude bedrijfshallen. Het betreft nieuwbouw waaraan sloop vooraf gaat. Deze nieuwbouw leidt niet tot groei van de omvang van de utiliteitssector.
- Percentage nieuwbouw kassen ter vervanging
Het deel van de nieuw gebouwde kassen dat in plaats komt van oude kassen. Het betreft nieuwbouw waaraan sloop vooraf

gaat. Deze nieuwbouw leidt niet tot groei van de omvang van de utiliteitssector.

- Percentage nieuwbouw schuren en stallen ter vervanging
Het deel van de nieuw gebouwde bedrijfshallen dat in plaats komt van oude bedrijfshallen. Het betreft nieuwbouw waaraan sloop vooraf gaat. Deze nieuwbouw leidt niet tot groei van de omvang van de utiliteitssector.
- Percentage nieuwbouw kantoren ter vervanging
Het deel van de nieuw gebouwde kantoren dat in plaats komt van oude kantoren. Het betreft nieuwbouw waaraan sloop vooraf gaat. Deze nieuwbouw leidt niet tot groei van de omvang van de utiliteitssector.
- Percentage nieuwbouw winkels ter vervanging
Het deel van de nieuw gebouwde winkelpanden dat in plaats komt van oude winkelpanden. Het betreft nieuwbouw waaraan sloop vooraf gaat. Deze nieuwbouw leidt niet tot groei van de omvang van de utiliteitssector.
- Percentage nieuwbouw onderwijsgebouwen ter vervanging
Het deel van de nieuw gebouwde onderwijsgebouwen dat in plaats komt van oude onderwijsgebouwen. Het betreft nieuwbouw waaraan sloop vooraf gaat. Deze nieuwbouw leidt niet tot groei van de omvang van de utiliteitssector.
- Percentage nieuwbouw gezondheidssector ter vervanging
Het deel van de nieuwbouw in de gezondheidszorg dat in plaats komt van oude gebouwen in de gezondheidszorg. Het betreft nieuwbouw waaraan sloop vooraf gaat. Deze nieuwbouw leidt niet tot groei van de omvang van de utiliteitssector.
- Percentage nieuwbouw overig ter vervanging
Het deel van de nieuw gebouwde overige panden in de utiliteitssector dat in plaats komt van oude panden in de utiliteitssector. Het betreft nieuwbouw waaraan sloop vooraf gaat. Deze nieuwbouw leidt niet tot groei van de omvang van de utiliteitssector.

GWW-sector

Wegenbouw

- Groei lengte totale Nederlandse wegennet na 2005
Gemiddeld groeipercentage van de lengte van het Nederlandse wegennet als totaal (rijkswegen, provinciale wegen en lokale wegen), gebaseerd op uitvoeringsplannen en CPB-scenario's

-
- Groei lengte Nederlands autosnelwegennet na 2005
Gemiddeld groeipercentage van de lengte van het Nederlandse autosnelwegennet, gebaseerd op uitvoeringsplannen en CPB-scenario's
 - Groei lengte rijkswegennet, niet zijnde autosnelwegen, na 2005
Gemiddelde groeipercentage van de lengte van het Nederlandse rijkswegennet onder aftrek van de autosnelwegen gebaseerd op historische gegevens. Een negatieve groei kan voortkomen uit overdracht van wegen aan lagere overheden.
 - Groei lengte provinciaal wegennet na 2005
Gemiddelde groeipercentage van de lengte van het Nederlandse provinciale wegennet. Een negatieve groei kan voortkomen uit overdracht van bestaande wegen aan andere overheden.
 - Gemiddelde jaarlijkse toename breedte rijkswegen
Aanname voor de gemiddelde toename van de breedte van rijkswegen als gevolg van verbreding van rijstroken, aanleg van extra rijstroken etc.
 - Gemiddelde jaarlijkse toename breedte overige wegen
Aanname voor het gemiddelde groeipercentage voor de breedte van wegen, niet zijnde rijkswegen, als gevolg van verbreding van rijstroken, aanleg van extra rijstroken etc. Aangenomen mag worden dat dit groeipercentage aanmerkelijk lager ligt dan het groeipercentage voor rijkswegen.

Wegen en verhardingen

Per wegtype (rijksweg, provinciale weg en lokale weg) wordt per verhardingstype (asfalt, beton of elementen) aangegeven:

- Dikte toplaag
De gemiddelde dikte van de het betreffende verhardingstype op het betreffende type weg
- Levensduur
De gemiddelde levensduur van het betreffende verhardingstype op het betreffende wegtype
- Percentage verharding
Het percentage van het wegtype dat voorzien is van het betreffende verhardingstype
- Soortelijk gewicht
Het soortelijk gewicht van het verhardingstype

-
- Percentage direct hergebruik
Het percentage van het betreffende verhardingstype dat aan het eind van de levensduur (zonder bewerking) aangewend wordt voor direct hergebruik en derhalve niet in het afvalstadium belandt.

Riolering

- Keramiekgebruik per diameter
Onderverdeling van het keramiekgebruik naar verschillende diameters riolering
- Kunststofgebruik per diameter
Onderverdeling van het kunststofverbruik naar verschillende diameters riolering
- % keramiek t.o.v. totaal 2005
Het percentage riolering dat anno 2005 vervaardigd is uit keramiek
- % beton t.o.v. totaal 2005
Het percentage riolering dat anno 2005 vervaardigd is uit beton
- % kunststof t.o.v. totaal 2005
Het percentage riolering dat anno 2005 vervaardigd is uit kunststof
- Soortelijk gewicht keramiek
Het aantal kilogrammen keramiek per volume-eenheid (kg/m^3)
- Soortelijk gewicht beton
Het aantal kilogrammen beton per volume-eenheid (kg/m^3)
- Levensduur riolering
Inschatting van de gemiddelde termijn waarop een stuk riolering aan vervanging toe is.
- Gebruik kunststof na
Datum waarop het (grootschalig) gebruik van kunststofriolering haar intrede heeft gedaan
- Gebruik keramiek voor
Datum waarop het gestopt is met het grootschalig gebruik van keramiek voor aanleg van nieuwe riolering

Kunstwerken

- Totaal kunstwerken in Nederland anno 2005
Inschatting van de hoeveelheid betonnen kunstwerken in Nederland

-
- Aantal stalen / houten kunstwerken in Nederland anno 2005
Inschatting van de (relevante) hoeveelheid kunstwerken in Nederland vervaardigd uit niet-steenachtig materiaal
 - Gemiddelde omvang kunstwerken (m3)
Inschatting van het gemiddelde materiaalgebruik (steenachtig) per kunstwerk
 - Gemiddelde levensduur kunstwerken
Aanname voor de gemiddelde gebruiksduur van een kunstwerk alvorens over te gaan tot sloop
 - Soortelijk gewicht beton
Het aantal kilogrammen beton per volume-eenheid (kg/m^3)
 - Vervanging staal in kunstwerken door beton vanaf
Aanname voor het jaar waarop het gebruik van staal als hoofdbestanddeel van kunstwerken vervangen is door beton
 - Percentage sloop door verandering gebruikseisen 2005
Het percentage gesloopte kunstwerken dat gesloopt wordt omdat het niet meer voldoet aan de wensen en eisen die verband houden met het gebruik ervan en niet gesloopt wordt omdat het eind van de levensduur bereikt is.

Bouwmaterialenindustrie

- Productie steenachtig BSA a.g.v. productieverlies (constant)
De hoeveelheid steenachtig afval die vrijkomt bij de productie van bouwmaterialen. Omdat de bouwmaterialenindustrie gebaat is bij zo min mogelijk afval (kosten) wordt deze hoeveelheid constant

Bijlage 2: Historisch cement- en betonmortelgebruik per provincie

De hoeveelheid vrijkomend betonpuin per provincie is mede afhankelijk van het historisch gebruik van cement en betonmortel. Vanaf 1980 zijn er cijfers over het gebruik van cement per provincie (met name toegepast in betonmortel, betonproducten en metselmortel) en van betonmortel. Er zijn geen gegevens per provincies bekend bij de Cement & Beton Stichting van 1960 – 1980.

