Zeitschrift: Werk, Bauen + Wohnen

Herausgeber: Bund Schweizer Architekten

Band: 74 (1987)

Heft: 12: Licht und Glas = Lumière et verre = Light and glass

Artikel: Architektur und Glas : Technologie und Symbolik eines Materials in der Baugeschichte = Architecture et verre : technologie et symbolique d'un matériau dans l'histroire de la construction

Autor: Krawina, Josef

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-56293

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 19.11.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Josef Krawina

Architektur und Glas

Technologie und Symbolik eines Materials in der Baugeschichte
Das Thema «Glas im Bauwerk» bringt symptomatisch und symbolisch – seit einiger Zeit sogar bereits wieder als banal erkannte – Zusammenhänge in Erinnerung: In Zeiten knapper werdender Mittel beginnt das auch in der Architektur geltende Postulat der «Einheit von Inhalt und Form» vermehrte Bedeutung zu erhalten. Der Exkurs in die Baugeschichte belegt, dass viele vergessene Gedanken zum Thema Architektur und Glas nichts an Gültigkeit verloren haben.

Technologie et symbolique d'un matériau dans l'histoire de la construction
Le thème «verre dans la construction» remet en mémoire de manière symptomatique et symbolique des correspondances qui, depuis quelque temps, sont même de nouveau reconnues comme banales: à une époque aux moyens limités, le postulat «Unité du contenu et de la forme», également valable en architecture, commence à revêtir une importance croissante. Cette excursion dans l'histoire de la construction démontre que beaucoup d'idées ayant trait à l'architecture et au verre n'ont rien perdu de leur actualité. *(Texte en français voir page 68)*

Technology and Symbolism of a Construction Material
The topic of "Glass Within Buildings" recalls connections nowadays recognized as banal in a both symptomatic and symbolic way: in times characterized by the increasing scarcity of financial means, the architectonic postulate of "unity of contents and form", becomes increasingly significant. Looking at the history of building, you will easily be able to realize that a lot of long-forgotten ideas on architecture and glass have lost nothing of their validity.

Glas ist im Orient seit rund 4000 Jahren zur Erzeugung kleinerer Behälter bekannt. Während der Römerzeit fand es als kleinflächiges Flachglas eine seltene Verwendung bei den Thermen. Innerhalb der *römischen Architektur* spielte es jedoch weder beim Sakral- noch beim Profanbau funktionell oder gestalterisch eine bedeutende Rolle. Dieser Baustoff ist infolge seines langwierigen Herstellungsprozesses und seiner komplizierten Formverwandlung ein viel zu hochentwickeltes, synthetisches Produkt, als dass es im damaligen Baugeschehen als Baumaterial hätte integriert werden können.

Etwa um die Zeit des Aufkommens und Eindringens des Christentums in den römischen Machtbereich änderten sich die tradierten Funktions- und Gestaltungsansprüche. Zum Beispiel waren sowohl beim Pantheon als auch bei der Maxentius-Basilika oder dem Colosseum (aber besonders bei den Wohnbauten) zur Lichtführung lediglich vergitterte, allenfalls verschliessbare Öffnungen vorgesehen. Mit den neuen, religiösen Ideen änderten sich die Inhalte, und somit veränderte sich allmählich auch die Form. Hinterfragt man das Charakteristikum der Raumbeleuchtung, mag es zwei Erklärungen geben: Die Ausdehnung des römischen Machtbereiches (und damit des Christentums) in unwirtlichere, klimatisch kältere Zonen einerseits, und die ideelle Überwindung der Katakomben- und Ghettopsychose andererseits brachten grundlegend eine andere Gewichtung bei der Auffassung von Licht und Raum.

