

RONALD STENVERTARCHITECTUUR- EN BOUWHISTORICUS,
MEDEOPRICHTER EN FIRMANT VAN
BBA: BUREAU VOOR BOUWHISTORIE
EN ARCHITECTUURGESCHIEDENIS
TE UTRECHT**BOUWHISTORIE:
GEWAPEND BETON
DEEL 1**

'Het grauwe gevaar verontrust den liefhebber van onze Nederlandsche architectuur'¹, schreef men in 1912. Gewapend beton werd aanvankelijk niet onverdeeld gunstig ontvangen. In het algemeen vond men dat de esthetiek ondergeschikt werd gemaakt aan de verbeterde mogelijkheden voor goedkopere, brandveiligere, waterdichte en robuuste gebouwen met grotere overspanningen. Over de vroegste geschiedenis van beton is al het nodige geschreven.² Recent bouwhistorisch onderzoek geeft aanleiding tot enkele aanvullingen. Heden ten dage wordt genuanceerder gedacht over het esthetische aspect van de 'grauwe gebouwen' van toen. Diverse daarvan hebben inmiddels een plaats in ons collectieve geheugen verworven. Te denken valt aan Radio Kootwijk, de Van Nelle Fabriek en het Groothandelsgebouw te Rotterdam of het Evoluon in Eindhoven.

Stampen, spuiten & schokken

Gestolde massa

Grijs gemalen poeder

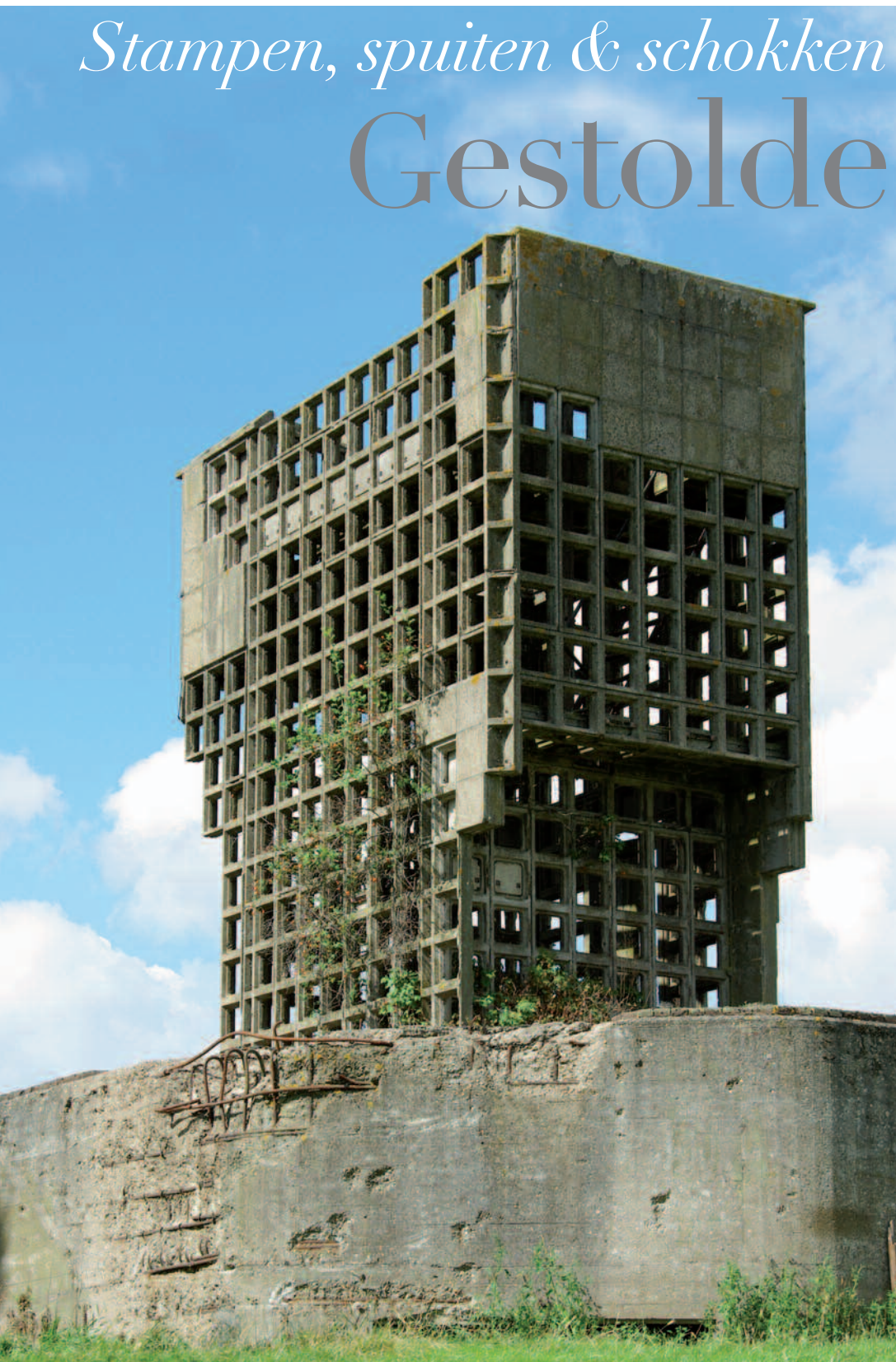
Het octrooi dat de Engelsman Joseph Aspdin (1779-1855) in 1824 op de productie van portlandcement kreeg, markeert het begin van een spectaculaire ontwikkeling. De Romeinen wisten al dat fijngemalen vulkanische aarde (puzzolaanaarde) samen met kalk en water verhardde tot wat zij caementum noemden.³ Aspdin verving deze aarde door een mengsel van kalk en klei dat hij op hoge temperatuur van nabij het smeltpunt brandde. De aldus gesinterde slakken werden vervolgens tot poeder gemalen. Het eindproduct had een grijze kleur die sterk leek op die van de kalksteen uit de groeven van Portland. Daarom kreeg het de naam Portlandcement.

Cement is een hydraulisch bindmiddel dat gemengd met toeslag onder invloed van water verhardt tot een vaste, onoplosbare en tevens waterdichte massa. In 1852 werd in Nederland al geschreven over 'deze kunstmatige steensoort het zoogenaamd Concrete', waarmee men toen nog ongewapend stampbeton bedoelde.⁴

Pioniers van de gestolde massa

In 1848 kreeg cement een nieuwe toepassing toen de Franse ingenieur Joseph-Louis Lambot (1814-1887) er een gevlochten ijzeren raamwerk mee bestreek tot een kleine waterdichte roeiboort. Gepresenteerd op de Wereld-

1 - STRIJENSAS, VIS-KAZEMAT UIT 1936 AAN HET HOLLANDSCH DIEP GEVECHTSSPOREN EN DAAROP EEN LUCHTWACHTTOREN UIT 1953. FOTO 2009



tentoonstelling van 1855 in Parijs bracht dit de Franse tuinman Joseph Monier (1823-1906) op het idee om op eenzelfde wijze plantenbakken te produceren. Hij ging daarna een stapje verder en kreeg in 1867 octrooi op de constructie van waterreservoirs en vervolgens in 1873 op de constructie van boogbruggen. De hernieuwing van zijn patenten in 1878 omvatte ook de aanvraag voor een balk met 'een skelet van ijzer in de vorm van een traliewerk of metalen weefsel met daarin ronde of vierkante ijzers'. Dit raamwerk diende geheel met cement te worden gevuld waardoor het '*une très grande résistance et une très grande solidité et d'une durée illimitée presque indéfinie*' kreeg.⁵ Naast deze ogenschijnlijk bijna onbeperkte levensduur kon het nieuwe materiaal in alle vormen en maten gevormd worden. Wel was daartoe een tijdelijke houten bekisting nodig om de dik vloeibare massa inclusief ijzeren skelet tijdens het uithardingproces te ondersteunen.

In de verharde monoliete constructie zorgt het beton voor de opname van de drukkrachten en de ijzeren wapening voor die van de trekkrachten. Een belangrijk voordeel is dat beton en ijzer uitstekend aan elkaar hechten en nagenoeg dezelfde uitzettingscoëfficiënten bezitten en daarom niet van elkaar losscheuren.

Proeven en aannames

In eerste instantie moest alle kennis over beton empirisch bepaald worden; de samenstelling, de wapening en vooral de berekening van de krachten in de constructie. In het begin voegde men aan het cement naast zand ook andere toeslagstoffen toe met veelal een kleine

Samenvatting

Gewapend beton is onbetwistbaar het belangrijkste bouw materiaal van de twintigste eeuw: belangrijk, maar niet altijd even geliefd. In twee afleveringen wordt in vogelvlucht de hoofdlijnen van de ontwikkeling van dit opmerkelijke materiaal en zijn toepassingen geschetst. Deze eerste aflevering bestrijkt de beginfase met het ontstaan en de ontwikkeling tot een algemeen gangbare constructietechniek, alsmede de innovaties in de eerste vier decennia van de twintigste eeuw. De periode van de wederopbouw staat in de tweede aflevering centraal.

korrelgrootte. Pas vanaf circa 1910 werd duidelijk dat een goede gelijkmatige verdeling van korrelgroottes en bijmenging van meer grind de drukvastheid van het eindproduct verbeterde. In de literatuur van die tijd sprak men vaak over gewapend cement of cement-ijzerwerken. Pas na enige tijd werd gewapend beton de algemene term.

