

ERFGOED BRUSSEL



Een publicatie van het Brussels
Hoofdstedelijk Gewest



DOSSIER
DE KUNST VAN HET BOUWEN

N°003 - 004
SEPTEMBER 2012



SPECIAAL NUMMER
OPEN MONUMENTENDAGEN
BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST



Bouwen met ijzer en glas

INNOVATIES IN DE 19DE EEUW

INE WOUTERS

Dr. ingenieur-architect, professor aan de Vrije Universiteit Brussel.

LEEN LAURIKS

Ingenieur-architect, doctoraal onderzoeker aan de Vrije Universiteit Brussel.

Technische innovaties gebaseerd op nieuwe inzichten op het vlak van chemie en materialenkennis leidden in de 19de eeuw niet alleen tot nieuwe bouwkundige toepassingen maar tot geheel nieuwe typologieën: winkelgalerijen en grootwarenhuizen, overdekte markten en serres, stations- en tentoonstellingshallen,... Transparantie en lichtheid zijn de sleutelwoorden van deze nieuwe architectuur. Het jonge België speelde een vooraanstaande rol in dit proces, dankzij zijn moderne industrie en gedreven door zijn ambitie om als een volwaardige natie beschouwd te worden.

In 1817 kwam de Schotse botanicus John Claudius Loudon op het idee om een plantenserre te ontwikkelen waarbij de glasplaten van het dak ondersteund werden door ijzeren glasroedes. De grote transparantie die Loudon hiermee bereikte, oogste veel bewondering en zette 19de-eeuwse architecten ertoe aan ijzer en glas te gebruiken bij het bouwen van winkelgalerijen en wintertuinen. De wereldtentoonstellingen die vanaf 1850 systematisch georganiseerd werden, zorgden niet alleen voor de verspreiding van kennis en kunde, maar de internationale competitiegeest leidde ook tot stoutmoedige ontwerpen die elkaar overtroffen in grootte, transparantie en efficiëntie. Ook de vorsten van het jonge België wedijverden mee in deze competitie en gunden opdrachten voor grootse ontwerpen, die Brussel in de schijnwerpers plaatsten.

Koninklijk Legermuseum,
Luchtvaarthal,
draagconstructie bestaande
uit achter elkaar geplaatste
grote vakwerken (© Koninklijk
Museum van het Leger en de
Krijgsgeschiedenis).

INNOVATIES IN IJZER

Gietijzer* werd op het einde van de 18de eeuw voor het eerst in Engeland gebruikt voor bouwkundige toepassingen. De uitvinding van de hoogoven

(waarbij hout als brandstof vervangen werd door cokes) zorgde voor een verbetering van de kwaliteit van het ruwe ijzer waarmee gietijzeren elementen werden vervaardigd en maakte het productieproces ook goedkoper. Het werd technisch haalbaar en economisch verantwoord om grote elementen te gieten. De meerderheid van de Belgische productie bestond uit de vervaardiging van spoorrails. Toen het Belgische spoorwegennet in 1838 grotendeels uitgebouwd was, leverde België nog wel spoorwegrails aan de ons omringende landen, maar overproductie deed de prijs dalen. Vandaar dat het materiaal gietijzer vanaf de jaren 1840 toegankelijker werd voor gebruik in gebouwen. In de bouw-

Mede door het gebruik in de boilerindustrie en de ontwikkeling van de klinknageltechnologie vanaf 1840 deed smeedijzer langzaam zijn intrede in grootschalige bouwwerken.

kundige toepassingen werden de grote vormvrijheid door het gietprocédé, de hoge druksterkte en de onontvlambaarheid als troef uitgespeeld. Gietijzer werd gebruikt om kolommen en balken te gieten voor brandveilige industriegebouwen zoals de typische *fireproof mills*,* een typologie die rond 1810 op punt werd gesteld in Engeland. Bij het bouwen van de grote Brusselse opslagplaats *Le Grand Entrepot*, grenzend aan het kanaal van Charleroi, het Groot Dok en de spoorweg naar Mechelen, gebruikte architect Paul Spaak dit Engelse *fireproof* constructieprincipe in 1843-1847. Deze havenopslagplaats werd in 1910 afgebroken, maar op de oorspronkelijke plannen is nog terug te vinden hoe het gietijzeren skelet is opgebouwd uit holle, cilindervormige gietijzeren kolommen die visbuisvormige gietijzeren balken dragen.

De brosheid en de lage treksterkte zijn zwakke punten van het materiaal gietijzer. Smeedijzer*, dat in de 19de eeuw geproduceerd werd in de puddeloven*, scoorde beter op deze twee eigenschappen. De deegachtige ijzermassa uit de puddeloven werd gehamerd en gesmeed tot bandijzer en na ontwikkelingen in de walsen geprofileerd tot L-,

U- en I-profielen. In het begin van de 19de eeuw werd smeedijzer op kleine schaal gebruikt voor het maken van onder andere verbindingsijzers voor houtconstructies en strippen om gietijzeren balken lokaal te versterken.