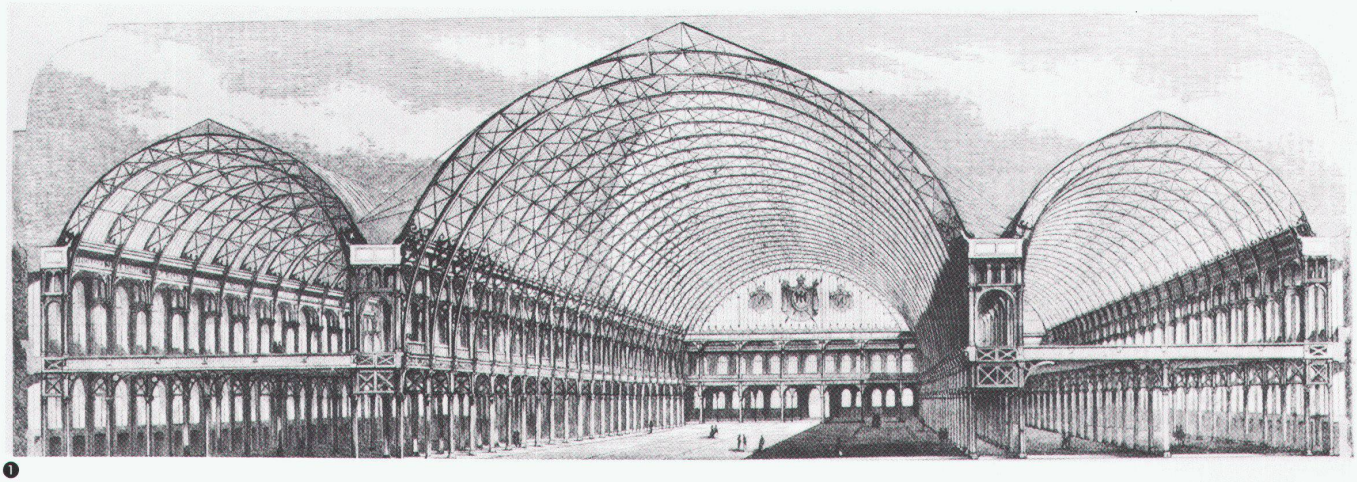
Seit unter Konstantin 313 («. . . Unter diesem Zeichen wirst du siegen!») das Christentum zur Staatsreligion erhoben wurde, änderte sich die offizielle Architektur. In wenigen Jahrzehnten wurden schwerpunktartig Zeichen gesetzt. Wir bewundern noch heute die Ausdruckskraft von San Vitale in Ravenna oder Hagia Sophia Konstantinopel, ganz zu schweigen von der (späteren) Hripsimekirche in Wagharschapat (Armenien) als Meisterwerke der *frühchristlichen Architektur.* Der Zwang der dominanten Lichtführung als Symbol des «Lumen Christi» wurde zum wesentlichen Mittel der Raumkunst. Damals mussten allerdings die Fenster noch vorwiegend mit dünnen Alabasterscheiben (wie übrigens heute noch bei den jemitischen und hadramautischen Lehmhochhäusern zu sehen ist) geschlossen werden.

Die Herstellung von Scheibenglas war noch eine zu risikoreiche, aufwendige und daher teure Technologie.