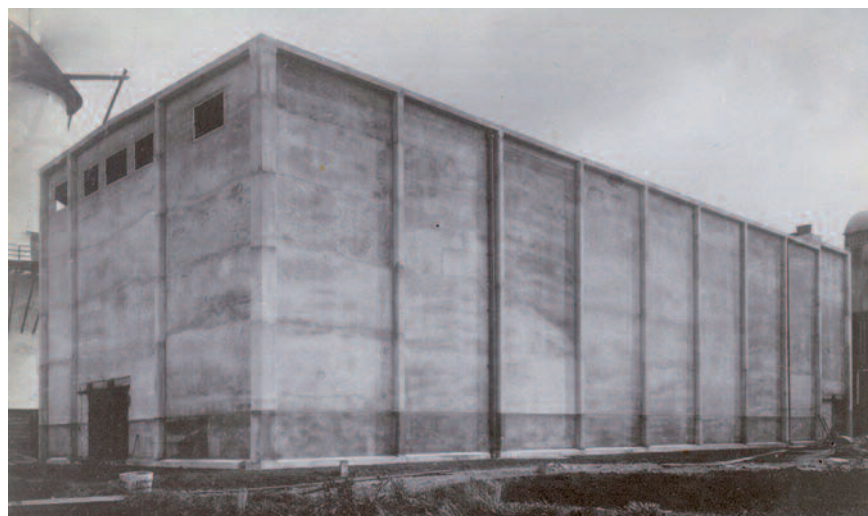
Thaddeus Hyatt (1816-1901), die in Amerika in 1878 een patent op een vrijwel identieke constructie als die van Monier had verkregen, stelde toen al vast dat de wapening niet, zoals Monier dacht, in het midden diende te liggen maar constructief pas ten volle zou worden uitgenut door de wapening in het midden van de betonbalk onderin te leggen en bij de steunpunten juist bovenin.⁶

Het patent van Monier werd in 1884 voor Zuid-Duitsland aangekocht door de firma Freytag & Heidschuch. Een jaar later verleende zij een licentie aan de firma G.A. Wayss om samen met de Pruisische Regierungsbaumeister Matthias Koenen (1849-1924) in Berlijn belastingsproeven uit te voeren. Dit leidde in

1887 tot de publicatie van *Das System Monier (Eisengerippe mit Zementumhüllung)*. De hierin beschreven berekening werd de basis voor de door Emil Mörsch (1872-1950) vervaardigde eerste algemene betonberekeningsmethode uit 1902.⁷

Van Zeeuws-Vlaanderen naar Amsterdam

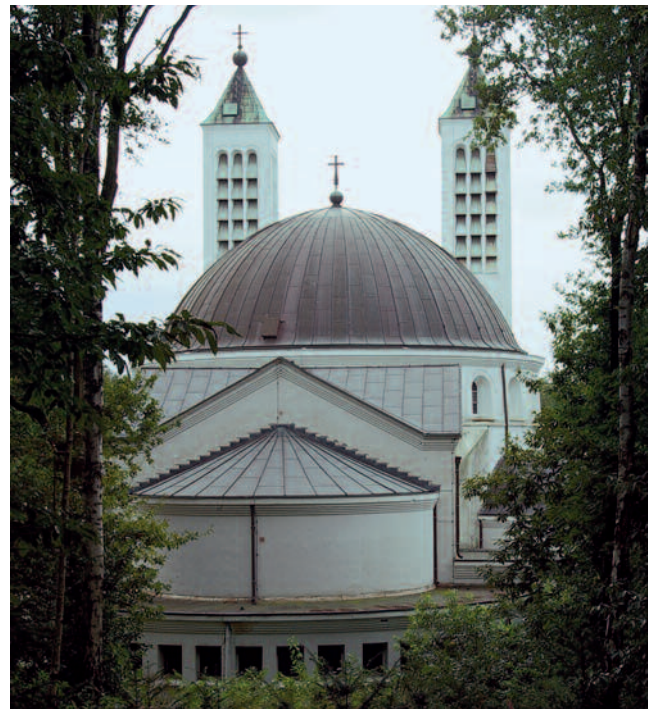
In 1880 verwierf de Firma Picha & Frères uit Gent voor België een licentie op de octrooien van Monier. In 1888 richtten de broers samen met L. Stevens in het Zeeuwse Sas van Gent de firma Picha-Stevens op als een bedrijf in 'cement-ijzerwerken'. Zij maakten de Moniergewelven van de R.K. H. Maria Hemelvaartkerk aldaar (1891) naar ontwerp van Jos Th.J. Cuypers. In 1893 paste Jos samen met zijn vader P.J.H. Cuypers ook Monierwerken toe bij de reconstructie en modernisering van kasteel de Haar te Haarzuilens. Stevens nam in 1890 het initiatief om de 'Amsterdamsche Fabriek van Cement-IJzerwerken (systeem Monier)' op te richten.⁸ In 1895 kwam daar Ludwig Adrian Sanders (1867-1956) als technisch adviseur te werken. Hij ontwikkelde zich tot een vooraan-



2 – DELFT, SCHILLENMEEL
MAGAZIJN VAN DE CALVÉ-FABRIEK
NET NA DE OPLEVERING IN 1905
MET ZICHTBARE GIETNADEN.
FOTO GEMEENTEARCHIEF DELFT



3 – DELFT, SCHILLENMEELMAGAZIJN NA DE
OMBOUW IN 1952 TOT SCHAFTLOKAAL (LATER
BEDRIJFSKANTINE), DOOR TOEVOEGING VAN
EEN VERDIEPING EN TRAPPEN. FOTO 2009



- 4 – KOOTWIJK, RADIO KOOTWIJK, 1921-1922, MET (VAAG) NOG ZICHTBARE GIETNADEN. FOTO 2007
- 5 – ROTTERDAM, HOFPLEINVIADUCT, 1905-1906.
- 6 – GROESBEEK, CENAKELKERK VAN DE HEILIG LANDSTICHTING BIJ GROESBEEK, 1914.

staand expert op dit gebied⁹ en publiceerde in 1898 in het blad *De Ingenieur* een eerste Nederlandstalige betonberekenningsmethode.¹⁰ In 1907 verscheen van zijn hand een standaardwerk over de betonontwikkeling.¹¹ De in dit boek gepubliceerde werken hebben hierdoor een grotere bekendheid gekregen dan die van concurrerende firma's. Sanders stond aan de basis van enkele van de vroegste gewapende betonconstructies in Nederland: de Rijkspostspaarbank te Amsterdam (Van Baerlestraat 27, 1899) en het nieuwe gebouw van de Landsdrukkerij te 's-Gravenhage (Fluwelen Burgwal 36-54, 1905).

Het uit 1902 daterende graanpakhuis Fortuna van de Fa. Swildens & Kuipers te Leeuwarden wordt alom beschouwd als eerste gebouw van gewapend beton met meerdere verdiepingen, maar is helaas in 1986 gesloopt.

Uit de beginperiode stamt het in 1905 voor de Calvé-fabrieken in Delft gebouwde schillenmeelmagazijn. Architect Jonas Hegt (1879-1943) ontwierp een gebouw met een hoge tweebeukige ruimte en weinig ramen voor de opslag van de gemalen doppen van de pinda's waarvan de firma slaolie maakte. Sanders berekende de constructie (figuur 2)¹³. Het nog bestaande gebouw, dat al snel zijn functie verloor, kreeg in 1952 een nieuwe functie door de inbouw van een verdieping en trappen (figuur 3). Opmerkelijk is dat toen nog gebruik werd gemaakt van inmiddels ouderwets geachte vloeren met ingegoten I-balkjes die bekend staan als 'Monierdecke' (figuur 7)¹⁴.

Bredere verspreiding

Een andere belangrijke Nederlandse betonpionier was Alphons Constant Charles Godefridus van Hemert (1857-1926), in 1902 oprichter van de Hollandsche Beton Maatschappij. In 1904 publiceerde hij over de theorie van betonberekeningen, maar zijn eerste belangrijke bouwwerk was het ontwerp voor het Hofpleinviaduct voor de Zuid-Hollandsche Electricche Spoorweg-Maatschappij, uitgevoerd in 1905-1906 volgens het 'systeem Melan' met forse ingegoten stalen I-liggers (figuur 5).



- 7 – DELFT, DETAIL VAN DE VLOERCONSTRUCTIE BESTAANDE UIT INGEGOTEN I-BALKJES RUSTEND OP GELASTE STALEN HOEKPROFIELEN. IN 1905 KON MEN EEN DERGELIJKE LAS-CONSTRUCTIES NOG NIET MAKEN, IN 1952 WEL, MAAR TOEN WAS DE TOEPASSING VAN 'MONIERDECKE' WAT GEDATEERD GERAAKT. FOTO 2009



- 8 – DÜLMEN (BIJ COESFELD), FIRMA W.M. BENDIX, CONSTRUCTIE VOLGENS HET SYSTEEM KOENEN. FOTO 1995

- 9 – EINDHOVEN, TORENTJE VAN HET PHILIPSGEBOUW EC AAN DE MATHILDELAAN, 1910. FOTO 2006



Hoewel al in 1898 opgericht, kreeg de N.V. Industriële Maatschappij F.J. Stulemeijer & Co. uit Breda vanaf 1904 bekendheid, onder meer met de bouw van een grote Stoommeelfabriek in Rotterdam (1910). In 1912 kwam daar de civiel-ingenieur Jan Gerko Wiebenga (1886-1974) in dienst. Hij was verantwoordelijk voor de 'Wiebengahal' (1912), de nog resterende hal van het uitgebreidere fabriekscomplex van de Société Céramique in Maastricht. Ook verzorgde hij de berekening voor de imposante koepel van de Cenakelkerk van de Heilig Landstichting bij Groesbeek (1914) (figuur 6). In 1916 ging Wiebenga als zelfstandig constructeur verder. De in 1918 tot Internationale Gewapend Betonbouw omge-

doopte firma bouwde vervolgens onder meer in 1921-1922 Radio Kootwijk naar ontwerp van Julius Maria Luthmann (1890-1973) (figuur 4)¹⁵.

De in 1888 opgerichte Rotterdamse Cementsteenfabriek Van Waning & Co. richtte zich vanaf 1900 op de bouw van gewapend betonconstructies, met als voorbeelden de Katoenspinnerij Eilermark (1907) net over de Duitse grens bij Enschede en het Jobsveem in Rotterdam (1912).¹⁶ In tegenstelling tot de andere genoemde firma's verzorgden ze niet zelf de berekeningen maar lieten dat over aan de uitvoerende architecten; in dit geval respectievelijk Arend Gerrit Beltman (1869-1934) en

Jan Jeronimus Kanters (1869-1920).

Een vijfde belangrijke speler was; de in 1912 opgerichte N.V. Gewapend Betonbouw De Kondor uit Amsterdam. Zij bouwde onder meer de DRU-fabriek in Ulft (1913) naar ontwerp van Beltman en de Wolkenkrabber op het Victorieplein (1930-1932) naar ontwerp van Jan Frederik Staal (1879-1940).¹⁷

Dominante monolithische constructies

Internationaal gezien staat de belangrijkste constructieve innovatie op naam van François Hennebique (1842-1921). Hij toonde in 1892 aan dat gewapend beton niet als een samenstelsel van twee materialen beschouwd diende te worden, maar wel degelijk als één monolithische constructie. Dat jaar kreeg hij zijn eerste patent.¹⁸ Na verbeteringen door toevoeging van ijzeren beugels rondom de wapening (1892) en het opbuigen van staven bij de steunpunten (1897) ontwikkelde hij een constructiesysteem waarbij kolommen zware langsbalken ondersteunen die samen met haakse dwarsbalken gezamenlijk de vloer dragen. Omdat in Nederland toentertijd geen octrooiwet van kracht was, stond weinig hier een vroege toepassing in de weg. Toch werd de 'Hennebique-constructie' ook in Nederland pas na het verlopen van zijn patent in 1907 algemeen gangbaar.