Mede door het gebruik in de boilerindustrie en de ontwikkeling van de klinknageltechnologie* vanaf 1840 deed smeedijzer langzaam zijn intrede in grootschalige bouwwerken. Zo heeft de bouw van de eerste smeedijzeren spoorwegbrug over de rivier *Menai Strait* in 1848 het gebruik van smeedijzer als constructiemateriaal gestimuleerd. De Engelse ingenieur William Fairbairn ontwierp de brug in de vorm van een koker, samengesteld uit geklinknagelde smeedijzeren platen. Fairbairn bouwde verschillende prototypes en deed tests om de sterkte van het materiaal en de verbinding te onderzoeken. Toch duurde het tot 1860 voordat smeedijzer systematisch werd ingezet voor structurele elementen

op grote schaal waar er een trek- of buigsterkte nodig was, zoals in balken. Door de chemische samenstelling van de gebruikte ertsen in België was het smeedijzer goed walsbaar. De Belgische gewalste I-profielen, waarvan de voornaamste productiesites in Wallonië lagen, werden dan ook in grote hoeveelheden uitgevoerd over de hele wereld, ondanks hun lagere kwaliteit.

In Brussel werd smeedijzer relatief vlug ingevoerd in het bouwproces. Het dakspant van het *Grand Entrepot* (1843-1847), de boogspanten van de Sint-Hubertusgalerij (1846-1847) en de *Victoria Regia-serre* (1854) zijn slechts enkele vroege getuigen.

Via de Siemens-Martinoven* en de Thomasconvertoer* kon er vanaf 1880 staal* geproduceerd worden met een homogene samenstelling en een hogere treksterkte dan smeedijzer. Gezien smeedijzer en staal nauwelijks visueel van elkaar kunnen onderscheiden worden en men tussen 1880 en 1900 beide materialen gebruikte, is het moeilijker om de vroege toepassingen in staal te identificeren. De *Forth Rail Bridge* (1890) nabij Edinburgh wordt genoemd als een van de eerste grote verwezenlijkingen in staal.

INNOVATIES IN GLAS

Bovenstaande ontwikkelingen waren onder andere mogelijk door een verbeterd inzicht in chemie en materialenkennis. Een ander materiaal dat dankzij deze nieuw verworven kennis verbeterde, was glas. Door nieuwe inzichten in de chemische bindingen en processen kon soda, dat naast zand en kalk nodig is voor de productie van glas, op een industriële manier vervaardigd worden. Daardoor hoefde men geen potas meer te gebruiken, dat ondertussen een duur product was geworden door de houtschaarste. De uitvinding van het Leblancproces* (eind 18de eeuw) om industrieel soda te vervaardigen verbeterde zowel de kwaliteit als de helderheid van het glas. De Belgische scheikundige Ernest Solvay vond in 1863 een goedkoper en milieuvriendelijker proces uit om soda te vervaardigen. Met het Solvayproces* veroverde hij de wereldmarkt en wist hij zich op te werken tot een rijke industrieel. Niet alleen door zijn uitvinding, maar ook door later gegunde architectuuropdrachten schonk de familie Solvay aan Brussel enkele pareltjes van glas- en staalarchitectuur. Voorbeelden daarvan zijn het Hotel Solvay, in 1894 ontworpen door Victor Horta, en het *Sociologisch Instituut*, in 1902 ontworpen door de architecten Constant Bosmans en Henri Vandeveld, later de Solvay-bibliotheek vernoemd.

Van de twee procedés die in de 19de eeuw vaak gebruikt werden om glas te vervaardigen werd cilinderglas in België het meest gebruikt voor de toepassing van vensterglas. Cilinderglas werd vervaardigd door een verhitte glasbol te blazen, deze te verlengen tot de vorm van een cilinder, hem open te snijden en ten slotte op een tafel vlak te strijken tot er een glasplaat ontstond. De afmetingen van de glasplaat werden bepaald door de kracht van de glasblazer. Aangezien de werktuigen in de loop van de 19de eeuw verbeterden, kon ook de grootte van de glasplaat toenemen: van 60 x 36 cm in 1825 tot 144 x 96 cm in 1870. De verbeteringen in de oventechnologie kwamen de productie ten goede, die aan de constant stijgende vraag moest beantwoorden. Tussen 1840 en 1900 steeg de productie van Belgisch vensterglas op een spectaculaire

manier van 5 naar 170 miljoen ton, goed voor een zesde van de wereldproductie. Traditioneel werd vensterglas in houten schrijnwerk bevestigd. John Claudius Loudon verving in 1817 als eerste de houten glasondersteuning door een smeedijzeren profiel. De smeedijzeren glasroedes boden meerdere voordelen. Enerzijds leidde hun slankere vorm tot een groter lichtrendement in de serre. Anderzijds is smeedijzer goed vervormbaar; daardoor kon de kromming van het glasdak van de serre beter afgestemd worden op de invalshoek van de zon. Deze uitvinding van Loudon werd vlug opgepikt door architecten in hun zoektocht naar licht, ruimtelijkheid en transparantie.