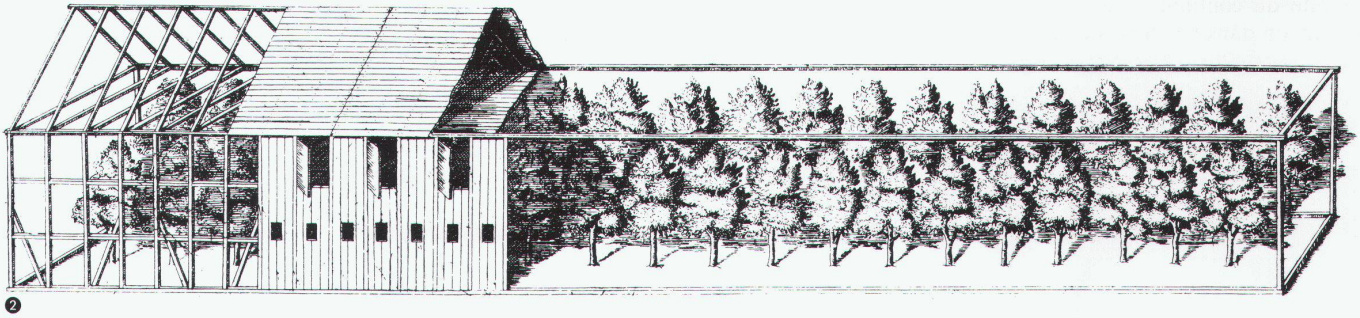
Parallel zu diesen Kirchenbauten entwickelte auf dem Monte Cassino Benedikt von Nursia (480–547) seine Vision von einem christlichen Europa. Für seine sich rasch ausbreitenden Klosteranlagen sollte für deren Gemeinschaften ausschliesslich der Wahlspruch «ora et labora» gelten. In den von ihm verfassten 66 komprimierten Regeln schuf er eineinhalb Jahrtausende in die Zukunft weisende Verhaltensvorschriften. 31 davon beschäftigten sich direkt oder indirekt mit dem Bauen. Es ist verständlich, dass die im Prinzip streng nach seinem Schema errichteten rund 40 000 Klöster (oder klosterähnlichen Einrichtungen) ungeheure Folgewirkungen hatten. Es ist nicht übertrieben, wenn der Heilige Benedikt deswegen als Vater des «Abendländischen Bauens» genannt werden konnte. Die weit über den europäischen Raum hinaus wirkenden Klöster waren oder wurden Zentren der westlichen Zivilisation.

Die Klöster haben mit ihren Experimentierstuben u.a. wesentlich dazu beigetragen, die Kunst der Glasherstellung zu entwickeln. Es blieb sogar lange Zeit ihr Primat. Auch als es später in weltliche Hände überging, sollte es – ähnlich wie die Porzellanerzeugung – eines der bestgehüteten Geheimnisse bleiben.

Als im Jahre 800 Karl in Rom zum Kaiser gekrönt wurde, schlug die Geburtsstunde des sogenannten Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation. Mit seiner konsequenten Einführung der «Grünen Revolution» (Dreifelderwirtschaft, Schweinezucht, Kummet) und der Zwangsbeglückung durch das Christentum (die Kirche beherrschte de facto mit



❶



❷

ihren Klöstern das gesamte Bildungs-, Rechts- und Wirtschaftswesen) schuf er die breite Basis für das neue Europa.

Die Entwurfsidee von seiner Pfalzkapelle in Aachen wurde zum signifikanten Zentralbau. Dessen grandiose Raumdurchdringungen des Achteckes, die geniale Lichtführung sowie die meisterhafte Bewältigung der Details liessen sie zum Prototyp der *romanischen Architektur* werden. Diese Kirche Karl des Grossen ist, obwohl als Rundbau konzipiert, zum Prototyp für die vielen prachtvollen romanischen Langhausdome geworden. Glas wurde – genauso wie etwa bei St. Gallen, Nonnberg, St. Lambrecht, Heiligenkreuz, Zwettl, Lilienfeld, St. Andrä – wirksam, aber knapp verwendet; die ökonomische Komponente hielt dabei der technischen die Waage.

Das Bürgertum setzte in den mittelalterlichen Städten, Märkten und Dörfern deutliche semantische Zeichen: Dort, wo die Rathäuser mit den Kirchen, Domen und Residenzen konkurrierten, manifestierte sich ein neuer Geist.

Die Wohnbevölkerung besass wenig Raum und dazu kleine Fenster: Glas (nur im aufwendigen Zylinderstreck- und dem Kronglasverfahren herstellbar) war extrem teurer als jede Art von Mauerwerk (daher standen bis ins 16. Jh. meist geölte Pergamentseiten und Tierhäute in Verwendung). Gegensätzlich dazu stehen die Sakral- und «gehobenen» Profanbauten. Die mystische, überirdisch orientierte, asketische *Gotik* – wie sie die Klosterbewegung Cluny verbreitete – drückte sich in methodisch klarer, rationeller Konstruktion aus. Grazile Stein-Skelettbauten mit grossen, aber kleinteilig gegliederten, meist buntfarbigen Glasausfachungen charakterisierten diesen uns allen geläufigen Stil.