Fabrieken in het oosten en zuiden

In Twente en omliggende textielgebieden bestond een grote markt voor brandveilige fabrieksgebouwen.¹⁹ De in Berlijn opgeleide Arend Gerrit Beltman speelde hierop in en ontwierp fabrieken van gewapend beton in Eilermark bij Gronau (1907) en Dülmen (1908). Bij de laatste maakte hij nog gebruik van het 'systeem Koenen' met tussen de balken aan de onderzijde licht gebogen vloeren (*figuur 8*). Kort daarop stapte hij over op de Hennebique-constructie en paste die toe in textiel-fabrieken in Borne (1912; gesloopt 1988), Winterswijk (1912) en Almelo (1914). Via zijn Bornse contacten werkte hij ook in Eindhoven dat destijds vooral een textielcentrum was. Toen Gerard Philips in 1907 overging op de productie van lampen van metaal draad kreeg Beltman de opdracht voor twee fabrieksgebouwen ten behoeve van de productie daarvan. Het gebouw uit 1908 werd in 1942 verwoest, het deel uit 1910 aan de Mathildelaan bestaat echter nog (*figuur 9*). In 1920-1921 werd hier naar ontwerp van Dirk Roosenburg (1887-1962) de bekende Lichttoren tegenaan gebouwd. Voor de genoemde fabrieken maakten Beltman en met name zijn constructeur Marten Jan Christiaan Brouwer (1873-1944) gebruik van Duitse berekeningsmethoden.

Toen Philips in 1925 startte met de productie van radio's verzezen er op het fabriekscomplex Strijp S te Eindhoven in 1927-1930 een drietal meerlaagse apparatenfabrieken, met Roosenburg als esthetisch adviseur en J.R. Bouten (1892-1971) van het Philips Bouwbureau als ontwerper. Het resultaat is een 'volgroeid' driebeukig, op de Hennebique-constructie gebaseerd, betonskelet voorzien van stalen ramen (*figuur 10*).²⁰

Gewapend Beton Voorschriften

Publicaties over verschillende berekeningsmethoden volgden elkaar begin twintigste eeuw in snel tempo op. Toch duurde het tot 1912 voordat in Nederland de eerste 'Gewapend Beton Voorschriften' (GBV) van kracht werden. Duitsland had al sinds 1904 'Vorläufige Leitsätze' die in 1907 definitief werden (door Beltman toegepast). Frankrijk publiceerde in 1906 zijn 'Instructions'. De vermelde publicaties van Sanders stonden aan de basis van de eerste Nederlandse Voorschriften uit 1912. Bij de in 1918 herziene versie was Anthonie Adrianus Boon (1882-1956) betrokken, Sanders' opvolger bij de Amsterdamsche fabriek voor Cement-IJzerwerken.²¹

In dit belangrijke jaar 1912 brak de architect Jan Gratema (1877-1947) een lans voor de toepassing van gewapend beton in de burgerlijke bouwkunst. Tot dan toe waren de betonconstructies vooral gezien als 'ingenieurskunst'. Gratema vond wel dat architecten nog veel te weinig van het materiaal wisten om het artistiek te kunnen verwerken en vervolgde: 'er wordt wel eens betwijfeld, of gewapend beton tot een goeden stijl zich kan ontwikkelen'. Zelf had hij er echter geen twijfels meer over: 'Maar spoedig zullen de groote constructies en ook de gevels hun bekleeding van onzuivere architectuur afwerpen en zal het materiaal in zijn volle stijlschoonheid zich ontwikkelen'.²²

Verborgen in kerken

Niet enkel in fabrieken, maar opmerkelijk genoeg ook in monumentale gebouwen, werd al vroeg beton toegepast. Kasteel De Haar is al genoemd. Dezelfde architect Cuypers was ook adviseur bij de restauratie van de toren van de Sint-Clemenskerk te Steenwijk. Bij deze opknapbeurt nam men de gelegenheid te baat om er een ijzeren reservoir voor de waterleiding in aan te brengen. De houten balklagen werden in 1913-1915 vervangen door betonnen balkenroosters in de vorm van een randbalk met draagbalken, met daarop een tien centimeter dikke vloer.²³

Ook bij de herbouw van de in 1911 afgebrande

Jacobskerk te Vlissingen koos men voor een nieuwe spits van gewapend beton. Om zeker van zijn zaak te zijn informeerde het raadslid Staverman schriftelijk bij vijftientig (!) architecten naar hun mening 'of op de duurzaamheid van gewapend even veel te vertrouwen is als op die van 't beproefde eikenhout'. Berlage durfde beton wel aan te bevelen. Hij had immers al elders gesteld: 'gewapend beton [is], na het ijzer, wel de belangrijkste uitvinding op het gebied van materialen; misschien wel de belangrijkste, omdat het gewapend beton aan al die eigenschappen voldoet, welke aan het ijzer ontbreken...'.²⁴

Andere architecten, zoals de rijksbouwmeesters W.C. Metzelaar en C.H. Peters, waren meer terughoudend, terwijl Victor de Stuers zich een uitgesproken tegenstander verklaarde.²⁵ In een later ingezonden reactie schaarde Cuypers zich opnieuw nadrukkelijk achter herbouw in beton, mede ook omdat hier niet meer om een oorspronkelijke afdekking ging. Beton werd vaker bij restauraties ingezet, ook de tijdens de Eerste Wereldoorlog zwaar beschadigde kathedraal te Reims werd in 1926 voorzien van een geheel nieuwe kapconstructie van betonnen prefab-elementen.²⁶

Inmiddels hadden kerkbestuurders zich het nieuwe materiaal toegeëigend voor het bouwen van nieuwe kerken. De gereformeerde kerken van Heerenveen en Tijnje werden in 1921 door de aannemer H. Diepenbroek in beton uitgevoerd. Op de kerk te Heerenveen staat dan ook op de 'eerste steen' passend: 'De eerste betonstorting...' (*figuur 11*). In Friesland had men inmiddels al de smaak te pakken gekregen: ook enkele klokkenstoelen in de omgeving, te Luinjeberd (1921) en Oldehorne (1922), en de Belvédère te Oranjewoud (1924) verzezen in beton.

Iconen van het modernisme

Onder invloed van het Dom-Ino huis (1914) van Le Corbusier (1887-1965), een rank gewapend betonskelet dat enkel bestaat uit vloeren en kolommen, vond gewapend beton ook ingang bij de moderne beweging van het functionalisme. Hoogtepunten van deze beweging, die in Nederland ook bekend staat als Het Nieuwe Bouwen, en waarin licht, lucht en ruimte samengaan met gewapend beton en stalen ramen, zijn het sanatorium Zonnestraal te Hilversum (1924-1928) en de Openluchtschool te Amsterdam (1929-1930), beide naar ontwerp van Jan Duiker (1890-1935). Om de constructie nog ranker te maken, liet Duiker de balkoverstekken aan de uiteinden bij de dakrand verjongen tot de vloerdikte.²⁷ Wiebenga zorgde



10 – EINDHOVEN, HENNEBIQUE-CONSTRUCTIE IN PHILIPSGEBOUW SBP OP FABRIEKSCOMPLEX STRIJP UIT 1930. FOTO 2008

voor de benodigde berekeningen. Het accent van de stalen vliesgevel met daarachter een zo rank mogelijk betonskelet was ook uitgangspunt bij de Van Nelle Fabriek te Rotterdam (1926-1930). De architecten J.A. Brinkman (1902-1949) en L.C. van der Vlugt (1894-1936) bedachten samen om de paddenstoelvloer toe te passen (figuur 12). Opnieuw werd Wiebenga als constructeur ingeschakeld. Dit type vloer was in 1906 gepatenteerd door de Amerikaan Claude A.P. Turner als 'Mushroom flat-slab system' en bestaat uit een bredere kolomkop die aparte draagbalken overbodig maakt maar een iets dikkere vloer behoeft. Opmerkelijk genoeg had zijn vader Michiel Brinkman (1873-1925) in 1913 deze constructie al toegepast in de Stoommeelfabriek De Maas te Rotterdam.²⁸

Ook F.P.J. Peutz (1896-1974) paste de constructie in 1933 om dezelfde redenen van rankheid toe bij het modehuis Schunck te Heerlen. Bij het Veemgebouw van Philips op Strijp S uit 1941-1942 komen ze eveneens voor (figuur 13).²⁹ Daar is echter niet de esthetiek, maar het grote draagvermogen en vooral de hoogtewinst

de belangrijkste reden: acht Hennebique-balklagen met draagbalken stonden gelijk aan negen gestapelde paddenstoelvloeren. A.M. Haas, die in 1948 op de berekeningmethode ervan promoveerde, merkte daarbij op, 'in het algemeen kan gezegd worden, dat in een paddenstoelvloer beduidend minder wapeningsstaal en wat meer beton gaat'.³⁰

Schild ende betrouwen

De mogelijkheden van beton voor verdedigingswerken waren de Genie niet onopgemerkt gebleven. Bij de nieuw te bouwen forten van de Stelling van Amsterdam paste men vanaf 1897 ongewapend beton met gebroken natuursteen als toeslagmiddel toe (porfierbeton).³¹ Ervaringen uit de Eerste Wereldoorlog leerden dat gewapend beton inmiddels onontbeerlijk was geworden. In 1913 had kapitein Pieter Wilhelmus Scharroo (1883-1963) hierover al gepubliceerd.³² Hij was toen werkzaam aan de Koninklijke Militaire Academie te Breda en ontwikkelde zich tot een invloedrijk publicist en propagandist van dit moderne materiaal³³ en de moderne mens.³⁴

In 1918 werden de eerste groepsschuilplaatsen



11 – HEERENVEEN, GEREFORMEERDE KERK UIT 1921. FOTO 2006

van gewapend beton gebouwd, maar een echt plan kwam er pas in 1928 met de publicatie van de Voorschriften Inrichtingen Stellingen (VIS). Op grond hiervan verreezen er ter verdediging van de pas gereedgekomen Afsluitdijk (1932) en op strategische plekken langs de rivieren Rivierkazematten (1936) met een dekking van anderhalve meter gewapend beton (figuur 1).³⁵ Rond die tijd werden ter bescherming tegen oorlogsgeweld diverse kerkkappen en andere belangrijke historische gebouwen, zoals het stadhuis van Maastricht, inwendig door middel van betonwanden en betonvloeren schervvrij gemaakt. In de mobilisatietijd



13 – EINDHOVEN, PADDENSTOELVLOERCONSTRUCTIE IN VEEMGEBOUW (GEBOUW SBM) OP FABRIEKSCOMPLEX STRIJP S VAN PHILIPS UIT 1941-1942. FOTO 2008



12 – ROTTERDAM, VAN NELLE FABRIEK UIT 1926-1930, DETAIL VAN EEN PADDENSTOELVLOER. FOTO 2008

verrezen in hoog tempo nog vele G-, S-, en B-kazematten bij de verdedigingslinies en langs de grenzen. Het relatieve nut van deze statische verdedigingswerken ondervond Scharroo aan den lijve als garnizoenscommandant van Rotterdam tijdens het Duitse bombardement op die stad van 14 mei 1940.