Op basis van gegevens van het CBS, de Cement & Beton Stichting en het gedenkboek “50 jaar betonmortel” kan het volgende historisch beeld geschetst worden:

- Ontwikkeling van het cementgebruik in Mton en productie betonmortel in mln m³ en liters per hoofd van de bevolking in de tijd.
- Procentuele verdeling van het aantal inwoners per provincie (1996) in relatie tot het gebruik van cement en betonmortel

*Ontwikkeling cement- en betonmortelgebruik 1930-1997 (bron:
gedenkboek VOB)*

	cementverbruik in mln ton	Productie betonmortel		aantal nieuwe woningen
		mln m3	liter per hoofd	
1930	1			53.000
1933	0,8			46.000
1936	0,7			30.000
1939*	1,1			36.000
1942*	0,7			8.400
1945	0,3			389
1948	1,2			36.000
1952	1,6	0,07		54.000
1955	2,3	0,13		61.000
1958	2,5	0,46	41	90.000
1961	3,2	2,0	174	80.000
1964	4,4	3,5	285	100.000
1967	4,9	5,0	398	127.000
1970	58	6,6**	507	116.000
1973	6,0	6,7	496	156.000
1976	5,5	6,8***	492	107.000
1979	5,8	7,6	540	88.000
1982	4,7	6,8****	476	122.000
1985	4,6	6,4	441	98.000
1988	5,5	8,1	551	111.000
1991	5,3	7,7	513	84.000
1994	5,4	8,2	536	87.000
1997	5,5	7,9	510	91.000

* 1941: 16% betonwaren, 20% woningbouw, 12% fabrieken, 8% tunnels, 21% diversen, 23% militair

** 1970: Van betonmortel 52% naar woningbouw, 38% utiliteitsbouw, 7% waterwerken, 4% wegenbouw

*** 1976: Van betonmortel 57% naar woningbouw, 33% utiliteitsbouw, 5% waterwerken, 6% wegenbouw,

**** 1982: Van betonmortel 53% naar woningbouw, 31% utiliteitsbouw, 3% waterwerken, 5% wegenbouw, 8% agrarische sector

Uit het historische cement- en betonmortelgebruik blijkt het volgende:

1. In ruim tien jaar (periode 1958 – 1970) is het cementgebruik meer dan verdubbeld. Belangrijkste verklaring hiervoor is de introductie van betonmortel in deze periode. Betonmortel per hoofd van de bevolking is in ruim tien jaar tijd meer dan vertienvoudigd. Deze periode is heel bepalend voor het aandeel beton in het toekomstige bouw- en sloopafval.

-
2. In de periode 1970 – 1982 gaat meer dan 50% betonmortel naar de woningbouw.
 3. *In Bouwwerk 2004/4 staat een analyse van EiB over het aantal sloopwoningen. Hieruit blijkt dat de gemiddelde onttrekkingstijd van een woning is gedaald van 75 jaar in 1985 naar gemiddeld 60 jaar in 2000. In dit artikel wordt opgemerkt dat woningen die na 1950 zijn gebouwd in toenemende mate worden onttrokken aan de woningvoorraad.*

Te verwachten is dat steeds meer woningen worden gesloopt waarin veel betonmortel is toegepast. Het aandeel beton in bouw- en sloopafval zal in een periode van tien jaar sterk toenemen als gevolg van het vertienvoudigde betonmortelgebruik in de periode 1958-1970.
 4. Na 1970 stijgt het aantal liters betonmortel per hoofd bevolking niet meer substantieel. Een verklaring hiervoor kan zijn dat in heel Nederland de gietbouw is geïntroduceerd. De hypothese is dat grootschalige gietbouw eerst in het Westen is geïntroduceerd maar in relatief kort tijdsbestek in heel Nederland. Dit en het feit dat er in het Westen relatief meer gesloopt wordt door meer schaarste aan te bebouwen ruimte en er in het Westen meer bestemmingsveranderingen zijn, verklaart dat het aanbodpuin in het Westen de afgelopen jaren meer beton bevat ten opzichte van het Oosten van Nederland. Op grond van het historisch betonmortelgebruik is te verwachten dat in het Oosten het aanbod betonpuin ook snel zal toenemen.

Verdeling cementgebruik per provincie

Op basis van gegevens van de Cement & Beton Stichting kan een beeld geschetst worden van het historisch cementgebruik in de periode 1980 – 2000. Tevens is voor 1996 weergegeven hoe de bevolking verdeeld is over de provincies en is het betonmortelgebruik in 1982, 1983 en 1984 en 1999 vermeld. (Bron: CBS)

	bevol- king. 1996	cementgebruik in %					betonmortelgebruik in %			
		1980	1985	1990	1995	2000	1982	1983	1984	1999
Groningen	3,6	3	2,4	2,2	2,7	1,9	3,4	3,5	3,6	4
Friesland	4	5	5	5	5,6	5,8	4	3,4	3,2	2
Drente	3	2,4	2	1,4	1,6	0,6	2,1	2	2	2
Overijssel	6,3	7,4	5,9	7,2	5,9	8,7	5,7	5,3	5,9	7
Gelderland	12,1	12,2	10,9	10,4	10,8	9,4	11,3*	10,4*	10,8*	7
Utrecht	6,9	6,4	6,5	6,5	4,5	6	7,6	8,9	9	8
Noord-Holland	15,9	10,3	10,8	12	11,6	17	15,9	17,7	14,9	13
Zuid-Holland	21,5	20,3	20,4	21,6	23,9	23,6	25,9	25,3	24,8	24
Zeeland	2,4	5	4,3	3,8	3,4	1,7	2,5	2,3	2,9	2
Noord-Brabant	14,8	19,3	22,6	21,5	21,6	17,3	13,2	13,8	15,2	20
Limburg	7,3	8,7	9,2	8,4	8,2	8	8,3	7,5	6,6	8
Flevoland	1,8				0,3					3
	100%	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* Inclusief IJsselmeerpolders

Bron: Cement & Beton Stichting + CBS

Uit de regionale verdeling blijkt het volgende:

1. Er is een duidelijke relatie tussen het aantal inwoners en het cement- en betonmortelgebruik. Door de beperkte actieradius wordt betonmortel meestal lokaal toegepast. Cement geleverd aan de betonproductenindustrie wordt toegepast in betonelementen die ook buiten de regio worden afgezet.
2. Provincies met relatief meer cementgebruik dan het aantal inwoners zijn:
 - Noord-Brabant (gemiddeld 20,5% cementgebruik en 14,8% van de bevolking)
 - Limburg (gemiddeld 18,5% cementgebruik en 7,3% van de bevolking)
 - Zeeland (gemiddeld 3,6% cementgebruik en 2,4% van de bevolking)
 - Friesland (gemiddeld 5,3% cementgebruik en 4% van de bevolking)
 - Overijssel (gemiddeld 7,0% cementgebruik en 6,3% van de bevolking)

Dit laat zich verklaren door de aanwezigheid van betonproductenfabrikanten o.a. door het ter plekke beschikbaar komen van grofzand en grind.

De betonmortelproductie komt vrijwel overeen met de procentuele verdeling van de bevolking. In Overijssel en Gelderland iets minder betonmortel ten opzichte van het aandeel in bevolking.

3. Provincies met relatief weinig cementafzet zijn:
- Noord-Holland (gemiddeld 12,3 % cementgebruik en 15,9% van de bevolking)
 - Drenthe (gemiddeld 1,6% cementgebruik en 3% van de bevolking)
 - Utrecht (gemiddeld 6% cementgebruik en 6,9% van de bevolking)

In Drenthe is het betonmortelgebruik circa 2%. Dit is 1% lager dan het aandeel van de bevolking. Deze is 13%. In Utrecht en Noord-Holland komt het betonmortelgebruik vrijwel overeen met de verdeling over de bevolking. Noord-Holland gemiddeld 15,4% betonmortelgebruik en 15,9% van de bevolking. In Utrecht is het betonmortelgebruik relatief iets hoger, gemiddeld 8,4% betonmortelgebruik en 6,9% van de bevolking.