Die osmanische Eroberung von Konstantinopel 1453 kann als eine für uns wichtige Markierung gelten. Die materiellen Umbrüche, vor allem aber die ideellen Aufbrüche zeigten zeitlich und regional fliessende Übergänge.

Ein durch diese muselmanische Konfrontation und Expansion wach gewordenes Europa besann sich seines antiken Erbes und interpretierte darüber hinaus das Evangelium extensiver. Die Menschen wurden selbstbewusster und traten in das Zeitalter der «Entdeckungen und Erfindungen» ein. Antike Anregungen und gotische Tradition liessen den Florentiner Brunelleschi einen neuen baulichen Ausdruck finden: seine Domkuppel (1418–1436) und sein Findelhaus (1421) gelten als der Beginn der *Renaissance*. Die Spannweiten wurden grösser, die Mauer-Öffnungen wuchsen, die Räume weiteten sich symbolhaft. Dennoch bestand aus technologischen und ökonomischen Zwängen das Dilemma der zu teuren Fenster weiterhin (ein Quadratfuss Glas kostete etwa einen Tageslohn). Die Glasflächen wurden nunmehr von den Mauerflächen weithin erkennbar majorisiert.

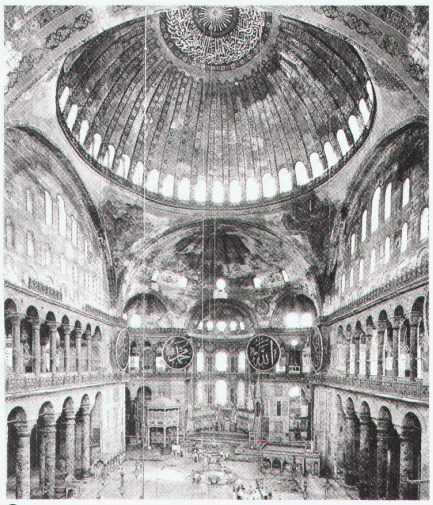
Die kolonialen Eroberungen verschafften einzelnen Staaten zunächst durch Plünderungen (Silberflotten) Finanzvorteile, dann erwarben sie günstig Rohstoffe und «rekrutierten» in der Folge billige Arbeitskräfte ... Handwerkliche Entwicklungen, technische Erfindungen, neue Erkenntnisse in den Naturwissenschaften und der Philosophie (Newton, Kopernikus, Spinoza, Leibniz, Kepler, Descartes, Galilei) begünstigten die extrovertierte Einstellung der Menschen und forderten zu weltweiten Aktivitäten heraus.

Die Endlichkeit der Welt drang ins Bewusstsein. Um die Beherrschung, die Aufteilung der Welt, wurde erbittert gekämpft. Dabei wurden die Herrschenden immer reicher.

In dieser imperialen Epoche entstanden effektvolle Herrschaftssitze (Loire-Schlösser), gewaltige Repräsentationskomplexe (Eskorial), ausgedehnte

❶ Palais de l'Industrie, Paris, 1855, Architekt: A. Barrault

❷ «Elector Palatin», Pomeranzengarten mit abschlagbarem Gewächshaus, 1620 / Orangeraie avec serre démontable / Orangery with collapsible hothouse



❸

❹

Hofhaltungsanlagen mit weitläufigen Gärten (Versailles), riesige Bildungsbauten samt Wohninternaten (Cambridge, Oxford), monumentale Kathedralen (St.Peter in Rom), grossartige Stadtanlagen (Bath) und hypertrophe Fortifikationen um alle damals wichtigen Städte oder singuläre Befestigungen (wie die Kastelle Catania oder Caprarola). Andrea Palladio gelang es mit seiner Theorie und seiner Architektur (in und um Vicenza, an der Brenta, in Venedig und dessen Umgebung), ein Ordnungssystem für die anwachsende Flut solitärer Bauwerke des *Barock* zu erarbeiten. Sein Wirken prägte demnach auch weltweit den imperialen Stil.