NIEUWE TYPOLOGIEËN

De veranderende productiemethodes hadden niet alleen invloed op de materialen. Er ontstonden ook nieuwe architectuurtypologieën, zoals stations, winkelgalerijen, grootwarenhuizen, wintertuinen, expositiehallen en grootchalige fabrieken.

De winkelgalerij

De aannemer-architect P.V. Piau pikte in op de smeedijzeren glasroede die Loudon had ontwikkeld. Hij ontwierp het glazen dak voor de *Muntgalerij*, gebouwd tussen 1820 en 1822. Deze eerder bescheiden passage overspande 2,5 m en was 25 m lang. Ze verbond het Muntplein met de Schildknappenstraat. Tijdens de metrowerken van 1960 werd de galerij afgebroken. De Franse architect Pierre François Fontaine ontwierp in 1828-1830 in Parijs de eerste overdekte winkelgalerij, *Galerie d'Orléans*, die deel uitmaakte van de *Galleries du Palais Royal*. Ook deze galerie is ondertussen afgebroken, maar ze was in de 19de eeuw een belangrijke inspiratiebron voor architecten. Zo bouwde de architect Jean-Pierre Cluysenaar (1811-1880) in 1846-1847 de Sint-Hubertusgalerij in Brussel (afb.1). Deze galerij bood behalve aan prestigieuze winkels ook onderdak aan een theaterzaal.

De Sint-Hubertusgalerij is drie bouwlagen hoog. Deze ruimtelijkheid onderscheidt haar van haar voorgangers. De smeedijzeren constructie die het



Afb. 1

Sint-Hubertusgalerij, in 1846-1847 gebouwd door Jean-Pierre Cluysenaar (A. de Ville de Goyet, 2012 © MBHG).

**Afb. 2**

Glaskap van de Sint-Hubertusgalerij. De smeedijzeren boogspanten uit bandijzer staan op een tussenafstand van 40 cm (foto auteur 2010).

glasdak draagt, bestaat uit een opeenvolging van 444 boogspanten, op kleine tussenafstand van elkaar geplaatst, die samen een tongewelf vormen. Het is de breedte van de glasplaat die de tussenafstand van de boogspanten bepaalt, namelijk 40 cm. Het dragende boogspant, gefabriceerd in de ateliers van *Le Grand Hornu*, is opgebouwd uit een gebogen bandijzer van amper 50 mm hoog en

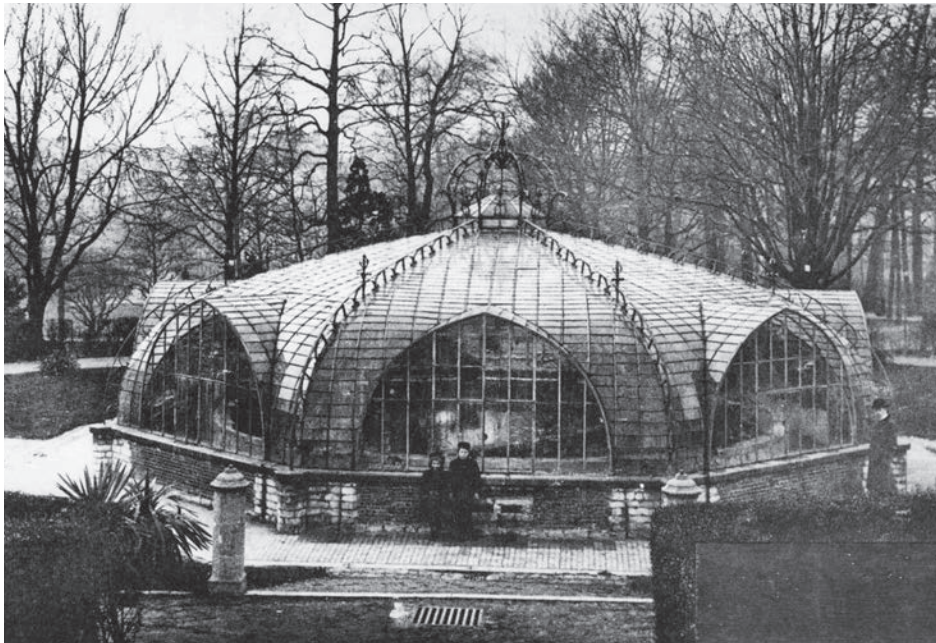
De Sint-Hubertusgalerij is drie bouwlagen hoog. Deze ruimtelijkheid onderscheidt haar van haar voorgangers. De smeedijzeren constructie die het glasdak draagt, bestaat uit een opeenvolging van 444 boogspanten, op kleine tussenafstand van elkaar geplaatst, die samen een tongewelf vormen.