4. In de tijd gezien neemt het cementgebruik in Groningen en Drenthe iets af en in Noord-Holland en Zuid-Holland toe. Dit geldt echter niet voor de afzet van betonmortel.
5. Het cementgebruik en betonmortelgebruik is in Drenthe, Overijssel en Gelderland gemiddeld iets later, 5,8% voor betonmortelgebruik in de periode 1982 – 1999, terwijl in deze provincies in 1996 7,1% van de bevolking woonachtig was. Dit is circa 18% minder dan het aandeel in de bevolking.

Het aantal inwoners is een goede indicator voor het toekomstig aanbod betonpuin. De introductie van betonmortel is relatief snel gebeurd in Nederland. Het gebruik per inwoner is vertienvoudigd in ruim 10 jaar tijd (1958-1970). Verwacht wordt dat het aandeel beton in het Oosten van Nederland in de toekomst slechts 1/5 lager zal zijn dan in het Westen.

Bijlage 3: CPB-scenario's [20]

In haar publicatie 'Vier vergezichten op Nederland' onderscheidt het CPB vier scenario's voor de toekomstige ontwikkeling van Nederland. Deze vier scenario's zijn afhankelijk van de mate waarin landen bereid en in staat zijn om internationaal samen te werken alsmede van de wijze waarop de hervorming van de collectieve sector gestalte wordt gegeven. De volgende vier scenario's worden onderscheiden:

Algemeen

- **Regional Communities.** In dit scenario hechten landen sterk aan hun eigen soevereiniteit waardoor de Europese Unie er niet in slaagt om institutionele hervormingen door te voeren. Ook internationale handelsliberatie komt niet van de grond, waardoor de wereld uiteenvalt in een aantal handelblokken. Internationale milieuvraagstukken worden niet aangepakt. Toch is de milieudruk relatief laag vanwege de lage economische groei. Er zijn nauwelijks hervormingen van de collectieve sector. Collectieve regelingen blijven in stand waarbij de nadruk ligt op gelijkmatige inkomensverdeling en solidariteit. Door het gebrek aan prikkels in de sociale zekerheid en de hoge belasting- en premietarieven is de arbeidsparticipatie relatief laag en de werkloosheid hoog. Gebrek aan concurrentie remt de noodzaak voor bedrijven om te innoveren. De verbrokkelde markten belemmeren de snelle verspreiding van kennis en de kleine inkomensverschillen leiden tot een matige stimulans voor het opbouwen van menselijk kapitaal. De jaarlijkse arbeidsproductiviteitstijging en economische groei zijn gering.
- **Strong Europe.** In dit scenario is er veel aandacht voor internationale samenwerking. De Europese instituties worden succesvol hervormd en landen geven een deel van hun soevereiniteit op. Daarmee wordt Europa een belangrijke speler op het economische en politieke wereldtoneel. Dit maakt het mogelijk internationale milieuvraagstukken gecoördineerd aan te pakken. Europa doet enige concessies aan de VS die daarna het Kyoto-verdrag ratificeren. Turkije treedt toe tot de Europese Unie. Het sociaal-economisch beleid is net als in Regional Communities gericht op solidariteit en een gelijkmatige inkomensverdeling, al vinden er wel enige hervormingen plaats. Door deze hervormingen, door hoge investeringen in onderwijs en onderzoek, en door de grotere markt komt de groei van de arbeidsproductiviteit hoger uit dan in Regional Communities. Ook de economische groei is in dit scenario hoger.
- **Transatlantic Market.** In dit scenario wordt de uitbreiding van de Europese Unie geen politiek succes. Daarvoor hechten landen teveel aan hun soevereiniteit en lossen problemen op nationaal niveau op. Wel vindt een vergaande handelsliberalisatie plaats tussen de Verenigde Staten en Europa, waardoor op termijn een nieuwe interne markt ontstaat. Het scenario kenmerkt zich door een overheid die de eigen verantwoordelijkheid van burgers benadrukt.

De verzorgingsstaat wordt ingeperkt en publieke voorzieningen worden versoerd. Hierdoor neemt de inkomensongelijkheid toe. Door het afnemen van de macht van de vakbonden wordt de arbeidsmarkt flexibeler. De versoering van de sociale zekerheid verhoogt de arbeidsparticipatie, de internationale concurrentie verhoogt de prikkel om te innoveren, en de grote inkomensverschillen maken studeren aantrekkelijk. De groei van de arbeidsproductiviteit en de economische groei zijn hoog. Grensoverschrijdende milieuvraagstukken worden niet opgepakt, maar de hogere welvaart leidt wel tot lokale milieu-investeringen gericht op bijvoorbeeld geluids- en stankoverlast en onderhoud van natuur.

- Global Economy: In dit scenario breidt de EU zich nog verder naar het oosten uit. Naast Turkije worden ook landen als Oekraïne lid. De WTO-onderhandelingen zijn succesvol, en de internationale handel vaart er wel bij. Politieke integratie komt echter niet van de grond. Internationale samenwerking op andere gebieden dan handelsvraagstukken mislukt. Net als in Transatlantic Market is in dit scenario sprake van een overheid die de eigen verantwoordelijkheid van burgers benadrukt. Vergeleken met Transatlantic Market krijgt de groei van de arbeidsproductiviteit nog een extra stimulans door de sterke wereldwijde economische integratie. De groei van de materiële welvaart is dan ook het hoogst in dit scenario. Net als in Transatlantic Market komt er geen overeenkomst voor de aanpak van grensoverschrijdende milieuvraagstukken. Dit en de wereldwijde hoge economische groei leiden tot forse milieuvervuiling. Wel leidt hogere welvaart ook hier tot lokale milieu-initiatieven.

De beschreven scenario's schetsen consistente beelden van toekomstige economische ontwikkelingen voor Nederland. Voor veel grootheden bestaat er een grote bandbreedte tussen de scenario's hetgeen vooral zichtbaar is bij de uitkomsten in niveaus voor 2040. De gecumuleerde groei van het BBP per hoofd varieert tussen 30% en 120%. De scenario's met een hogere economische groei kennen echter tevens een hogere mate van ongelijkheid en minder aandacht voor grensoverschrijdende milieuvraagstukken.

Op het gebied van bevolking en werkgelegenheid neemt de vergrijzing een centrale plaats in in alle scenario's. Dit vereist een sterke toename van de overdrachten van actieven naar niet-actieven. Groei van de arbeidsparticipatie verbreedt de grondslag voor heffing van belastingen en premies wat een deel van de collectieven kosten van vergrijzing kan dekken. Een toename van de participatie is met name mogelijk bij vrouwen en ouderen.

Het is te verwachten dat de groei van de Nederlandse economie gemiddeld ongeveer overeenkomt met die in de EU-15.

De verdeling van werkgelegenheid over bedrijfstakken zal sterk blijven verschuiven, met name van de landbouw en de industrie naar de diensten en zorg. Dit vergt een forse aanpassing van de Nederlandse

economie. Deze aanpassing is echter niet nieuw. Het is een voortzetting van een proces dat al decennia lang aan de gang is.