❸
Hagia Sophia, Istanbul, 523–537

❹
Central Station, New York, 1910

❺
Kirchenprojekt, Stahllamellen mit Glas, 1926. Architekt: P. Grund / Projet d'église, lamelles en acier et verre / Project for a church, thin steel plates with glass

❻
Zeichnung für ein Glashaus von H. Scharoun. Seine Anmerkung: «Glasproblem: Raum bricht Raum, Gedanke – Feininger-Wirklichkeit?» / Dessin d'une construction en verre par H. Scharoun. Sa remarque: «Problème du verre: l'espace brise l'espace, pensée – Réalité à la Feininger?» / Sketch of a glass house by H. Scharoun. His note: "Glass problem: Space refracts space, idea – Feininger-reality?"

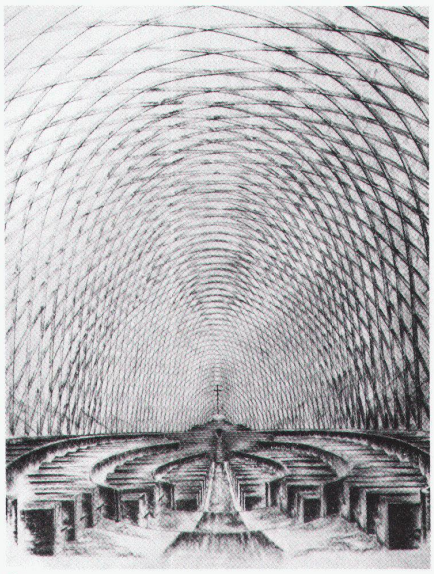
❼
Projektskizze für die Synagoge Beth Shalom, Elkins Park, Pennsilvanien, 1956, Architekt: F. L. Wright / Esquisse de projet / Sketch of project

Glas wurde durch seine umfangreiche manufakturelle Erzeugung zwar billiger, doch die begrenzte Herstellung und die Transportprobleme ermöglichten seine vermehrte Anwendung lediglich im Sakralbau. Sein zunächst seltener profaner Einsatz wurde durch die damals luxuriöse Verspiegelung ganzer Säle gesteigert. Dennoch, für die überwiegende Masse des «gemeinen Volkes» gab es – bei hohen Belagsdichten von drei und vier (und manchmal viel mehr) Personen pro Raum – durchschnittlich ein einziges, etwa eineindrittel bis eineinhalb Quadratmeter grosses Fenster (von dem rund 20% Konstruktion abzuziehen sind). Da in den dichtbesiedelten Städten die Menschen in kleinen Räumen eng zusammengepfercht waren (Lewis Mumford), es trotz langer Arbeitszeit keinerlei Massenverkehrsmittel gab, um nach Feierabend rasch in die erholsame Landschaft zu gelangen, waren die Fenster das einzige Kommunikationsmittel zur Natur. Beim Öffnen der Flügel konnte man wenigstens teilweise ein Fleckchen Himmel sehen. Somit wurden Fenster, wurde das Produkt Glas ein Synonym für Freiheit, für Menschenwürde, für Selbstbewusstsein.