7 mm breed. Hiertegen zijn aan weerszijden de glasroedes bevestigd, hoekijzers van 15 mm breed en 15 mm hoog. Glasplaten met een dikte van 4 mm werden met mastiek op de glasroedes bevestigd. Van onderen uit gezien levert dit een profiel op met een breedte

van amper 3,7 cm, die een ruimte van 8,5 m overspant. Niet verwonderlijk dat de transparantie, lichtheid en luchtigheid van deze galerij vaak besproken werd. Het zadeldakje dat op het tongewelf rust, zorgt voor een goede ventilatie van de galerij om oververhitting in de zomer en condensatie in de winter te verhinderen. Het glaswerk werd doorheen de jaren meermaals vervangen. Ter gelegenheid van de 150ste verjaardag van de galerij werden grondige restauratiewerken doorgevoerd. Het glas werd vernieuwd door gelaagde glasplaten met betere prestaties op het gebied van zonwering, daglichttoetreding en veiligheid. De smeedijzeren draagstructuur werd opgeknapt. Door gebrekkig onderhoud was de doorsnede van het ijzer sterk verminderd. Een nieuw U-profiel in inox werd aan de bovenkant, onttrokken aan het oog van de wandelaar, over het bestaande profiel geplaatst om de stijfheid van het geheel te verbeteren (afb. 2).

Wintertuinen en serres

Werken met nieuwe materialen zoals staal en glas was niet voor elke architect weggelegd. Net als vandaag ontwikkelde de ene architect meer affiniteit met het ene materiaal dan met het andere. De Brusselse architect Alphonse Balat (1818-1895) was duidelijk een meester in de glas- en ijzerarchitectuur. Een vroeg experiment is de *Victoria Regia-serre* (afb. 3) die Balat in 1854 ontwierp voor het Brussels zoölogisch park, dat in 1880 werd omgevormd tot het huidige Leopoldpark. Het zoölogisch park stelde naast exotische dieren ook vreemde planten tentoon, zoals de reuzenwaterlelie *Victoria Amazonica*, afkomstig uit Zuid-Amerika. Om een gunstig klimaat te creëren voor deze tropische waterlelie ontwierp Balat een verwarmde serre met een centraal waterbassin, dat ook in de winter een temperatuur van 30°C kon behouden. Deze reuzenwaterlelie werd voor het eerst in de jaren 1847 ingevoerd in Europa. Gezien haar afmetingen, met bladeren tot 2 m in doorsnede, inspireerde ze menig serrebouwer. De eerste *Victoria*



Afb. 3

Victoria Regia-serre met een centraal waterbassin in 1910, na verplaatsing naar de Kruidtuin in 1878 (© AAM).

Regia-serre, met een rond waterbassin en rechthoekig grondplan, werd in Engeland gebouwd door Joseph Paxton in Chatsworth. De serre was overdekt met een zaagtandvormig dak*. Dezelfde techniek zou Paxton enkele jaren later toepassen in het *Crystal Palace* in Londen. In 1849 was Chatsworth de eerste plaats in Europa waar de *Victoria Amazonica* in volle glorie bloeide. De Engelsman Richard Turner bouwde in 1852 een onderkomen voor de plant in de Koninklijke Botanische Tuin in Kew, eveneens met een rechthoekig grondplan. De typologie die Alphonse Balat in 1854 naar voren schoof, een rond bassin in een veelhoekig grondplan, overspannen met een koepel met centrale ventilatielantaarn, werd later veelvuldig gekopieerd. Schulze gebruikte een gelijkaardige vorm voor de *Victoria Regia*-serre in de oude Botanische tuin in Berlijn-Schöneberg uit 1882, M. Odos gebruikte de vorm voor de *Victoria Regia*-serre in Lyon in 1888 en ook Balat hergebruikte deze vorm in zijn ontwerpschetsen uit 1887 voor de *Victoria Regia*-serre in de Koninklijke serres in

Laken (niet uitgevoerd).