De belangrijkste uitkomsten van de vier scenario's in cijfers [20]

	1971-2001	Regional Communi- ties 2002-2040	Strong Europe 2002-2040	Trans- atlantic Market 2002-2040	Global Economy 2002-2040
Mutaties per jaar in %					
Bevolking	0,7	0,0	0,4	0,2	0,5
Arbeidsaanbod	1,1	-0,4	0,1	0,0	0,4
Werkgelegenheid	0,9	-0,5	0,1	0,0	0,4
Arbeidsproductiviteit	1,9	1,2	1,5	1,9	2,1
Volume BBP (marktprijzen)	2,6	0,7	1,6	1,9	2,6
BBP per hoofd	1,9	0,7	1,2	1,7	2,1
Gemiddeld niveau in % beroepsbevolking					
Werkloze beroepsbevolking	5,5	7,3	5,7	4,6	4,1
Niveaus eindjaar					
Collectieve uitgavenquote (% BBP)	42	51	47	38	36

Woningbouw

De woningbouw is sterk afhankelijk van de ontwikkeling van het aantal huishoudens. In de periode 1971-2001 groeide de bevolking met gemiddeld 0,7% per jaar, in de scenario's is de gemiddelde bevolkingsgroei tot 2040 belangrijk lager. Deze groei varieert van 0% in Regional Communities tot 0,5% in Global Economy. De groei van het aantal huishoudens is hoger dan de groei van de bevolking vanwege vergrijzing en individualisering. De consumptie van woondiensten hangt naast de ontwikkeling van het aantal huishoudens ook af van het stijgende inkomenspeil, waardoor de vraag stijgt naar een hogere kwaliteit in het algemeen en naar koopwoningen in het bijzonder. In Regional Communities is door de geringe stijging van het aantal huishoudens en de lage inkomensgroei de groei van woondiensten gemiddeld slechts 0,5% per jaar. In de andere scenario's is de consumptiegroei hoger. In Global Economy stijgt het aantal huishoudens met 1% per jaar en neemt de consumptie van woondiensten met 1,6% per jaar toe. Deze groei is niet constant binnen de scenarioperiode omdat de groei van de bevolking en de effecten van de vergrijzing variëren in de tijd.

Utiliteitsbouw

De investeringen in (kantoor)gebouwen zijn laag vanwege de geringe groei van het aantal werknemers. De werkgelegenheid groeit in alle scenario's minder hard dan in het verleden. Ondanks kwaliteitsverbeteringen zal de groei van investeringen in gebouwen

lager zijn dan de groei van het BBP. Ten opzichte van het niveau in 2001 zullen de investeringen in bedrijfsgebouwen dan ook dalen. Uitzondering is het scenario Global Economy waar de investeringen een lichte stijging vertonen vanwege de hoge economische groei.

Ontwikkelingen in de bouw en onroerend goed in cijfers [20]

	Regional Communities 2002-2040	Strong Europe 2002- 2040	Transatlantic Market 2002-2040	Global Economy 2002-2040
Mutaties per jaar in %				
Bevolking	0,0	0,4	0,2	0,5
Huishoudens	0,1	0,6	0,6	1,0
Volume woondiensten	0,5	0,8	1,0	1,6
Volume investeringen in woningen	-2,0	0,4	0,7	2,2
Volume investeringen in gebouwen	-2,7	-1,0	-0,7	0,6

Overheid

In 2001 was de overheid verantwoordelijk voor 10,5% van het Nederlandse BBP. In de twee scenario's met een belangrijke rol voor collectieve voorzieningen (Regional Communities en Strong Europe) is dit in 2040 gegroeid tot ongeveer 12%. In de andere twee scenario's (Transatlantic Market en Global Economy) wordt veel meer overgelaten aan het particuliere initiatief. In deze scenario's krimpt de overheid tot ca. 8% van het BBP.

Overheid is de verzamelnaam voor activiteiten van de collectieve sector op het terrein van defensie (1% BBP in 2001), onderwijs (4% BBP in 2001) en openbaar bestuur (6% BBP in 2001). Openbaar bestuur omvat een breed scala aan activiteiten. De voornaamste activiteiten zijn uitvoerende taken zoals politie, justitie, aanleg en onderhoud van wegen, het innen van belastingen en premies en het verstrekken van uitkeringen en subsidies.

De afgelopen veertig jaar is de overheid iets sneller gegroeid dan de rest van de economie. De omvang van het openbaar bestuur groeide de afgelopen twintig jaar ongeveer evenveel als het BBP.

De productiviteit van de overheid is lastig te meten.

Productiviteitsstijgingen zijn relatief moeilijk te realiseren voor arbeidsintensieve diensten (onderwijs, politie, justitie). Als gevolg van beperkte productiviteitsstijgingen worden deze diensten per eenheid product relatief duur.

De komende veertig jaar zal de productiviteitsontwikkeling van de overheid vermoedelijk achter blijven bij de algemene productiviteitsontwikkeling. In de twee scenario's met een relatief hoge algemene productiviteitsstijging zoals Transatlantic Market en Global

Economy zal ook de productiviteit van de overheid wat hoger zijn. De stijging van de arbeidsproductiviteit zal vooral tot stand komen bij meer administratieve onderdelen van de overheidsactiviteiten.

Kerngegevens van de overheid in cijfers [20]

	2001	Regional Commu- nities 2040	Strong Europe 2040	Trans- atlantic Market 2040	Global Economy 2040
		Niveaus eindjaar			
Toegevoegde waarde					
Overheid als % BBP	10,5	12,7	11,4	8,3	8,1

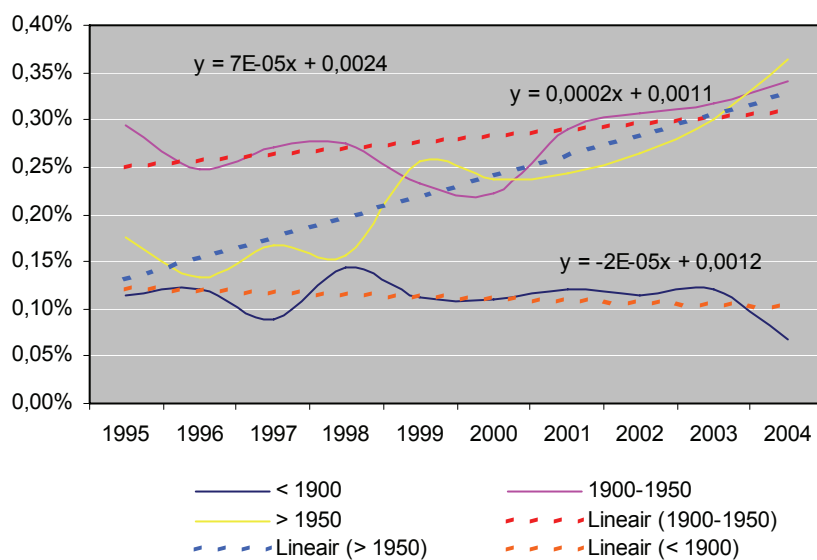
Bijlage 4: Berekeningen woningbouwsector

Recente historie sloopcijfers – Aantallen gesloopte woningen per landsdeel en bouwperiode [17]