Betontechnologie

Ter bevordering van studie en ontwikkeling van de betontechniek werd in 1925 de Betonbond opgericht, later Betonvereniging genoemd. Zij stimuleerde het onderzoek naar betonmengsels, maar ook naar een betere uitvoering van betonwerken. De belangrijkste innovatie rond die tijd was de introductie van

het trillen van het beton. De Fransman Marcel Deniau (1896-1975) had in 1927 een octrooi verkregen op de daarbij gebruikte trilnaald.³⁶ Het maakte een beter verdicht beton mogelijk dan bij het tot die tijd gebruikelijke aanstampen. Ook kon met minder aanmaakwater worden volstaan, hetgeen eveneens de kwaliteit van het beton ten goede kwam. De introductie van de betonpomp maakte het mogelijk om de betonspecie niet enkel te pompen, maar vanaf 1920, ook te spuiten. Bij spuitbeton werd een droog mengsel in de sproeikop met water vermengd en als dunne laag op een bekisting gespoten, waardoor dunne schaalconstructies mogelijk werden.

Daarmee was gewapend beton uiteindelijk een volwassen bouw materiaal geworden met steeds beter begrepen materiaaleigenschappen. Trillen en spuiten kunnen in dit verband beschouwd worden als een afsluiting van de eerste betonrevolutie en als opmaat tot een tweede revolutie, die samen met het – in de volgende aflevering te bespreken – schokken en spannen pas tijdens de Wederopbouw tot volle wasdom zou komen.

Noten

- ¹ V[isser], C., *Het grauwe gevaar, De Bouwwereld*, 11 (1912)44, 345, 347-348.

- ² Hermans, Taco, Michiel van Hunen & Huub van de Ven (red.), *Monumenten in Beton: Ontwikkeling en herstel van historisch beton*, Amersfoort 2006; Schippers, Hans, *Bouwt in Beton!: Introductie en acceptatie van het gewapend beton in Nederland (1890-1940)*, Gouda 1995. Een wat ouder, maar nog steeds belangrijk, werk is Scharroo, P.W., *Cement en Beton Oud en Nieuw: Geschiedkundig overzicht van de ontwikkeling van de betontechniek van de oudste tijden tot heden*, Amsterdam 1946.

- ³ Haegermann, Gustav, Günter Huberti & Hans Möll, *Von Caementum zum Spannbeton: Beiträge zur Geschichte des Betons*, Wiesbaden/Berlin 1964.

- ⁴ 'Over de kunstmatige steensoort het zoogenaamd Concrete', *Tijdschrift voor den Handwerksman en het Fabriekwezen in Nederland*, tweede deel, 's-Gravenhage 1852, 93-101.

- ⁵ Bosc, Jean-Louis e.a., *Joseph Monier et la naissance du ciment armé*, Paris 2001, 100.

- ⁶ Zie Newby, Frank (ed.), *Early reinforced Concrete*, Aldershot e.a. 2001.

- ⁷ In 1893 gingen Gustav Adolf Wayss (1850-1917) en Conrad Freytag (1846-1921) samen verder in de nog bestaande firma Wayss & Freytag. E. Mörsch, *Der Eisenbetonbau: Seine Theorie und Anwendung*, Stuttgart 1902.

- ⁸ Sinds 1907 met de toevoeging 'Wittenburg'.

- ⁹ Bouvy, J.J.B.J.J., *Dr.-Ing. h.c. L.A. Sanders*

Nederlands pionier van het gewapend beton
1867-1956, Cement, (1967), 275-282.

¹⁰ Sanders, L.A. *Berekening van betonconstructies*, De Ingenieur, 13(1898), 187, 199, 215, 231, 248. Uiteindelijk leidde dit in 1912 tot de eerste Gewapend Beton Voorschriften (GBV). Voor zijn verdiensten verkreeg Sanders in 1913 te Dresden een eredoctoraat in de technische wetenschappen.

¹¹ Sanders, L.A., *Het cement-ijzer in theorie en praktijk*, Amsterdam s.a. (1907).

¹² Stenvert, Ronald, *Calvé-fabriek Wateringseweg 4, Delft: Bouwhistorische verkenning met waardstelling en fotodocumentatie*, Utrecht 2009.

¹³ Sanders 1907, 434-437.

¹⁴ Rössle, Karl, *Der Eisenbetonbau*, Berlin/Leipzig 1913, 109-111.

¹⁵ Opmerkelijk genoeg betitelde de architect het materiaal zelf nog als 'onedel'. Kuipers, Marieke, *Beton(t)wikkeling: verkenning in vogelvlucht van de betongeschiedenis in Nederland, 1880-1955*, in: Hermans e.a. 2006, 16.

¹⁶ Citroen, Hans e.a. (red.), *Jobsveem Rotterdam: Een gebouw in beweging 1912-2008*, Rotterdam 2008.

¹⁷ Plaatsingslijst van het archief: Aannemingsmaatschappij De Kondor (1912-1970), Rotterdam 2005. Nederlands Architectuur Instituut.

¹⁸ Delhumeau, Gwenaël, *L'invention du béton armé: Hennebique 1890-1914*, Paris 1999.

¹⁹ Stenvert, Ronald, *Ontwerpen voor wonen en werken: 125 jaar bureau Beltman*, Utrecht 1996.

²⁰ Vanaf het begin werden alle genoemde Philipsfabrieken uitgevoerd door de Hollandsche Beton Maatschappij.

²¹ Boon, A.A., *Gewapend beton: Een handleiding voor de studie van materialen enz.*, Leiden 1920 (derde druk inclusief GBV 1918, eerste druk 1908). Een nadere herziening volgde in 1930 en sindsdien ongeveer elke tien jaar. In 1912 verscheen voor het eerst het tijdschrift Gewapend Beton (1912-1936).

²² Gratema, J., *Gewapend beton en bouwkunst*, Bouwkundig Weekblad, 32(1912), 464-469.

²³ Kolman, Olde Meierink & Stenvert, *De toren van de Sint-Clemenskerk te Steenwijk: Bouwhistorische documentatie*, Utrecht 1996.

²⁴ Berlage, H.P., *Over de waarschijnlijke ontwikkeling der architectuur*, Delft 1905, 24. In 1911 ontwierp Berlage te Santpoort een gegoten betonnen woonhuis. Voor de ontwikkeling in de volkshuisvesting zie: Kuipers, Marieke, *Bouwen in Beton: Experimenten in de volkshuisvesting voor 1940*, 's-Gravenhage 1987.

²⁵ *De toekomst van het gewapend beton*, Architectura, 20(1912), 47-48 en P.J.H. Cuypers, *Ingezonden*, Architectura, 21(1913), 27-28.

²⁶ Ontwerp Henri-Louis Deneux (1874-1969), uitvoering Firma Wayss & Freytag. Kleinlogel, A., *Fertigkonstruktionen im Beton- und Eisenbetonbau*, Berlin 1929 (tweede druk circa 1947), 36-43.

²⁷ Bak, Peter e.a. (red.), *J. Duiker bouwkundig*

ingenieur, constructeur in stuc en staal, Rotterdam 1982.

²⁸ Deze fabriek uit 1913 (Brielselaan 115) ligt aan de zelfde straat als de genoemde door Stulemeijer gebouwde fabriek uit 1910 (Brielselaan 7).

²⁹ Hoeve, J.A. van der, Eindhoven Strijp S *Veemgebouw: Bouwhistorische opname*, Utrecht 2008.

³⁰ Haas, A.M., *Ontwerp en berekening van paddestoelvloeren*, 's-Gravenhage 1949, 211.

³¹ Heinemann, H.A., R.P.J. van Hees & T.G.

Nijland, *Concrete: Too young for conservation?*, in: D'Ayala, D. & E. Fodde (eds.), *Structural analysis of historic construction: Preservation safety and significance*, London 2008, 151-159.

³² Scharroo, P.W., *Het gebruik van gewapend beton bij militaire verdedigingswerken*, Gewapend Beton, 1(1913), afl. 7, 8, 9, en 12, 2(1914) afl. 3.

In 1914 omgewerkt tot *Der Eisenbeton im Kriegsbau*, *Beton und Eisen*, 13(1914), afl. 16/17.

³³ Onder meer: Scharroo, P.W., *Inleiding tot de studie van het gewapend beton*, Amsterdam 1910 (tweede druk 1916) en Scharroo, P.W., *Beton: handleiding voor den betonvakarbeider*, 's-Gravenhage 1940 (tweede druk 1942).

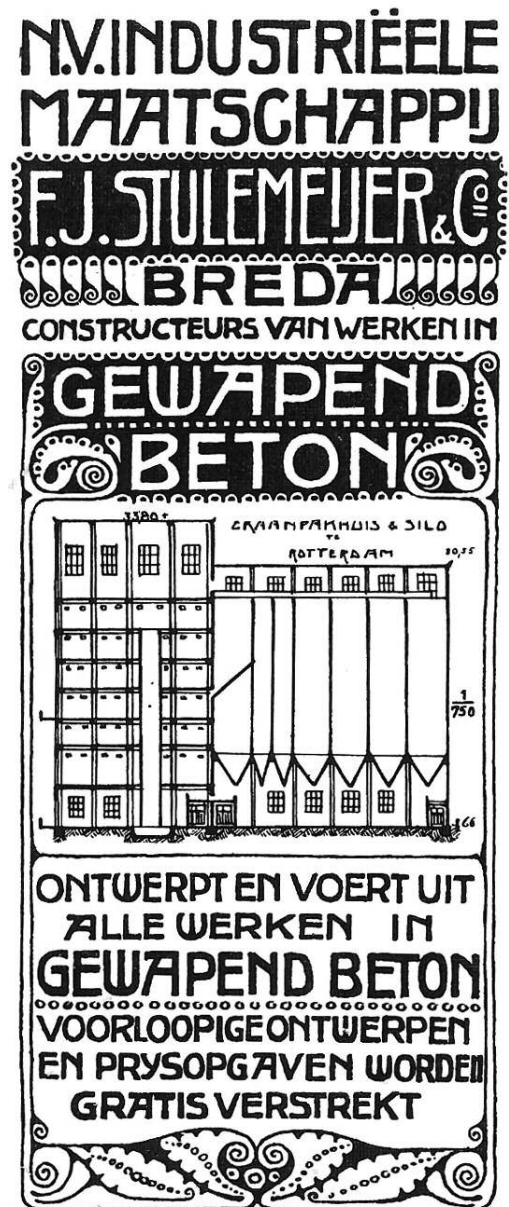
³⁴ Als bestuurslid van het Nederlandsch Olympisch Comité sinds 1916 stond hij aan de basis van de Olympische Spelen in Amsterdam in 1928. Samen met de latere architect van het Olympisch stadion Jan Wils schreef hij het boek: *Gebouwen en terreinen voor gymnastiek, spel en sport: Handleiding voor den bouw, den aanleg en de inrichting*, Amsterdam s.a. [1924].