Het waterbassin van de Brusselse *Victoria Regia*-serre werd overdekt met een glasconstructie die op een achthoekig grondplan rustte. De smeedijzeren spanten overkoepelden de 13 m brede binnenruimte. Slechts drie verschillende profielen werden gebruikt om de hele smeedijzeren draagstructuur

Om een gunstig klimaat te creëren voor deze tropische waterlelie ontwierp Balat een verwarmde serre met een centraal waterbassin, dat ook in de winter een temperatuur van 30°C kon behouden.

van de serre op te bouwen: een bandijzer met rechthoekige doorsnede van 39 x 14 mm, een bredere bandijzer van 60 x 14 mm en een T-profiel van 30 mm breed en 5 mm dik. De twee bandijzers worden samengesteld tot het hoofdspant, dat een totale hoogte van 25 cm heeft (afb. 4). De verbindingen tussen de smeedijzeren profielen zijn geïnspireerd op de technieken die men voor timmerwerk gebruikte: een pin wordt

onzichtbaar ingewerkt in de te verbinden delen. Het glaswerk rust op T-vormige glasroedes die bevestigd zijn op de hoofdspanten. Slanke gietijzeren kolommen ondersteunen de spanten. De glasroedes staan op 29 cm van elkaar en bepalen de breedte van de glasplaten.

De Brusselse serre werd in 1878 overgebracht naar de Kruidtuin, de botanische tuin aan de Koningsstraat in Sint-Joost-ten-Node. De Kruidtuin werd in 1826-1829 ontworpen door hofarchitect Tilman-François Suys (1783-1864) en de plannen werden getekend door Jean-Pierre Cluysenaar. De jonge

Cluysenaar deed bij dit project ervaring op voor het pronkstuk dat hij twintig jaar later zou ontwerpen, de Brusselse Sint-Hubertusgalerij.

In 1941 verhuisde de *Victoria Regia*-serre voor de tweede keer, toen de botanische tuin naar de Plantentuin in Meise werd overgebracht. In Meise kreeg de *Victoria Amazonica* een ander onderkomen. Het serregebouw werd omgedoopt tot Balatserre of Kroonserre en huisvest

Afb. 4

Het spant van de *Victoria Regia*-serre (1854) is opgebouwd uit bandijzer dat verbonden is via ingewerkte pinnen. De glasroedes rusten rechtstreeks op het spant (foto auteur 2011).

**Afb. 5**

De Balatserre in de Plantentuin in Meise (foto auteur 2010).



Afb. 6

Serrecomplex op het Koninklijk Domein in Laken, met de Kongoserre en de Wintertuin (foto auteur 2009).



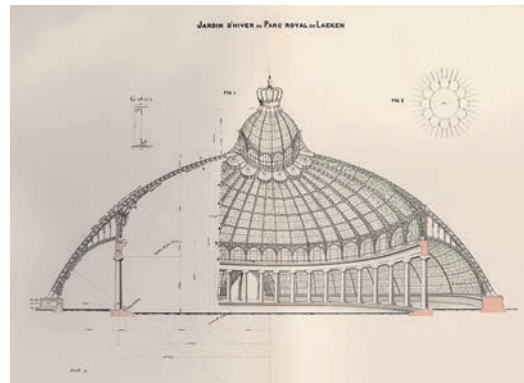
Afb. 8

Koninklijke Wintertuin. De spanten zijn samengesteld uit geklinknagelde smeedijzeren T-profielen en bandijzers (foto auteur 2007).



Afb. 7

Bouwfoto van de Koninklijke Wintertuin, gedateerd 2 september 1875 (© KBR, Prentenkabinet).



Afb. 9

Binnenperspectief van de Koninklijke Wintertuin (Vierendeel, 1902, plaat 57 en 58 © verz. Erfgoedbibliotheek Hendrik Conscience, Antwerpen).

Afb. 10

De hallen van architect Bordiau bevonden zich aan weerszijden van de triomfboog. Deze werd nog enkele malen verbouwd alvorens zijn huidige vorm te bereiken. Oude prentkaart (verz. Dexia Bank) © ARB-MBHG.

**Afb. 11**

Koninklijk Legermuseum, Luchtvaarthal, detail van de structuur (foto auteur 2011).



sindsdien een mooie collectie agaven, die minder gevoelig zijn voor temperatuurwisselingen (afb. 5).

Afgaand op historisch beeldmateriaal (o.a. afb. 3) stellen we vast dat de glasplaten van de serre ongeveer 29 x 21 cm groot waren. De glasplaten die nu op de serre liggen, hebben verschillende formaten, afgestemd op de kromming van de koepel (zie afb. 5). Waar de kromming het toelaat, worden de glasplaten vergroot (tot 2 m in lengte) om het aantal voegen en windkieren te verminderen.