	Totaal	Verdeling gesloopte woningen naar bouwjaarklasse						
		Voor 1851	1851-1875	1876-1900	1901-1925	1926-1950	1951-1975	1976 en later
1995	13.691	82	45	1.501	4.403	2.844	4.491	325
Noord-Nederland	1.925	15	11	187	358	379	912	63
Oost-Nederland	2.269	14	4	268	434	382	1.116	51
West-Nederland	7.501	34	20	881	3.078	1.604	1.791	93
Zuid-Nederland	1.996	19	10	165	533	479	672	118
1996	11.513	108	26	1.580	3.163	2.953	3.336	347
Noord-Nederland	1.669	14	7	159	491	457	488	53
Oost-Nederland	2.358	34	4	449	556	591	638	86
West-Nederland	5.590	34	7	841	1.839	1.240	1.493	136
Zuid-Nederland	1.896	26	8	131	277	665	717	72
1997	12.527	63	32	1.149	3.895	2.782	4.182	424
Noord-Nederland	1.388	10	5	155	241	353	516	108
Oost-Nederland	2.127	3	5	413	337	495	707	167
West-Nederland	7.228	16	16	446	2.952	1.307	2.375	116
Zuid-Nederland	1.784	34	6	135	365	627	584	33
1998	13.098	87	45	1.894	3.663	3.118	4.073	218
Noord-Nederland	1.942	3	8	172	432	575	739	13
Oost-Nederland	1.742	8	8	270	582	454	370	50
West-Nederland	7.979	21	16	1.287	2.371	1.704	2.476	104
Zuid-Nederland	1.435	55	13	165	278	385	488	51
1999	14.354	62	37	1.495	3.188	2.531	6.751	290
Noord-Nederland	2.750	10	4	133	317	388	1.868	30
Oost-Nederland	2.034	7	5	192	704	398	660	68
West-Nederland	7.279	20	17	1.001	1.820	1.376	2.964	81
Zuid-Nederland	2.291	25	11	169	347	369	1.259	111
2000	13.529	85	30	1.435	3.034	2.456	6.038	451
Noord-Nederland	1.698	6	4	104	227	415	908	34
Oost-Nederland	1.808	8	3	200	452	503	596	46
West-Nederland	8.635	32	14	1.035	2.150	1.237	3.894	273
Zuid-Nederland	1.388	39	9	96	205	301	640	98
2001	15.555	53	45	1.616	3.595	3.540	5.792	914
Noord-Nederland	3.437	6	4	127	371	960	1.894	75
Oost-Nederland	2.409	3	4	160	484	647	656	455
West-Nederland	7.619	30	30	1.206	2.431	1.348	2.314	260
Zuid-Nederland	2.090	14	7	123	309	585	928	124
2002	16.408	52	31	1.526	3.190	4.363	6.727	519
Noord-Nederland	2.280	8	3	91	227	555	1.315	81
Oost-Nederland	2.816	5	2	88	317	1.257	1.024	123
West-Nederland	8.727	25	19	1.270	2.028	1.867	3.310	208
Zuid-Nederland	2.585	14	7	77	618	684	1.078	107

	Totaal	Verdeling gesloopte woningen naar bouwjaarklasse						
		Voor 1851	1851-1875	1876-1900	1901-1925	1926-1950	1951-1975	1976 en later
2003	17.763	23	38	1.639	3.833	3.990	7.638	602
Noord-Nederland	2.231	1	2	107	332	502	1.211	76
Oost-Nederland	2.651	3	1	147	591	1.043	817	49
West-Nederland	10.007	13	30	1.328	2.313	1.973	4.020	330
Zuid-Nederland	2.874	6	5	57	597	472	1.590	147
2004	19.313	71	27	859	3.363	5.020	9.141	832
Noord-Nederland	2.552	13	1	115	366	570	1.358	129
Oost-Nederland	2.687	10	11	161	438	909	1.004	154
West-Nederland	10.704	17	9	522	1.857	2.522	5.511	266
Zuid-Nederland	3.370	31	6	61	702	1.019	1.268	283

*Grafische weergave recente slooptontwikkeling woningbouw
Recente historie sloopcijfers – Verdeling huur- / koopwoningen*



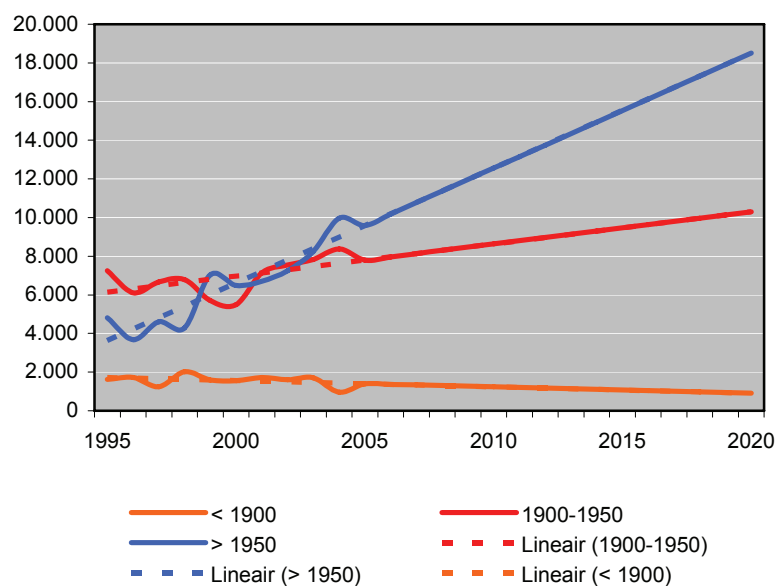
Recente historie sloopcijfers – Verdeling huur- / koopwoningen

Regio's	Periode	Vermindering huur	Vermindering eigen	Totaal
Nederland	1995	9.605	4.083	13.688
	1996	7.542	3.971	11.513
	1997	8.998	3.529	12.527
	1998	8.520	4.578	13.098
	1999	10.390	3.964	14.354
	2000	9.759	3.769	13.528
	2001	11.096	4.459	15.555
	2002	11.952	4.458	16.410
	2003	12.706	5.057	17.763
	2004	14.201	5.112	19.313

Extrapolatie aantal sloopwoningen per bouwperiode in relatie tot de voorraad

Periode	< 1900	1900-1950	> 1950	totaal
Voorraad	1.430.000	2.528.000	2.805.000	6.763.000
1995	1.628	7.247	4.816	13.691
1996	1.714	6.116	3.683	11.513
1997	1.244	6.677	4.606	12.527
1998	2.026	6.781	4.291	13.098
1999	1.594	5.719	7.041	14.354
2000	1.550	5.490	6.489	13.529
2001	1.714	7.135	6.706	15.555
2002	1.609	7.553	7.246	16.408
2003	1.700	7.823	8.240	17.763
2004	957	8.383	9.973	19.313
2005	1.397	7.805	9.583	18.785
2006	1.365	7.971	10.178	19.514
2007	1.333	8.137	10.773	20.243
2008	1.301	8.303	11.368	20.972
2009	1.269	8.469	11.963	21.701
2010	1.237	8.635	12.558	22.430
2011	1.205	8.801	13.154	23.160
2012	1.173	8.967	13.749	23.889
2013	1.141	9.133	14.344	24.618
2014	1.109	9.299	14.939	25.347
2015	1.076	9.465	15.534	26.076
2016	1.044	9.631	16.130	26.805
2017	1.012	9.797	16.725	27.534
2018	980	9.963	17.320	28.263
2019	948	10.129	17.915	28.992
2020	916	10.295	18.510	29.721

Grafische weergave extrapolatie aantal sloopwoningen per bouwperiode



*Extrapolatie van de ontwikkeling van de woningvoorraad naar
bouwperiode*

	Voorraad				Gesloopt aandeel van de voorraad			
	< 1900	1900-1950	> 1950	totaal	< 1900	1900-1950	> 1950	totaal
1995	1.415.892	2.466.323	2.746.725	6.628.940	0,11%	0,29%	0,18%	0,21%
1996	1.417.606	2.472.439	2.750.408	6.640.453	0,12%	0,25%	0,13%	0,17%
1997	1.418.850	2.479.116	2.755.014	6.652.980	0,09%	0,27%	0,17%	0,19%
1998	1.420.876	2.485.897	2.759.305	6.666.078	0,14%	0,27%	0,16%	0,20%
1999	1.422.470	2.491.616	2.766.346	6.680.432	0,11%	0,23%	0,26%	0,22%
2000	1.424.020	2.497.106	2.772.835	6.693.961	0,11%	0,22%	0,24%	0,20%
2001	1.425.734	2.504.241	2.779.541	6.709.516	0,12%	0,29%	0,24%	0,23%
2002	1.427.343	2.511.794	2.786.787	6.725.924	0,11%	0,31%	0,26%	0,25%
2003	1.429.043	2.519.617	2.795.027	6.743.687	0,12%	0,32%	0,30%	0,27%
2004	1.430.000	2.528.000	2.805.000	6.763.000	0,07%	0,34%	0,36%	0,29%
2005	1.428.603	2.520.195	2.865.417	6.814.215	0,10%	0,32%	0,35%	0,28%
2006	1.427.238	2.512.223	2.925.240	6.864.701	0,10%	0,32%	0,37%	0,29%
2007	1.425.905	2.504.086	2.984.467	6.914.458	0,09%	0,33%	0,39%	0,31%
2008	1.424.604	2.495.783	3.043.099	6.963.485	0,09%	0,34%	0,41%	0,32%
2009	1.423.335	2.487.314	3.101.135	7.011.784	0,09%	0,34%	0,44%	0,33%
2010	1.422.098	2.478.679	3.158.577	7.059.353	0,09%	0,35%	0,46%	0,34%
2011	1.420.893	2.469.877	3.215.423	7.106.194	0,09%	0,36%	0,48%	0,35%
2012	1.419.720	2.460.910	3.271.674	7.152.305	0,08%	0,36%	0,50%	0,36%
2013	1.418.580	2.451.777	3.327.330	7.197.687	0,08%	0,37%	0,52%	0,37%
2014	1.417.471	2.442.478	3.382.391	7.242.341	0,08%	0,38%	0,54%	0,38%
2015	1.416.395	2.433.013	3.436.857	7.286.265	0,08%	0,38%	0,57%	0,39%
2016	1.415.350	2.423.382	3.490.727	7.329.460	0,07%	0,39%	0,59%	0,40%
2017	1.414.338	2.413.585	3.544.002	7.371.925	0,07%	0,40%	0,61%	0,42%
2018	1.413.358	2.403.622	3.596.683	7.413.662	0,07%	0,40%	0,63%	0,43%
2019	1.412.410	2.393.493	3.648.767	7.454.670	0,07%	0,41%	0,65%	0,44%
2020	1.411.494	2.383.198	3.700.257	7.494.949	0,06%	0,42%	0,67%	0,45%