³⁵ Visser, H.R. & J.S. van Wieringen, *Kazematten in het Interbellum*, Amsterdam/Utrecht 2002.

³⁶ Visser, S.A., *Verdichten van beton met trilapparaten*, *Cement*, 29(1950)21-22, 480-484. ■



AMSTERDAMSCH FABRIEK VAN CEMENT-IJZERWERKEN / N.V. INDUSTRIËLE MAATSCHAPPIJ F.J. STULEMEIJER / HOLLANDSCHE MAATSCHAPPIJ TOT HET MAKEN VAN WERKEN IN GEWAPEND BETON. ALLE UIT HET TIJDSCHRIFT 'HET HUIS OUD EN NIEUW', JAARGANG 1910.



RONALD STENVERT

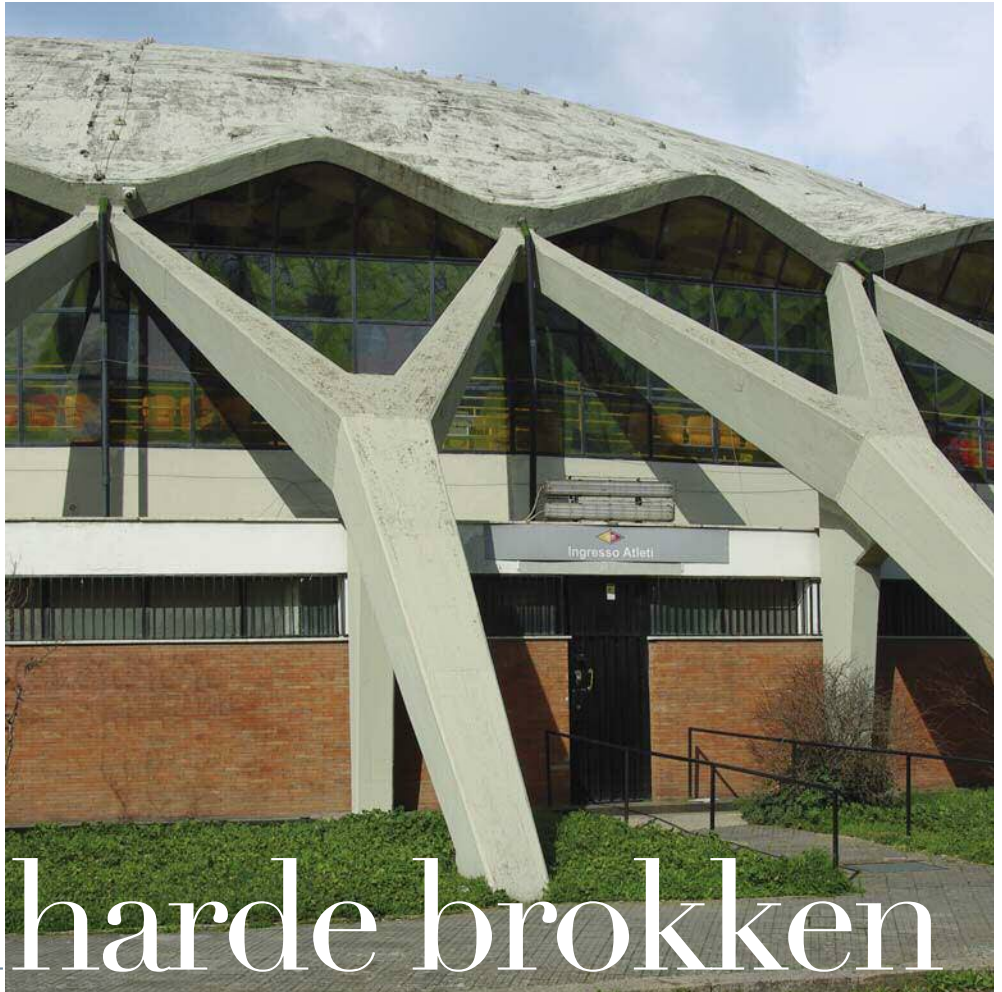
ARCHITECTUUR- EN BOUWHISTORICUS,
MEDEOPRICHTER EN FIRMANT VAN
BBA.BUREAU VOOR BOUWHISTORIE
EN ARCHITECTUURGESCHIEDENIST
TE UTRECHT

BOUWHISTORIE: GEWAPEND BETON DEEL 2

Stampen, spuiten & schokken

Steenharde brokken

In de eerste aflevering stonden de wortels van het gewapend beton en het begin van de betontechnologie centraal.¹ In deze tweede bijdrage wordt de aandacht gericht op de 'tweede betonrevolutie'. Innovaties van kort voor de Tweede Wereldoorlog, die dunnere en lichtere betonconstructies opleverden, kwamen met de wederopbouw tot volle bloei. Ook vernieuwingen op het gebied van de wapening, zoals voorspanning, gingen een rol spelen. Daarnaast zorgden een verbeterde betontechnologie en verwerkingsmethoden voor een harder beton dat fabrieksmatig geproduceerd kon gaan worden. Schaaldaken en schokbeton zullen hier de grootste aandacht krijgen, maar ook zal blijken dat verdergaande specialisatie op dit gebied leidde tot een toenemende scheiding tussen architect, ingenieur, constructeur en bouwer. Dit levert soms auteursproblemen op over wie de vorm 'werkelijk' bedacht heeft.



1 – ROME, PALAZETTO DELLO SPORT NAAR ONTWERP VAN PIER LUIGI NERVI, 1959.

Nog steeds tot de verbeelding sprekend, is het werk van de architect Pier Luigi Nervi (1891-1979). Deze Italiaan was een gelauwerd ontwerper van knap ontworpen betonconstructies, waaronder stadions en vliegtuighallen, en van het na de Tweede Wereldoorlog gebouwde grote Palazzo en het kleinere Palazetto dello Sport voor de Olympische spelen van Rome in 1960 (*figuur 1*).² Eén van zijn grote verdiensten was dat hij nog de kwaliteiten van zowel architect als constructeur in zich verenigde, een combinatie die inmiddels schaars was geworden. De voortschrijdende splitsing van taken maakt

het voor de architectuurhistoricus steeds moeilijker precies te achterhalen wie de auctor intellectualis van menig bouwwerk is. Niet zelden is er daarbij sprake van een esthetisch ontwerper, een uitvoerend architect, een constructeur, een ingenieurbureau, een al dan niet door een octrooi beschermd systeem, uitgevoerd door een licentiehoudende bouw-firma of tenslotte de grotere toevloed van kant en klare producten uit de betonfabriek.

Van planetarium tot fabriek

Eén van de hoogtepunten uit de vroeg betonbouw is de imposante Jahrhunderthalle te

Breslau (nu Wrocław, Polen) uit 1911³ met een koepel van 65 meter doorsnede. De hal werd gebouwd door de in 1865 te Karlsruhe als 'Zementwarenfabrik' gestichte bouwonderneming Dyckerhoff & Widmann. Deze firma werkte vanaf 1906 als vaste aannemer voor de firma Zeiss te Jena en de hieraan gelieerde Jenaer Glaswerke. Voor deze laatstgenoemde fabriek maakten ze in 1924 een gebouw met een koepel van 40 meter doorsnede en slechts zes centimeter dikte. Deze vernieuwende constructie bracht het gewicht van de koepel terug tot slechts twintig procent van die te Breslau. Dit werd bereikt door een schaal-

constructie die in verhouding dunner was dan een eierschaal.⁴

Walter Bauersfeld (1879-1959) van de firma Zeiss was twee jaar eerder, in 1922, begonnen met de ontwikkeling van een planetarium-projector. Om te kunnen projecteren, had hij een halfrond hemelgewelf nodig en dacht daarvoor aan een schaalconstructie. Op het dak van de Zeiss-fabriek bouwde hij een koepelvormige schaal van zestien meter doorsnede door ijzeren staven in driehoeksvormen met elkaar te verbinden, ze vervolgens van een dun ijzeren draadnet te voorzien en het geheel zowel van binnen als van buiten met enkele centimeters snelverhardend spuitbeton te bedekken. De firma Zeiss patenteerde dit procédé.⁵

Voor het ontwerp werkte Bauersfeld samen met Franz Dischinger (1887-1953) van de genoemde bouwonderneming. Samen construeerden ze een grotere versie van dit planetarium elders in Jena. Deze schaalconstructie met een doorsnede van 25 meter kwam in 1926 gereed en werd een voorbeeld voor vele andere planetaria in de wereld (figuur 2).⁶ In 1923 trad Ulrich Finsterwalder (1897-1988) tot de bouwonderneming toe. Beide concurrerende constructeurs legden zich toe op de ontwikkeling van schaalconstructies: Dischinger op tonschaaldaken en veelhoekige koepelconstructies en Finsterwalder op de ontwikkeling van de segmentvormige schaaldaken.⁷ Finsterwalder ontwikkelde ook een methode voor een rechthoekige schaal met een halve cilindervorm die zijn dwarsbelasting op de vier hoekpunten afdroeg door middel van gebogen wapeningsstaven in het vlak van de cilindervorm. Deze staven volgden de richting van de spanningsbanen (zogenoeten trajectoriënwapening).