Amper twintig jaar later, in 1874, ontwierp Balat, die op dat moment gepromoveerd was tot hofarchitect van Leopold II, een complex van plantenkassen aan het Koninklijk Paleis in Laken (afb. 6). De Wintertuin, waar een collectie palmen in ondergebracht is, is ontegensprekelijk de meest indrukwekkende constructie. De Wintertuin is opgebouwd uit 36 identieke smeedijzeren spanten, die het cirkelvormige grondplan met een diameter van 57 m koepelvormig overspannen (afb. 7). Mede door de technologie van het klinknagelen,

waarbij kleine elementen verbonden worden tot grotere gehelen, kunnen deze enorme spanten gefabriceerd worden (afb. 8). Met relatief kleine profielijzers, namelijk een bandijzer van 250 op 14 mm en T-profielen van 150 op 90 mm, stelde Balat een spant samen van 52 cm hoog waarmee hij de 57 m brede wintertuin kon overspannen. Het spant wekt inderdaad de indruk dat de structuur uit één grote koepel bestaat. Structureel gezien kunnen we echter twee delen onderscheiden: de middenkoepel met een diameter van 42 m, gedragen

**Afb. 12a**

Voormalig warenhuis *Old England*. Het licht wordt naar binnen geleid door de bijna transparante draagstructuur (A. de Ville de Goyet, 2012 © MBHG).

**Afb. 12b**

Voormalig warenhuis *Old England*. Kruisvormige smeedijzeren kolommen (A. de Ville de Goyet, 2012 © MBHG).

door de natuurstenen zuilenrotonde, en de buitengalerij, die een 8 m brede rondgang overdekt (afb. 9).

Om visuele redenen zijn de smeedijzeren spanten aan de buitenzijde doorgetrokken; ze roepen als het ware de architectuur van luchtbogen op.

Het glas wordt opnieuw door omgekeerde T-profielen gedragen, maar gezien de grote afstand tussen de hoofdspanten is er om de 2 meter een secundaire structuur aanwezig (een L-profiel van 75 mm breed en 10 mm dik) die de krachten van het glas overbrengt naar de hoofdspanten. In de middenkoepel zijn er nog extra dwarsringen aanwezig, die de stijfheid van de globale koepelconstructie verhogen.

Hoewel de ijzerstructuur nog origineel is, werd het glaswerk in de renovatieronde van 1980 vervangen.

Tentoonstellingshallen

Hoe kan je beter je land promoten dan grote tentoonstellingen en wereldexposities naar je stad te halen? dacht men in de 19de eeuw. Sinds de bouw van het *Crystal Palace* door Joseph Paxton voor de eerste wereldtentoonstelling in Londen in 1851 kon ijzer hier niet meer ontbreken. In 1880 gaf koning Leopold II de Belgische architect Gédéon Bordiau (1832-1904) de opdracht het Jubelpark aan te leggen om de 50ste verjaardag van de onafhankelijkheid van België te vieren. Bordiau ontwierp een tentoonstellingscomplex, waar vandaag nog steeds de twee Bordiauhallen getuige van zijn (afb. 10). Voor de organisatie van *Le Grand Concours International des Sciences et de l'Industrie* in 1888 waren deze hallen te klein. Leopold II gaf Bordiau opdracht voor de uitbreiding. Loodrecht op de bestaande hallen werd een nieuwe hal opgericht, 48 m breed en 230 m lang. De hal was opgebouwd uit een centrale hal met twee kleinere galerijen. Via een zenitaal en een verticaal georiënteerd glasvlak werd de binnenruimte belicht. De draagconstructie van de centrale hal bestond uit achter elkaar geplaatste grote vakwerken*. De vormgeving was zuiver constructief, zonder franje. Dwarsverbindingen zorgden voor een licht en stevig vakwerk. De smeedijzeren vakwerken steunden op scharnieren.

Hoewel deze overspanning van 45 m al vrij impressionant was voor haar tijd, zou de *Galerie des Machines*, die een jaar later in 1889 gebouwd werd voor de wereldtentoonstelling in Parijs, alle records breken, aangezien hier een overspanning van maar liefst 110 m werd gerealiseerd.

De Parijse *Galerie des Machines*, ontworpen door architect Dutert en ingenieur Contamin, was opgebouwd uit vakwerkspanten, die niet alleen aan hun voetpunten maar ook aan de top scharnierend verbonden waren. Deze isostatische uitvoering liet toe de berekening van de krachten en spanningen in het spant te vereenvoudigen. Hoewel de Parijse hal aanvankelijk in staal bedacht was, werd ze om economische redenen uit smeedijzer uitgevoerd.

Staal was in die periode nog 12% duurder dan smeedijzer. De tentoonstellingshal die in 1893 in Chicago gebouwd werd om de *Worlds Columbian Exposition* in onder te brengen, met een gelijkaardige overspanning, werd wel in staal opgetrokken.