*Berekening hoeveelheid BSA per woning per bouwperiode a.d.h.v.
historisch materiaalgebruik*

Bouwperiode		< 1900		1900-1950		> 1950	
Woningtype		EG	MG	EG	MG	EG	MG
Verhouding EG / MG*		0,25	0,75	0,25	0,75	0,2	0,8
kenmerken	grootte (oppervlakt vloeren)	80-120	50-70	70-90	50-70	80-100	
	hout	hout	hout	hout/baksteen/beton	beton	beton	beton
	bouwmuuren	baksteen	baksteen	baksteen	baksteen	baksteen/kzsteen/beton	beton
	gevels	baksteen	baksteen	baksteen	baksteen	baksteen/pui	pui
	fundering	baksteen	baksteen	baksteen	baksteen	beton	beton
	dak	pannen	pannen/plat	pannen/plat	pannen/plat	(beton)pannen	beton
	aantal verdiepingen		4		4		5
maten	gevelbreedte hoh	5,1	5,4	5,1	7	5,4	6
	diepte	9	10	9	10	9	10
	verd.hoogte	2,8	2,8	2,6	2,6	2,5	2,5
	bouwlagen	2	1	2	1	2	1
	dikte vloeren			0,2	0,2	0,25	0,25
	dikte bouwmuuren	0,22	0,22	0,22	0,22	0,3	0,25
	dikte gevel (excl. spouw)	0,23	0,23	0,25	0,25	0,27	0,27
	scheidingwandjes (m²)	45,9	27	45,9	35	48,6	30
	dikte fundering	0,33	0,33	0,33	0,33	0,3	0,3
	dak	68,85	13,5	68,85	17,5	72,9	12
woninggrootte (m² bvo)	opp	92	54	92	70	97	60
	inh	257	151	239	182	243	150
materialisatie	beton (m3)	0,0	0,0	3,7	2,8	34,3	59,4
	baksteen (m3)	37,0	18,0	36,3	20,8	14,6	8,1
	kalkzandsteen (m3)	0	0	0	0	6,8	0
	gips (m3)	0	0	0	0	4,4	2,7
materialisatie gemiddeld		< 1900	1900-1950	> 1950			
	beton (m3)	0,00	3,02	54,34			
	baksteen (m3)	22,72	24,69	9,40			
	kalkzandsteen (m3)	0,00	0,00	1,35			
	gips (m3)	0,00	0,00	3,03			

* EG = eengezinswoning, MG = meergezinswoning

Ontwikkeling in de samenstelling van steenachtig BSA op basis van extrapolatie

	Beton (m3)	Baksteen (m3)	Kalkzandsteen (m3)	Gips (m3)
1995	283.563	261.176	6.502	14.616
1996	218.585	224.559	4.972	11.177
1997	270.432	236.404	6.218	13.978
1998	253.629	253.780	5.793	13.022
1999	399.854	243.582	9.505	21.368
2000	369.168	231.741	8.760	19.693
2001	385.924	278.123	9.053	20.351
2002	416.528	291.132	9.782	21.990
2003	471.355	309.205	11.124	25.007
2004	567.213	322.433	13.464	30.266
2005	544.255	314.503	12.936	29.081
2006	577.096	323.464	13.740	30.887
2007	609.938	332.426	14.543	32.694
2008	642.780	341.388	15.347	34.500
2009	675.622	350.350	16.150	36.306
2010	708.464	359.311	16.954	38.112
2011	741.305	368.273	17.757	39.919
2012	774.147	377.235	18.561	41.725
2013	806.989	386.196	19.364	43.531
2014	839.831	395.158	20.168	45.337
2015	872.673	404.120	20.971	47.144
2016	905.515	413.082	21.775	48.950
2017	938.356	422.043	22.578	50.756
2018	971.198	431.005	23.382	52.562
2019	1.004.040	439.967	24.185	54.369
2020	1.036.882	448.929	24.989	56.175
2020/2004	183%	139%	186%	186%

Bijlage 5: Berekening omvang steenachtig BSA-potentieel a.g.v. riolering (excl. putten e.d.)

Netwerk, excl. putten en voorzieningen

Vrijverval 80.350 km

Druk / pers 20.500 km

Buiten beschouwing (niet-steenachtig)

Totaal 100.850 km

Materiaalgebruik vrijvervalstelsel

Beton 72% = 57.852 km

Kunststof 25% = 20.088 km

Keramik 3% = 2.411 km

Uitgangspunt

Alles t/m 250 mm bestaat uit kunststof. Het resterende deel valt voor 90% in 300 mm en 10% in 400 mm

Keramik en overig geheel in 300 mm

Opbouw vrijvervalstelsel

	Lengte per buis (m)	Gewicht (kg)	Gewicht per meter	Gegeven km's	Materiaalgebruik		Potentieel (ton)
t/m 250 mm	Nvt	Nvt	Nvt	19.000	Beton	0	
					Kunststof	19.000	Nvt
					Keramik en overig	0	
300 mm	2,5	420	168	28.000	Beton	24.611	4.134.606
					Kunststof	979	Nvt
					Keramik en overig	2.411	404.964
400 mm	2,5	600	240	14.000	Beton	13.891	3.333.900
					Kunststof	109	Nvt
					Keramik en overig	0	0
500 mm	2,5	815	326	8.000	Beton	8.000	2.608.000
					Kunststof	0	Nvt
					Keramik en overig	0	0
600 mm	2,5	1150	460	4.000	Beton	4.000	1.840.000
					Kunststof	0	Nvt
					Keramik en overig	0	0
700 mm	3	1782	594	1.700	Beton	1.700	1.009.800
					Kunststof	0	Nvt
					Keramik en overig	0	0
800 mm	3	2220	740	2.000	Beton	2.000	1.480.000
					Kunststof	0	Nvt
					Keramik en overig	0	0
900 mm	3	2700	900	900	Beton	900	810.000
					Kunststof	0	Nvt
					Keramik en overig	0	0
1000 mm	3	3540	1180	1.200	Beton	1.200	1.416.000
					Kunststof	0	Nvt
					Keramik en overig	0	0
1100 + mm (1600 mm doorsnee)	3	7200	2400	1.300	Beton	1.300	3.120.000
					Kunststof	0	Nvt
					Keramik en overig	0	0
							20.157.270

Bijlage 6: Berekening meerkosten productie toeslagmateriaal voor beton in verschillende situaties

Meerkostenberekening bij verschillende productievolumes en verschillende graderingen