Eenlaagse fabrieksgebouwen bestonden tot die tijd uit sheddaken met een steilere schuine zijde voorzien van een vensterstrook voor de lichttoetreding en een flauwhellend deel als dak. Dit laatste werd vervangen door een gebogen cilindersegment. De eerste belangrijke toepassing van dergelijke segmentvormige shedschalen geschiedde in 1933 bij de textiel-fabriek 'Grafa' te Buenos-Aires.⁸ Nadat in 1934 een vergelijkbare schaalconstructie van een vliegtuighal in Cottbus was bezweken, werden de tonschalen versterkt met knikribben.⁹ De in 1923 opgerichte 'Kuppelbau-GmbH' beheerde de patenten van wat bekend werd als het 'systeem Zeiss-Dywidag'. Ze verleenden licenties aan buitenlandse firma's. In Nederland blijkt de 'Nederlandse Maatschappij voor Havenwerken NV' (NMH) rond 1939 een licentie te bezitten.¹⁰ Een artikel in De 8 en Opbouw maakt hier melding van. Het artikel



3 – ARNHEM, TONSCHALEN VAN DE DRIEBEUKIGE STROLOODS VOOR DE ALGEMENE KUNSTZIJDE INDUSTRIE IN DE KLEEFSE WAARD, 1942.

2 – JENA, PLANETARIUM GEBOUWD VOLGENS HET ZEISS-DYWIDAG-SYSTEEM, 1926.

4 – NIJMEGEN, CONTINUESPINNERIJ VAN DE NYMA MET TWEE KEER VIER TONSCHALEN, 1948.



werd geïllustreerd met een door Derk Masse-link (1909-1982) ontworpen driebeukige stroloods van drie maal van 100 bij 25 meter in opdracht van de Algemene Kunstzijde Unie in de Kleefse Waard te Arnhem uit 1942 (figuur 3).¹¹

Gebogen schalen

Na de oorlog leverden schaaldaken een belangrijke bijdrage aan de grote vraag naar fabrieksruimte. Als belangrijke voordelen werden aangevoerd een geringer staalgebruik, grote brandveiligheid, weinig onderhoudskosten, ideale verlichting en last but not least 'een esthetische aantrekkelijkheid'. Ten gevolge van de financiële oorlogsafwikkeling was het octrooi op het systeem Zeiss-Dywidag eind 1949 vervallen verklaard. Toch bleef de NMH sterk

betrokken op dit gebied.¹² Met Marshallhulp bouwde men in 1948 voor de NYMA te Nijmegen een continuespinnerij met acht tonschalen (figuur 4).¹³ Het jaar daarop bouwde men voor de firma Bates Cepro Zakken Maatschappij N.V. te Velsen-Noord een fabrieksgebouw van twaalf segmentvormige schalen, waarbij het beton werd niet gespoten, maar 'aardvochtig' op de wapening werd aangebracht en handmatig werd afgewerkt met de plakspaan.¹⁴ De NHM bouwde ook in 1946-1947 naar ontwerp van J.D. Postma (1890-1960) de Ned. Am. Bandenfabriek Vredestein te Enschede en in 1952 de eveneens door Postma ontworpen J.B. Bussink's Koninklijke Nederlandse Koekfabrieken te Deventer. De berekeningen van deze schalen werden uit-

gevoerd door ingenieur Arend Maarten Haas (1898-1972), de toenmalige directeur van de bouwer die het werk uitvoerde.¹⁵ Haas was in 1949 gepromoveerd op de berekening van paddestoelvloeren en legde zich vooral toe op de berekening van schaalconstructies nadat hij 1953 hoogleraar te Delft was geworden.

In Hengelo was Gerrit Beltman jr. (1905-1967) in 1954 verantwoordelijk voor de realisatie van de fabriek van de Koninklijke Weefgoederenfabriek C.T. Stork & Co. (figuur 5). De berekening was van B.A. Sassen (1923-2000), die na zijn afstuderen bij Haas in Delft van 1952 tot 1959 aan bureau Beltman was verbonden.¹⁶ De bouw werd opnieuw uitgevoerd door de NHM. Dezelfde combinatie van architect, constructeur en aannemer stond ook in 1956 aan de basis van de nieuwe fabriek voor de Coöperatieve weverij en textielhandel De Ploeg te Bergeijk. Vermaard werd de fabriek doordat Gerrit Rietveld (1888-1964) voor de esthetische vormgeving werd ingeschakeld. Het verhaal dat Rietveld tijdens een studiereis naar Noord-Italië op het idee van de gebogen schaaldaken was gekomen, blijkt een fabel en is feitelijk onjuist. Als esthetisch adviseur beperkte Rietvelds invloed zich tot de lichte verdraaiing van de kopse gevels, het kleurenschema van de bekleding en de taalconstructie bij de ingangspartij (figuur 6).¹⁷

Staven onder spanning

Een tweede belangrijke ontwikkeling werd het toepassen van voorgespannen beton. De Fransman Eugène Freyssinet (1879-1962) kreeg hier in 1928 een patent op. Al eerder bestonden er patenten op aangespannen stalen

draden die in beton waren ingegoten, maar krimp en kruip van beide materialen maakte dat de spankracht al na korte tijd verloren ging. Freyssinet toonde aan dat blijvende voorspanning enkel mogelijk is met staal van een zeer hoge vloeigrens. Het normale bouwstaal dat in die tijd met St. 37 werd aangeduid, was daarvoor niet voldoende. Kort na de oorlog kwam hoogsterk staal beschikbaar, aangeduid als St. 90, dat bijna drie keer zo sterk was en, na aftrek van krimp en kruip, een flinke hoeveelheid effectieve trekkracht overhield.¹⁸ Sterker staal impliceerde echter ook harder beton en dat stelde extra eisen aan de samenstelling en de verdichting van het beton.

Voor kleinere constructieonderdelen als lateien, vloerbalken etc. wordt de wapening eerst op spanning gebracht (voorgerekte wapening) en in het beton gegoten. Voor grotere constructies maakt men eerst de betonconstructie met daarin kokers. In de kokers worden tot spankabels samengestelde wapeningstaven getrokken die door middel van vijzels op spanning worden gebracht (nagerekte wapening).¹⁹ De holten tussen koker en kabel worden vervolgens gevuld met grout (een mengsel van water en cement).

De eerste toepassing van voorgespannen beton in een fabriek dateert uit 1949 bij een door Dyckerhoff & Wildmann gebouwde weverij van Weber & Ott. te Forchheim.²⁰ Vermoedelijk het eerste Nederlandse fabrieksgebouw met voorspanning is de in 1954 geopende Cincinnati-fabriek voor gereedschapswerktuigen te Vlaardingen. Het architectenbureau Van Tijen en Maaskant was bij de uitvoering betrokken, maar het ontwerp stamde van de moedermaat-

schappij in Ohio (VS). De berekening voor de schalen met voorgespannen staven werd gemaakt door de latere Eindhovense hoogleraar Bartel Willem van der Vlugt (1923-2001) van de I.B.I.S. (Ingenieursbureau voor Industrie-Service).²⁰¹

Het jaar daarop, in 1955, kwam bij Oosterhout de nieuwe Jaminfabriek tot stand, eveneens met voorgespannen schaaldaken. In het proces keren een aantal bekenden terug. Architectonisch advies berustte bij D. Masselink, de uitvoering was in handen van de NHM en de berekeningen werden door A.M. Haas uitgevoerd. Deze laatste had in het kader van zijn hoogleraarschap een kartonnen model op schaal 1:10 laten maken, dat in het Instituto Técnico de la Construcción y de Cemento te Madrid werd beproefd.²² In 1961 publiceerde Haas een overzicht van schaalconstructies, waar naast diverse van de al genoemde schaalconstructies ook de melkfabriek te Hilversum van de in het ontwerp van melkfabrieken gespecialiseerde architectenfirma Martens & Kramer uit 1955 was opgenomen. Zij ontwierpen, eveneens met de I.B.I.S. als constructeur, het jaar daarop een kleinere variant in Heiloo (figuur 7).²⁴

De toen net gefuseerde textielfirma Nijverdal-Ten Cate te Almelo liet in 1952 de hele firma doorlichten door het Zwitserse textieladviesbureau Gherzi. Dit bureau was in 1948 begonnen met het aanbieden van kant en klare bouwkundige oplossingen en leverde de ontwerpen voor zowel een weefhal in Almelo als in Nijverdal. De firma Van Heek & Co. te Enschede, ooit de grootste werkgever van Nederland, kon niet achterblijven en nam in

5 - HENGELO, SHEDSCHALEN VAN DE KON. EEFGOEDERENFABRIEK C.T. STORK & CO., 1954.



6 - BERGEIJK, SHEDSCHALEN VAN DE WEVERIJ DE PLOEG MET ESTHETISCH ADVIES VAN GERRIT RIETVELD, 1956.





7 – HEILOO, INTERIEUR MET TONSCHALEN VAN DE CAMPINA-FABRIEK, 1955.

1958 eveneens een dergelijke weefhal in gebruik. Gherzi zorgde opnieuw voor het plan en voor de enorme airconditioning-installatie met manshoge luchtkokers. De uitvoering geschiedde door het Enschedese aannemersbedrijf Van Egteren & Zn. dat de voorgespannen balken ter plekke op de bouwplaats goot, afspande en vervolgens in de constructie takelde. Op de balken kwamen prefab dakplaten van bimsbeton te liggen (*figuur 8*).²⁴ Op deze manier werd eveneens een relatief licht geconstrueerde hal gerealiseerd. Lang heeft de firma niet van hun toen hypermoderne weefhal kunnen profiteren, want in 1967 ging ze failliet. Ook het hoogtepunt van de schaalconstructies was toen voorbij ten gevolge van de loonronden uit het begin van de jaren zestig die de voor de schaaldaken benodigde tijdsintensieve bekistingen te duur maakten.²⁶

Hard als schokbeton

Op 4 juli 1935 kreeg Gerrit Lieve (1888-1944) een octrooi op betonverdichting door middel van schokken.²⁷ In 1932 had hij samen met Matthijs Elias Leeuwrik (1900-1980) de N.V. Schokbeton opgericht. Het principe van het schokken is verdichting zonder ontmenging, zoals ook een zak suiker door enkele keren op tafel stoten inklinkt. Ellipsvormige wielen onder een schoktafel met daarop een kist vol aardvochtige beton zorgen voor deze schokken en voor een mechanische verdichting. Dit

levert meer dan anderhalf keer de sterkte van gewoon beton op. Andersom kan met een kleine doorsnede eenzelfde sterkte bereikt worden en dat is voordelig bij het maken van de betonnen kozijnen. In het begin legde Schokbeton zich toe op de productie van kleinere prefabelementen. Vanwege hun grote dichtheid worden ze tot de hardbetonproducten gerekend.²⁸ Schokbetonnen stalvensters werden toegepast

bij de boerderijen in de nieuwe Wieringermeerpolder. Wel was het van belang om van te voren precies te bepalen waar de gaten, pluggen en draadeinden moesten komen, in een tijd vóór de uitvinding van de hamerboor. Schokbeton in Zwijndrecht startte begin 1940 met de productie van elementen voor de afbouw van de Rivierahal van de door S. van Ravesteyn (1889-1983) ontworpen Rotter-



8 – ENSCHEDE, GHERZI-WEEFHAL VAN DE FIRMA VAN HEEK & CO., 1958.