De Parijse *Galerie des Machines* werd ondertussen afgebroken en de hal in Chicago werd al een jaar na haar oprichting verwoest door brand. De Brusselse expositiehal onderging sinds 1888 veranderingen, aangezien Leopold II de zichtlijn naar de Tervurenlaan wilde herstellen. Ter hoogte van de triomfboog werden vijf spanten verwijderd en vermoedelijk hergebruikt voor de verlenging van de twee hallen die zo gecreëerd werden. In de 200 m lange noordelijke hal staan nu de vliegtuigen van het Koninklijk Museum van het Leger en de Krijgsgeschiedenis opgesteld (afb. 11). De zuidelijke hal, 150 m lang, biedt onderdak aan het museum Autoworld.

NAAR DE 20STE EEUW

Het voormalige warenhuis *Old England* werd in 1898-1899 uitgebreid met een gebouw van architect Paul Saintenoy (1862-1952) en ingenieur E. Wyhowski, aan de Hofberg in Brussel. Dit gebouw, dat nu deel uitmaakt van het muziekinstrumentenmuseum (MIM), illustreert waar men na een

eeuw experimenten in ijzer en glas stond. Naast de infiltratie van daglicht via de dakkoepel is de volledig transparante gevel van het voormalige warenhuis opmerkelijk. De grote glasplaten worden afgewisseld door slanke gietijzeren kolommen. Het licht wordt naar binnen geleid door de eveneens bijna transparante draagstructuur. Een 8 cm dunne vloerplaat in gewapend beton rust op een raster van balken, die op hun beurt door slanke kolommen gedragen worden. De smeedijzeren kolommen zijn

Naast de infiltratie van daglicht via de dakkoepel is de volledig transparante gevel van het voormalige warenhuis opmerkelijk. De grote glasplaten worden afgewisseld door slanke gietijzeren kolommen.

kruisvormig en werden gemaakt door 4 L-profielen aan elkaar te klinknagelen (afb. 12a,b).

Enkele jaren later, in 1901, ontwierp architect Paul Saintenoy in dezelfde straat een woonhuis voor de familie Dubois (reeds afgebroken in 1909), ditmaal niet in smeedijzer maar volledig in gewapend beton uitgevoerd. Het was een gewaagde onderneming, aangezien de techniek van gewapend beton nog in haar kinderschoenen stond.

Architect Jean-Pierre Cluysenaar, die via de bouw van de Sint-Hubertusgalerij mee de glas- en ijzerarchitectuur in Brussel introduceerde, zou fier geweest zijn op zijn kleinzoon Paul Saintenoy. Deze durfde naast het verfijnen en verfraaien van de glas- en ijzerarchitectuur ook het jonge materiaal gewapend beton te introduceren, dat in de 20ste eeuw de belangrijkste concurrent van ijzer en staal zou worden.

GLOSSARIUM

Fireproof mill: constructieprincipe dat eind 18de eeuw in Engeland werd ontwikkeld om brandveilige fabrieken te bouwen. Het ontvlambare materiaal hout werd uit de constructie geweerd. Vloeren werden opgebouwd uit baksteengewelven ondersteund door gietijzeren balken en kolommen.

Gietijzer: legering van ijzer en een hoog percentage koolstof, verkregen door het omsmelten van ruwijzer afkomstig uit de hoogoven. Gietijzer heeft een hoge druksterkte, maar breekt plots zonder waarneembare vervorming (bros).

Klinknagel: bevestigingsmiddel om metalen onderdelen zoals platen en profielen met elkaar te verbinden. De klinknagel, bestaande uit een ronde steel met een zetkop, wordt opgewarmd en in de te verbinden delen geplaatst. Vervolgens wordt de sluitkop gevormd.

Leblancproces: chemisch proces om langs synthetische weg soda te vervaardigen.

Puddeloven: oven waarin ruw gietijzer wordt gesmolten. Door er koolstof aan te onttrekken verandert het ruwe gietijzer in een kneedbare massa. Het smeedijzer dat zo geproduceerd wordt, heeft een grotere treksterkte dan gietijzer en een goede verwerkbaarheid.

Siemens-Martinoven: vlamoven die in de 19de eeuw gebruikt werd om staal te produceren uit ruwijzer (en schroot). Deze methode was niet geschikt voor België.

Smeedijzer: ijzer waarvan het koolstofgehalte verlaagd is om het smeedbaar te maken. Smeedijzer werd in de 19de eeuw vooral geproduceerd via de puddeloven. Het bevat veel verontreinigingen.

Solvayproces: chemisch proces om langs synthetische weg soda te vervaardigen met behulp van ammonia. Wordt aanzien als een verbetering van het Leblancproces omdat er geen giftige bijproducten ontstaan.

Staal: legering van ijzer en koolstof (tot 1,5%). In de 19de eeuw werd staal vooral geproduceerd via het Bessemer-, Siemens-Martin- of Thomasprocedé. Staal heeft een homogene structuur, een hogere druk- en treksterkte dan smeedijzer en is goed verwerkbaar.