Uitgangspunten	Jaarproductie (ton) Dagproductie (ton)	Korrelgroep	bovenmaat < 20 mm					
		Bewerking	droog			nat		
		Afzet 0-4 mm fractie	betonbouw	wegenbouw	onbruikbaar	betonbouw	wegenbouw	onbruikbaar
200.000	1.000							
Aspecten	Invloeden	Aannames						
1) Toepassing ander zeefdek	Productieafname grove bovenmaat (<20 mm)	60%	€ 0,43	€ 0,43	€ 0,43	€ 0,43	€ 0,43	€ 0,43
	Productieafname grove bovenmaat (>20 mm)	40%						
	Bemannings breekinstallatie	2						
	Uurtarief operator	€ 30,00						
	Uurtarief laadschop + machinist	€ 60,00						
	Draaiuren / dag	8						
2) Investering dubbeldeks zeef	Aanschaf	€ 100.000	€ 0,10	€ 0,10	€ 0,10	€ 0,10	€ 0,10	€ 0,10
	Afschrijving (jaren)	5						
3) Afscheiden extra verontreiniging	Investering was- of luchtscheiding	€ 100.000	€ 0,10	€ 0,10	€ 0,10	€ 0,10	€ 0,10	€ 0,10
	Afschrijving (jaren)	5						
4) Afvoer extra verontreiniging (residu)	Normstelling BRL voor 0-40 0,0-0,5%		€ 0,38	€ 0,38	€ 0,38	€ 0,75	€ 0,75	€ 0,75
	Gemiddeld gehalte niet steenachtig	0,25%						
	Tonsprijs extra verontreiniging	€ 150,00						
	Massatoename bij natte scheiding	200%						
5) Proceswaterreiniging natte scheiding	Investering voorziening	€ 100.000				€ 0,10	€ 0,10	€ 0,10
	Afschrijving (jaren)	5						
6) Algemene kosten per ton	Extra terrein (5000 m2) / jr.	€ 125.000	€ 0,63	€ 0,63	€ 0,63	€ 0,63	€ 0,63	€ 0,63
	Overheadkosten	€ 10.000	€ 0,05	€ 0,05	€ 0,05	€ 0,05	€ 0,05	€ 0,05
	Extra keuringskosten	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25
7) Afzetkosten 0-4 mm	Normstelling BRL voor 0-40 40-70%							
	Gemiddeld gehalte 0-4 mm	50%						
	Inkomstenderving 0-40	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00
	Afzet als fijn toeslagmateriaal	€ 6,00	€ 6,00			€ 6,00		
	Afzet in de wegenbouw + transport	€ 4,00		€ 4,00			€ 4,00	
	Verdere bewerking (reinigen / classificeren)	€ 8,00			€ 8,00			€ 8,00
8) Extra opbrengst	Afhaaltarief	€ 9,50	€ 9,50	€ 9,50	€ 9,50	€ 9,50	€ 9,50	€ 9,50
Totaal meerkosten			€ 12,57	€ 2,57	€ 1,43	€ 12,09	€ 2,09	€ 1,91

Uitgangspunten Jaarproductie (ton) Dagproductie (ton)	100.000 1.000	Korrelgroep	bovenmaat < 20 mm					
		Bewerking	droog			nat		
		Afzet 0-4 mm fractie	betonbouw	wegenbouw	onbruikbaar	betonbouw	wegenbouw	onbruikbaar
Aspecten	Invloeden	Aannames						
1) Toepassing ander zeefdek	Productieafname grove bovenmaat (<20 mm)	60%	€ 0,43	€ 0,43	€ 0,43	€ 0,43	€ 0,43	€ 0,43
	Productieafname grove bovenmaat (>20 mm)	40%						
	Bemanning breekinstallatie	2						
	Uurtarief operator	€ 30,00						
	Uurtarief laadschop + machinist	€ 60,00						
	Draaiuren / dag	8						
2) Investering dubbeldeks zeef	Aanschaf	€ 100.000	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20
	Afschrijving (jaren)	5						
3) Afscheiden extra verontreiniging	Investering was- of luchtscheiding	€ 100.000	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20
	Afschrijving (jaren)	5						
4) Afvoer extra verontreiniging (residu)	Normstelling BRL voor 0-40 0,0-0,5%		€ 0,38	€ 0,38	€ 0,38	€ 0,75	€ 0,75	€ 0,75
	Gemiddeld gehalte niet steenachtig	0,25%						
	Tonsprijs extra verontreiniging	€ 150,00						
	Massatoename bij natte scheiding	200%						
5) Proceswaterreiniging natte scheiding	Investering voorziening	€ 100.000				€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20
	Afschrijving (jaren)	5						
6) Algemene kosten per ton	Extra terrein (5000 m2) / jr.	€ 125.000	€ 1,25	€ 1,25	€ 1,25	€ 1,25	€ 1,25	€ 1,25
	Overheadkosten	€ 10.000	€ 0,10	€ 0,10	€ 0,10	€ 0,10	€ 0,10	€ 0,10
	Extra keuringskosten	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25
7) Afzetkosten 0-4 mm	Normstelling BRL voor 0-40 40-70%							
	Gemiddeld gehalte 0-4 mm	50%						
	Inkomstenderving 0-40	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00
	Afzet als fijn toeslagmateriaal	€ 6,00-	€ 6,00-			€ 6,00-		
	Afzet in de wegenbouw + transport	€ 4,00		€ 4,00			€ 4,00	
	Verdere bewerking (reinigen / classificeren)	€ 8,00			€ 8,00			€ 8,00
8) Extra opbrengst	Afhaaltarief	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-
Totaal meerkosten			€ 11,69-	€ 1,69-	€ 2,31	€ 11,12-	€ 1,12-	€ 2,88

Uitgangspunten Jaarproductie (ton) Dagproductie (ton)	50.000 500	Korrelgroep	bovenmaat < 20 mm					
		Bewerking	droog			nat		
		Afzet 0-4 mm fractie	betonbouw	wegenbouw	onbruikbaar	betonbouw	wegenbouw	onbruikbaar
Aspecten	Invloeden	Aannames						
1) Toepassing ander zeefdek	Productieafname grove bovenmaat (<20 mm)	60%	€ 0,86	€ 0,86	€ 0,86	€ 0,86	€ 0,86	€ 0,86
	Productieafname grove bovenmaat (>20 mm)	40%						
	Bemanning breekinstallatie	2						
	Uurtarief operator	€ 30,00						
	Uurtarief laadschop + machinist	€ 60,00						
	Draaiuren / dag	8						
2) Investering dubbeldeks zeef	Aanschaf	€ 100.000	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40
	Afschrijving (jaren)	5						
3) Afscheiden extra verontreiniging	Investering was- of luchtscheiding	€ 100.000	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40
	Afschrijving (jaren)	5						
4) Afvoer extra verontreiniging (residu)	Normstelling BRL voor 0-40 0,0-0,5%		€ 0,38	€ 0,38	€ 0,38	€ 0,75	€ 0,75	€ 0,75
	Gemiddeld gehalte niet steenachtig	0,25%						
	Tonsprijs extra verontreiniging	€ 150,00						
	Massatoename bij natte scheiding	200%						
5) Proceswaterreiniging natte scheiding	Investering voorziening	€ 100.000				€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40
	Afschrijving (jaren)	5						
6) Algemene kosten per ton	Extra terrein (5000 m2) / jr.	€ 125.000	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50
	Overheadkosten	€ 10.000	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20
	Extra keuringskosten	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25
7) Afzetkosten 0-4 mm	Normstelling BRL voor 0-40 40-70%							
	Gemiddeld gehalte 0-4 mm	50%						
	Inkomstenderving 0-40	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00
	Afzet als fijn toeslagmateriaal	€ 6,00-	€ 6,00-			€ 6,00-		
	Afzet in de wegenbouw + transport	€ 4,00		€ 4,00			€ 4,00	
	Verdere bewerking (reinigen / classificeren)	€ 8,00			€ 8,00			€ 8,00
8) Extra opbrengst	Afhaaltarief	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-
Totaal meerkosten			€ 9,51-	€ 0,49	€ 4,49	€ 8,74-	€ 1,26	€ 5,26