9 ◀ - ROTTERDAM, DE IN 1972 GESLOOPTE UITZICHTTOREN VAN DE DIERGAARDE BLIJDDORP SCHUIN NAAR BOVEN GEZIEN, UIT HET NIEUWE DIERGAARDE BOEK.

11 ▶ - ENSCHEDE, TORENBEKRONING VAN HET STATION MET HARDBETONNEN ARTISTONE SIERELEMENTEN VAN DE FIRMA METEOR UIT DE STEEG, 1949-1950.

10 ▼ - ROTTERDAM, DETAIL VAN DE RIVIËRAHAL IN DE DIERGAARDE BLIJDDORP MET SCHOKBETON VENSTERS EN LICHT PAARS GEKLEURD SCHOKCRETE SIERBETON.



damse Diergaarde Blijddorp. Naast schokbetonvensters werden ook elementen geproduceerd die als montagebouw op de bouwplaats tot grotere delen werden samengesteld (figuur 9).²⁹ Daarbij leverde de firma betonnen elementen, die op de in het zicht komende oppervlakten van een extra deklaag waren voorzien. Natuursteengruis werd daarin verwerkt, zoals dat ook al langer bij sierbeton gebeurde, waarna de oppervlakte een speciale nabewerking kreeg (figuur 10). Schokbeton bracht dit sier-

beton op de markt onder de naam Schokcrete.³⁰ Ondanks het octrooi van Schokbeton gingen ook andere betonfabrieken hun eigen hardbeton en sierbeton produceren. Een belangrijke concurrent was de in 1931 gestichte betonfabriek De Meteor in De Steeg, die naast Stelconplaten (hardbetonplaten met een stalen rand) vanaf 1938 sierbeton onder de naam Artistone ging produceren. In 1946 blijken diverse firma's beton-kunststeen te leveren, met namen als Ostalon, Articon en Colcret.³¹

Later kwam daar nog Bastolite Sierbeton bij van de firma Bastolite te Oudenbosch.³²

Niet alle hardbeton blijkt Schokbeton. Zo worden leveringen van betonelementen voor het Rotterdamse Groothandelsgebouw (1949-1950) zowel in het jaarverslag van Schokbeton als in het jubileumboek van de Meteor genoemd.³³ Uit dit laatste boek blijkt ook dat De Meteor ook de betonelementen leverde voor het door H.G.J. Schelling (1888-1978) ontworpen station van Enschede uit 1949-1950. Voor dit en enkele andere stations experimenteerde Schelling met diverse toeslagstoffen, waaronder gemalen baksteen en glas (figuur 11).³⁴ Uiteindelijk was het aanbod aan betonwaren dermate groot dat de in 1922 opgerichte Bond van Fabrikanten van Betonwaren in 1957 een compendium van de betonproducten uitgaf, helaas zonder verwijzingen naar de afzonderlijke producenten.³⁵

Onder leiding van Leeuwrik maakte Schokbeton na de oorlog een enorme bloei door, van 32 werknemers in 1933 tot 1090 in 1950. Dit kwam door bijna on-Nederlandse ambitieuze projecten, zoals een slechts ten dele gerealiseerd plan uit 1953 voor de bouw van een geheel nieuw stadsdeel aan Accra in de Goudkust (nu Ghana) vol systeemwoningen en een wel gerealiseerd project uit 1957 voor prefabgebouwen op militaire vliegbasissen op Groenland en IJsland.³⁶ Met het oog op de toekomstige ontwikkeling in de nieuwe IJsselmeerpolders werd in 1947 een tweede vestiging te Kampen gesticht.³⁷ Daar werd in 1950 geëxpe-



12 - OUDEMIRDUM, LUCHTWACHTTOREN VOLGENS HET RAAT-SYSTEEM, 1953. FOTO 2009

rimenteerde met een proefwoning volgens het bouwsysteem Raatbouw, dat door de Friese architect Marten Zwaagstra (1895-1988) was ontwikkeld. Indien gewenst konden de raten met betongtegels gevuld worden. Als woningbouwsysteem had het geen succes, maar het werd wel in 1953 succesvol toegepast bij de bouw van 138 luchtwachtstorens voor een netwerk van uitkijkposten voor het Korps Luchtvaart Dienst (figuur 12).³⁸ Ook produceerde Schokbeton onder meer in 1950-1954 de gevelelementen voor de elektriciteitscentrales in Harculo bij Zwolle, Hemweg, Geertuidenberg en Buggenum. Hun grootste opdracht was de bouw van ruim 900 montage-schuren in de Noordoostpolder. In 1949-1950 werd een eerste serie van ruim honderd geproduceerd, in 1951-1953 gevolgd door een tweede serie en in 1954-1958 een derde serie, waarvan er ook nog ruim 200 in Oostelijk Flevoland gebouwd werden. Een montagestal met gemiddeld 180 betonelementen, inclusief een aantal gelamineerde houten spanten, kon met een team van zes man en één kraan in drie dagen op een van te voren gestorte fundering gemonteerd worden (figuur 13).³⁹

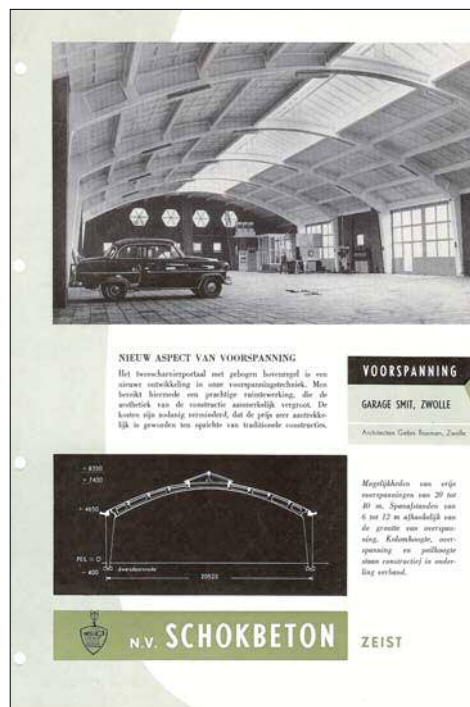
Hoewel ze nog jaren lang betonelementen bleven produceren (figuur 14), richtten ze zich vanaf 1950 ook op voorgespannen spantconstructies, nadat ze een licentie voor het systeem Freyssinet hadden verworven. Voor de ontwikkeling trokken ze Bernardus Hermanus Henricus Zweers (1900-1967) als adviseur aan. Hij was hoogleraar utiliteitsbouw in Delft van 1946 tot 1965 en ontwierp naast voorgespannen boogspanten ook tweescharnierportalen met voorspanning. Hoeveel er daarvan zijn gebouwd en nog bestaan is helaas onbekend (figuur 15). In 1960 opende Schokbeton een nieuwe vestiging in Vianen speciaal voor de productie van grote wandelementen ten behoeve van de zware montagebouw die in die tijd tot ontwikkeling kwam voor de productie van seriematige galerijflats. In 1968 leverden ze de gevelplaten voor de kantoortoren van de uitbreiding van het Bouwcentrum in Rotterdam dat in 1947 door de Stichting Ratiobouw in het leven was geroepen als coördinatiepunt van de wederopbouw. Die wederopbouw kon in 1968 echter als afgesloten beschouwd worden.

Verkruijmen in turbulente tijden

Voor de viering van hun 75-jarig jubileum in 1966 liet Philips door L.C. Kalf (1897-1976) en L. de Bever (*1930) een expositiegebouw ontwerpen. Dit Evoluon lijkt op een vliegende schotel en bestaat uit een bovenbouw van betonelementen en een voet van twaalf V-vormige poten. Deze poten werden in het werk gestort. Schokbeton leverde de drie maal 100



13 – LELYSTAD, MONTAGESCHUUR UIT DE NOORDOOSTPOLDER, NU IN HET NIEUW LAND ERFGOEDCENTRUM, 1949-1953. FOTO 2006



15 – BROCHURE SCHOKBETON OVER VOORGESpanNEN SPANTEN MET DAARTUSSEN BIMS-BETONPLATEN, 1954.



14 – AMSTERDAM, CHR. LAGERE EN MIDDELBARE TECHNISCHE SCHOOL PATRIMONIUM AAN DE VROLIKSTRAAT MET EEN BETONSKELET EN BEKLEDING MET SCHOKBETONELEMENTEN, 1956-1957. FOTO 2009



16 – HENGELO, SLOOP VAN DE SHEDSCHALEN VAN DE KON. WEEFGOEDERENFABRIEK, 2008. FOTO 2008 JAAP KROMMENDIJK

schalen voor ieder van de drie ringen van de onderschotel. De firma Abex uit Hoogkerk produceerde de ruim 800 dakelementen van de bovenkoepel.⁴⁰

De opvallende vormgeving leidde tot keuze voor schalen in een tijd dat de bouw daarvan normaal gezien te duur was geworden. Nadat in 1989 het museum over wetenschap en techniek in het Evoluon werd gesloten, zag het er

enige tijd somber voor het gebouw uit, maar het bleef gelukkig behouden. Dat geldt niet voor vele andere gebouwen die in hun tijd als belangrijke constructies werden beschouwd, maar inmiddels in de vergetelheid zijn geraakt. Zo wordt de hier afgebeelde stroloods in Arnhem – de oudste tonschaalconstructie in Nederland – bedreigd. Ook de melkfabriek in Heiloo en de weefhal in Enschede zijn hun

toekomst niet zeker. Hier wrekt zich hier het feit dat bij het onderzoek naar de wederopbouw wel categorieën gebouwen onder de loep zijn genomen, maar onderzoek naar constructies is vergeten. Dit leidt ertoe dat in de Wederopbouw top-100 wel de shedschaalconstructie te Bergeijk wordt beschermd,⁴¹ maar zijn directe voorbeeld uit Hengelo recentelijk ongedocumenteerd werd gesloopt (figuur 16).

Noten

¹ Stenvert, Ronald, 'Stampen, spuiten en schokken I: Gestolde massa', *Vitruvius*, 3(2009)10, 22-29.