Thomasconvector: oven die vanaf 1877 gebruikt werd voor de productie van staal uit ruwijzer. Door de basische bekleding was de oven aangepast aan de verwerking van Belgische fosforrijke metaalertsen. Tot 85% van het staal werd via dit procedé vervaardigd.

Vakwerk: open bouwelement waarbij staven scharnierend verbonden worden tot een stijf geheel. De stijfheid wordt verkregen door het aaneenschakelen van driehoeken, die op zich niet vervormbaar zijn.

Zaagtandvormig dak: dak met opeenvolgende reeks parallelle dakvlakken onder dezelfde helling. Alle dakvlakken zijn voorzien van glas.

BIBLIOGRAFIE

BAELE, J., DE HERDT, R., *Vrij gedacht in ijzer. Een essay over de architectuur in het industriële tijdperk 1779-1913*, Museum voor Industriële Archeologie en Textiel, Gent, 1983.

KOHLMAIER, G., VON SARTORY, B., *Houses of Glass. A nineteenth-century building type*, MIT press, Cambridge, 1991.

MONTEYNE, A., *Brussel, breken, bouwen. Architectuur en stadsverfraaiing. 1780-1914*, Gemeentekrediet van België, Brussel, 1979.

De Sint-Hubertusgalerijen. Geschiedenis en restauratie, Ministerie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Directie Monumenten en Landschappen), Brussel, 1998.

 Building with iron and glass
 Innovations in the 19th century

In 1817 the English gardener John Claudius Loudon hit upon the idea of erecting a greenhouse in which the panes of the glass roof were supported by iron glazing bars. The great transparency that Loudon achieved with this technique attracted much admiration and encouraged 19th-century architects to use iron and glass in building shopping galleries and winter gardens. The regular world exhibitions that were held from 1850 not only led to the dissemination of knowledge and skills, but the international competitive spirit also prompted bold designs that vied with one another in size, transparency and efficiency. The princes of the young Belgium took part in this competition, commissioning major projects that put Brussels in the limelight.

REDACTIECOMITÉ

Jean-Marc Basy, Stéphane Demeter, Paula Dumont, Cecilia Paredes en Brigitte Vander Bruggen, met de medewerking van Anne-Sophie Walazyc voor het kabinet van de minister-president belast met Monumenten en Landschappen

COÖRDINATIE PRODUCTIE

Koen de Visscher

REDACTIE

Dossier: Patrick Burniat, Bernard Espion, Odile De Bruyn, Rika Devos, Benoît Fondu, Pierre Halleux, Leen Lauriks, Géry Leloutre, Piet Lombaerde, Michel Provost, Véronique Samuel-Gohin, Joris Snaet, Elisabeth Van Besien, Ine Wouters

Plus: David Attas, Paula Dumont, Michel Provost, Brigitte Vander Bruggen

VERTALING

Hilde Pauwels, Eric Tack, Gitracom

NALEZING

Mia Verstraete, Harry Lelièvre en de leden van het redactiecomité

VORMGEVING

supersimple.be

DRUK

Dereume Printing

VERANTWOORDELIJKE UITGEVER

Philippe Piéreuse, Directie Monumenten en Landschappen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, CCN - Vooruitgangstraat 80, 1035 Brussel

De artikelen zijn gepubliceerd onder de verantwoordelijkheid van de auteurs. Alle rechten voor het reproduceren, vertalen of herwerken zijn voorbehouden.

HERKOMST VAN DE FOTO'S

De meeste iconografische documenten werden ter beschikking gesteld door de auteurs en zijn afkomstig van verschillende verzamelingen (referentie vermeld bij elke illustratie).

Mochten er ondanks onze inspanningen om alle reproductierechten te betalen toch nog gerechtigden zijn die niet gecontacteerd werden, dan worden zij verzocht zich kenbaar te maken bij de Directie Monumenten en Landschappen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

FOTO OMSLAG

Paleis 5, Brussels Expo
(Chr. Bastin & J. Evrard © MBHG)

LIJST MET AFKORTINGEN

AAM - Archives d'Architecture Moderne
ARB - Académie royale de Belgique
ASB - Archief van de Stad Brussel
KBR - Koninklijke Bibliotheek van België
KIK - Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium
KMGK - Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis
KMSKB - Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België
MBHG - Ministerie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest - Documentatiecentrum van het Bestuur Ruimtelijke Ordening en Huisvesting
MSB - Museum van de Stad Brussel
SPW - Service public de Wallonie
ULB - Université libre de Bruxelles

ISSN

2034-578X

WETTELIJK DEPOT

D/2012/6860/013

Cette revue paraît également en Français sous le titre *Bruxelles Patrimoines*.