Uitgangspunten Jaarproductie (ton) Dagproductie (ton)	200.000 1.000	Korrelgroep	bovenmaat > 20 mm					
		Bewerking	droog			nat		
		Afzet 0-4 mm fractie	betonbouw	wegenbouw	onbruikbaar	betonbouw	wegenbouw	onbruikbaar
Aspecten	Invloeden	Aannames						
1) Toepassing ander zeefdek	Productieafname grove bovenmaat (<20 mm)	60%	€ 0,58	€ 0,58	€ 0,58	€ 0,58	€ 0,58	€ 0,58
	Productieafname grove bovenmaat (>20 mm)	40%						
	Bemanning breekinstallatie	2						
	Uurtarief operator	€ 30,00						
	Uurtarief laadschop + machinist	€ 60,00						
	Draaiuren / dag	8						
2) Investering dubbeldeks zeef	Aanschaf	€ 100.000	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40
	Afschrijving (jaren)	5						
3) Afscheiden extra verontreiniging	Investering was- of luchtscheiding	€ 100.000	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40
	Afschrijving (jaren)	5						
4) Afvoer extra verontreiniging (residu)	Normstelling BRL voor 0-40 0,0-0,5%		€ 0,38	€ 0,38	€ 0,38	€ 0,75	€ 0,75	€ 0,75
	Gemiddeld gehalte niet steenachtig	0,25%						
	Tonsprijs extra verontreiniging	€ 150,00						
	Massatoename bij natte scheiding	200%						
5) Proceswaterreiniging natte scheiding	Investering voorziening	€ 100.000				€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40
	Afschrijving (jaren)	5						
6) Algemene kosten per ton	Extra terrein (5000 m2) / jr.	€ 125.000	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50
	Overheadkosten	€ 10.000	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20
	Extra keuringskosten	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25
7) Afzetkosten 0-4 mm	Normstelling BRL voor 0-40 40-70%		€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00
	Gemiddeld gehalte 0-4 mm	50%						
	Inkomstenderving 0-40	€ 1,00						
	Afzet als fijn toeslagmateriaal	€ 6,00-						
	Afzet in de wegenbouw + transport	€ 4,00						
	Verdere bewerking (reinigen / classificeren)	€ 8,00						
8) Extra opbrengst	Afhaaltarief	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	
Totaal meerkosten			€ 9,80-	€ 0,20	€ 4,20	€ 9,02-	€ 0,98	€ 4,98

Uitgangspunten Jaarproductie (ton) Dagproductie (ton)	100.000 1.000	Korrelgroep	bovenmaat > 20 mm					
		Bewerking	droog			nat		
		Afzet 0-4 mm fractie	betonbouw	wegenbouw	onbruikbaar	betonbouw	wegenbouw	onbruikbaar
Aspecten	Invloeden	Aannames						
1) Toepassing ander zeefdek	Productieafname grove bovenmaat (<20 mm)	60%	€ 0,58	€ 0,58	€ 0,58	€ 0,58	€ 0,58	€ 0,58
	Productieafname grove bovenmaat (>20 mm)	40%						
	Bemanning breekinstallatie	2						
	Uurtarief operator	€ 30,00						
	Uurtarief laadschop + machinist	€ 60,00						
	Draaiuren / dag	8						
2) Investering dubbeldeks zeef	Aanschaf	€ 100.000	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40
	Afschrijving (jaren)	5						
3) Afscheiden extra verontreiniging	Investering was- of luchtscheiding	€ 100.000	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40
	Afschrijving (jaren)	5						
4) Afvoer extra verontreiniging (residu)	Normstelling BRL voor 0-40 0,0-0,5%		€ 0,38	€ 0,38	€ 0,38	€ 0,75	€ 0,75	€ 0,75
	Gemiddeld gehalte niet steenachtig	0,25%						
	Tonsprijs extra verontreiniging	€ 150,00						
	Massatoename bij natte scheiding	200%						
5) Proceswaterreiniging natte scheiding	Investering voorziening	€ 100.000				€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40
	Afschrijving (jaren)	5						
6) Algemene kosten per ton	Extra terrein (5000 m2) / jr.	€ 125.000	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50
	Overheadkosten	€ 10.000	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20
	Extra keuringskosten	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25
7) Afzetkosten 0-4 mm	Normstelling BRL voor 0-40 40-70%		€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00
	Gemiddeld gehalte 0-4 mm	50%						
	Inkomstenderving 0-40	€ 1,00						
	Afzet als fijn toeslagmateriaal	€ 6,00-						
	Afzet in de wegenbouw + transport	€ 4,00						
	Verdere bewerking (reinigen / classificeren)	€ 8,00						
8) Extra opbrengst	Afhaaltarief	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	
Totaal meerkosten			€ 9,80-	€ 0,20	€ 4,20	€ 9,02-	€ 0,98	€ 4,98

Uitgangspunten Jaarproductie (ton) Dagproductie (ton)	50.000 500	Korrelgroep	bovenmaat > 20 mm					
		Bewerking	droog			nat		
		Afzet 0-4 mm fractie	betonbouw	wegenbouw	onbruikbaar	betonbouw	wegenbouw	onbruikbaar
Aspecten	Invloeden	Aannames						
1) Toepassing ander zeefdek	Productieafname grove bovenmaat (<20 mm)	60%	€ 0,58	€ 0,58	€ 0,58	€ 0,58	€ 0,58	€ 0,58
	Productieafname grove bovenmaat (>20 mm)	40%						
	Bemanning breekinstallatie	2						
	Uurtarief operator	€ 30,00						
	Uurtarief laadschop + machinist	€ 60,00						
	Draaiuren / dag	8						
2) Investering dubbeldeks zeef	Aanschaf	€ 100.000	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40
	Afschrijving (jaren)	5						
3) Afscheiden extra verontreiniging	Investering was- of luchtscheiding	€ 100.000	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40
	Afschrijving (jaren)	5						
4) Afvoer extra verontreiniging (residu)	Normstelling BRL voor 0-40 0,0-0,5%		€ 0,38	€ 0,38	€ 0,38	€ 0,75	€ 0,75	€ 0,75
	Gemiddeld gehalte niet steenachtig	0,25%						
	Tonsprijs extra verontreiniging	€ 150,00						
	Massatoename bij natte scheiding	200%						
5) Proceswaterreiniging natte scheiding	Investering voorziening	€ 100.000				€ 0,40	€ 0,40	€ 0,40
	Afschrijving (jaren)	5						
6) Algemene kosten per ton	Extra terrein (5000 m2) / jr.	€ 125.000	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50	€ 2,50
	Overheadkosten	€ 10.000	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20	€ 0,20
	Extra keuringskosten	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,25
7) Afzetkosten 0-4 mm	Normstelling BRL voor 0-40 40-70%		€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00	€ 1,00
	Gemiddeld gehalte 0-4 mm	50%						
	Inkomstenderving 0-40	€ 1,00						
	Afzet als fijn toeslagmateriaal	€ 6,00-						
	Afzet in de wegenbouw + transport	€ 4,00						
	Verdere bewerking (reinigen / classificeren)	€ 8,00						
8) Extra opbrengst	Afhaaltarief	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	€ 9,50-	
Totaal meerkosten			€ 9,80-	€ 0,20	€ 4,20	€ 9,02-	€ 0,98	€ 4,98



**Verkeer en Waterstaat,
IPO,
Bouwgrondstoffen
Onderzoeksprogramma (VIBO)**

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen de samenwerkings-
overeenkomst VIBO (Verkeer en Waterstaat, IPO,
Bouwgrondstoffen Onderzoeksprogramma
(IPO; Interprovinciaal Overleg) dat zich richt
op een duurzame grondstoffenvoorziening

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft
Expertisecentrum Bouwstoffen
DWW-2006-58
ISBN 90-369-5618-8