² Huxtable, Ada Louise, Pier Luigi Nervi: *The masters of world architecture series*, New York 1960. Zie ook: Oosterhoff, J., *Constructies: Momenten uit de geschiedenis van het overspannen en ondersteunen*, Delft 1980.

³ Gebouwd naar ontwerp van Max Berg (1870-1947) ter herdenking van de Slag bij Leipzig in 1813. Na 1945 Hala Ludowa genoemd en sinds 2006 Unesco-monument.

⁴ Klass, Gert von, *Weit spannt sich der Bogen 1865-1965: Die Geschichte der Bauunternehmung Dyckerhoff & Widmann*, Wiesbaden 1965, 68-70. Het ging om 1467 ton ten opzichte van slechts 325 ton.

⁵ Kurze, Bertram, *Industriearchitektur eines Weltunternehmens: Carl Zeiss 1880-1945*, Erfurt 2006, 64. In 1922 kregen ze een patent op 'Knotenpunktverbindung für eiserne Netzwerke'. Gebruikt werd een machine die Carl Weber in 1919 had uitgevonden om een droog mengsel van snelverhardend beton te kunnen spuiten. Zijn firma ging Torkret AG heten en het proces van spuitbeton werd in Duitsland bekend werd als Torkretverfahren.

⁶ De op het Romeinse Pantheon geïnspireerde architectuur was van de architectenfirma Schreiter & Schlag uit Jena. Deze huisarchitecten van Zeiss waren ook betrokken bij de Venlose Nedinsco-fabriek (een dochterfirma van Zeiss). Zie: Hermans, Frans, *De Nedinsco-fabriek in Venlo 1921-2008: Monument van het Modernisme*, Venlo 2008.

⁷ Hij promoveerde hierop in 1930. Finsterwalder, Ulrich, *Die querversteiften zylindrischen Schalen-gewölbe mit kreissegmentförmige Querschnitt*, Berlin 1933.

⁸ Ontworpen door Hubert Rüschi (1903-1979), hoofdingenieur aan de Argentijnse vestiging van Dyckerhoff & Widmann. Von Klass 1965, 78.

⁹ Dischinger, Fr. e.a., *Neues Bauen in Eisenbeton: Herausgegeben vom Deutschen Beton-Verein*, Berlin 1938 (tweede druk), i.h.b. 62-74.

¹⁰ Nederlandsche Maatschappij voor Havenwerken N.V., *Daken in betonschaalbouw: Systeem 'Zeiss-Dywidag'*, Amsterdam s.a. (circa 1939). De firma was in 1912 opgericht.

¹¹ Weiden, P.A. van der, *Schaalconstructies*, De 8 en opbouw, 13(1942), 141-146. De auteur had onder meer de betonconstructies voor de AVRO-studio in 1936 berekend. Stro werd gebruikt als surrogaatmateriaal voor het schaarse naalddhout voor de winning van cellulose ten behoeve van de kunstzijdeproductie, maar was volumineuzer en leverde minder cellulose op.

¹² Bloem, H., *Betonnen schaaldaken*, Cement, 5(1953), 78-79, 209-211.

¹³ Naar ontwerp van de architectencombinatie Zanstra, Giesen en Sijmons. Stenvert, Ronald, Voormalige N.V. Kunstzijdespinnerij NYMA, Winselingsweg 12-16 en 41, Nijmegen, Bouwhistorische verkenning, Utrecht 2006.

¹⁴ Schrier, W. van der, *Schaaldaken en fabriek voor de papierverwerkende industrie, uitgevoerd met daken in betonschaalbouw*, Cement, 1(1949), 220-226.

In 1936 vestigde de fabriek van papieren zakken zich in de nabijheid van de ENCI cementfabriek.

In 1949 stichtten ze een tweede fabriek nabij de CEMIJ fabriek van hoogovencement. De fabriek nabij de staalhaven in IJmuiden is inmiddels weer verdwenen.

¹⁵ Postma, J.D., *Moderne fabrieksbouw te Deventer*, De Ingenieur, (1953), B73- B76. De bouwer was de N.V. Ned. Aann.mij v/h Fa. H.F. Boersma, later Nedam genoemd.

¹⁶ Stenvert, Ronald, *Ontwerpen voor wonen en werken: 125 jaar bureau Beltman*, Utrecht 1996.

¹⁷ Ook in Kuipers, Marieke (red.), *Toonbeelden van de wederopbouw: Architectuur, stedenbouw en landinrichting van herrijzend Nederland*, Zwolle 2002, 106-107 wordt deze fabel nog ten tonele gevoerd.

¹⁸ St. 37 heeft een trekkracht van 37-45 kg/mm²; St. 90 staal van 90-100 kg/mm² waarvan 55 kg/mm² voorspanning leidt tot 40 kg/mm² effectief.

Kokje, J.K.J., *Schaaldaken in voorgespannen beton volgens het voorspanstelsel 'Dywidag'*, Cement, 6(1954)19-20, 329-332.

¹⁹ Bruggeling, A.S.G. mmv J.A.H. Hartmann & J.C. Meischke, *Voorgespannen beton*, Delft 1950.

²⁰ Joedicke, Jürgen, *Schalenbau: Konstruktion und Gestaltung*, Hilversum 1962.

²¹ Maaskant, H.A., *Voorgespannen schaaldaken: Nog eens het oude probleem: ijzer of beton?*, Bouw, 9(1954)I, 370-375, 504-507.

²² Haas, A.M., *Ontwerp en berekening van schaaldaken in voorgespannen beton voor 2 x 40 m overspanning*, De Ingenieur, 68(1956)15, 35-44; Baas, J.G., *Over de uitvoering van de voorgespannen schaaldaken van de fabriek voor de N.V. C. Jamin te Oosterhout (N.Br.)*, De Ingenieur, 68(1956)20, 47-53; W[erf], A. van der, *Voorgespannen schaaldaken te Oosterhout*, Katholiek Bouwblad, 24(1956-1957)16, 253-254, 269-271; Bruins, G. & A. van der Zoo de Jong, *De fabriek van C. Jamin N.V. te Oosterhout (N.Br.)*, Cement, 10(1958), 799-803 en Garcia, Rafael & Maria Teresa Valcarce, *Cylindrical Shed Construction: The Shell Roof on te Jamin Factory at Oosterhout, Netherlands*, in: Kurrer, Karl-Eugen, Werner Lorentz & Volker Wetzke, *Proceedings of the Third International Congress on Construction History*, Cottbus 2009, 647-654.

²³ Haas, A.M., *Betonnen schaalconstructies in Nederland*, Cement, 13(1961), 421-453.

²⁴ Stenvert, Ronald, *Campinafabriek, Kanaalkweg 32, Heiloo, Bouwhistorische verkenning met waardstelling*, Utrecht 2009.

²⁵ Stenvert, Ronald, Weverij Van Heek & Co., Lage Bothofstraat 159-175, Enschede, Bouwhistorisch rapport, Utrecht 2009. Het adviesbureau werd in 1929 gesticht door Giuseppe L. Gherzi (1902-1992). Bim beton is een lichtgewichtbeton met als

toeslagstof poreus vulkanisch gesteente. Bim-betonplaten zijn al vanaf 1916 op de markt.

²⁶ Dat weerhield Haas er overigens niet van om zijn berekeningsmethoden verder te verfijnen: Haas, A.M., *Design of thin concrete shells: Vol. 1 Positive Curvature Index*, New York/London 1962 en Vol. 2 Negative Curvature Index, New York/London/Sidney 1967.

²⁷ Octrooi no. 36029. Zuijnen, Lucas van, *Schokbeton is Superbeton*, do.co.mo.mo-nl nieuwsbrief, 3(2003)6, 16-19. Bij de brand op 13 mei 2008 bij Bouwkunde in Delft is een doos met onderzoeksmateriaal over Schokbeton verloren gegaan, verzameld door Lucas van Zuijnen voor zijn artikel. Het Stadsarchief Dordrecht bezit het archief van de N.V. 'Schokbeton' (Toegangsnummer 517), maar dit is nog ongeinventariseerd en daardoor ontoegankelijk.

²⁸ K., *Schokbeton*, Gewapend Beton, 24(1936)6, 81-90.

²⁹ Ginkel-Meester, Saskia van & Ronald Stenvert, Rivierhul Blijdorp, Van Aerssenlaan bij 47, Rotterdam: *Bouwhistorische verkenning en kleuronderzoek met waardstelling*, Utrecht 2008.

De schokbetonelementen werden tegen het staalskelet van de toren gemonteerd. De toren is in 1972 gesloopt.

³⁰ Bonnema, Tj. & J.J.M. Vegter, *Kennis van Bouwstoffen: Kunststeen II: Niet gebakken kunststeen, artikelen van asbest-cement en beton*, Deventer 1946 106-110.

³¹ Scharroo, P.W., *Betonkalender voor 1945-1946*, Amsterdam 1945 (33ste druk), 50-51.

³² Verschuyf, P.J. & O. Jelsma, *Catalogus voor de Bouwwereld 1955*, 's-Gravenhage 1955, 32.

³³ Elias, E., *50 jaren Meteor beton: 1907-1957*, De Steeg 1957.

³⁴ Schelling, H.G.J., *Enkele mededelingen in verband met het nieuwe stationsgebouw te Enschede*, Cement, 39(1951)1-2, 12-17. Zie ook: Nijland, Timo G., *Van Doornikse kalksteen tot beton 'als het definitieve materiaal': Het materiaalgebruik van spoorwegarchitect H.G.J. Schelling*, Bulletin KNOB, 108(2009)5/6, 210-216.

³⁵ Bond van Fabrikanten van Betonwaren in Nederland, *Betonwaren*, Amsterdam 1957 (tweede druk 1964).

³⁶ Schokbeton, N.V., *Survey report on the development of the schokbetonprocess in the Gold Coast*, Zeist 1952 en Wolbeer, H.J., *Schokbeton in de Poolstreken: Bij de aanleg van Amerikaanse luchtbases*, Bouw, 12(1957), 310-313.

³⁷ Meijn, S.J., *Een na-oorlogse industrie te Kampen [Schokbeton]*, Kamper Almanak, (1954-1955), 208-224. De Kampense vestiging werd in 1982 gesloten.

³⁸ Kruidenier, Michiel, *Militair Erfgoed: Categorieaal Onderzoek Wederopbouw 1940-1965*, Zeist 2007.

³⁹ Eck, A.D. van, *Boerderijenbouw in de Noordoostpolder: Landbouwschuren in montagebouw*, Bouw, 4(1949), 690-709.

⁴⁰ www.evoluo.org.

⁴¹ Santen, Jacqueline van e.a., *Monumenten van Herrezen Nederland*, Amersfoort 2007, 55. ■