Die grossen, neuen Bauvolumina des späten 18. Jahrhunderts in den meisten europäischen Ländern bedingten Schwerpunkte der Glaserzeugung: Dort, wo Pottasche direkt gewonnen und mit Wasserkraft verarbeitet und in der Folge bequem transportiert werden konnte, entstanden riesige Glasbläsereien – in Böhmen, Thüringen, Venetien, Hessen, dem Erzgebirge, in Nordostfrankreich und den angrenzenden Niederlanden sowie in englischen Gebieten fielen dem kostbaren Produkt halbe Wälder zum Opfer. Damit aber das Volk nicht übermütig wurde und der Bedarf nicht durch Imponiergehabe der sozial aufstrebenden Schichten die Produktion überforderte, wurde auf grössere Glasflächen eine empfindliche, jährliche Luxussteuer eingehoben. Da die Glasherstellung darüber hinaus ein sorgsam gehütetes Geheimnis bleiben sollte, bestand 1803 in England noch die Todesstrafe bei Verletzung dieses Gesetzes.

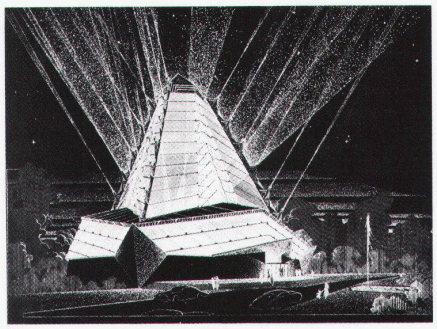
Die dem Chaos der napoleonischen Kriege folgenden nationalen Bewegungen und die «Restauration» mit ihren konservativen Tendenzen konnten nicht verhindern, dass die Menschheit künftig in eine einschneidendere Entwicklungsphase geriet, als dies rund 350 Jahre zuvor durch die Eroberung von Konstantinopel 1453 der Fall war. In Korrelation zu den sozialistischen Ideen entstand die «Industrielle Revolution» mit ihren den gesamten Erdball verändernden Folgen.

Die französischen Ideen fanden zunächst vielseitig Aufnahme (v. Beet-



❺

❻



❼

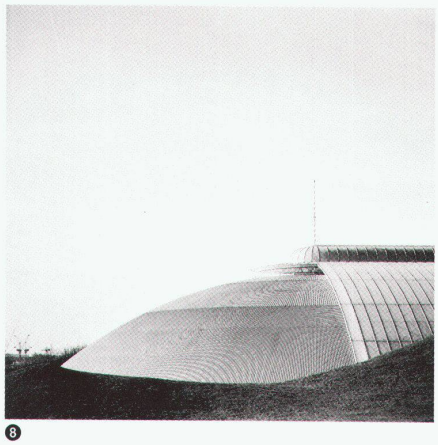
hoven, Haydn), hatten aber auch Vorläufer und divergente Interpreten (v. Humboldt). Primär stellte das «Vereinigte Königreich» – als erste Industrienation der Welt – seine Erfindungen der Menschheit in Form von (teuren) Patenten zur Verfügung. Hauptsächlich handelte es sich um die Gewinnung, Verarbeitung und Anwendung von Stahl und Eisen sowie die Berechnungsmethoden für deren Konstruktionen. Englische Namen wie Derkinshav, Bessemer, Cartwright, Curt, Payne, Savery, Smeaton, Stephenson, Watt, Wilkinson und Wyatt verbanden sich mit den Franzosen Cugnot, Fourier, Réaumur und Siemens-Martin; später kamen andere Nationen dazu. Diese willkürliche Auswahl beinhaltet nicht die gesamten experimentellen Pioniere in der Stahlherstellung. Culman und Cremona leisteten ihre noch heute gültigen Berechnungsmöglichkeiten, und die Pariser «Ecole Polytechnique» schuf ab 1794 die akademischen Voraussetzungen für die folgenden Massenproduktionen in Kombinationen von Stahl und Glas sowie Stahl und Stein (die erste grosse Stahlkonstruktion war die Fachwerksbrücke über den Tyne-River bei Coalbrookdale (Mittelengland) zirka um 1776 . . .).

Die damals überbelegten grossen Städte hatten kaum mehr als tausend Häuser; zusammen mit den Kriegszerstörungen, Revolutionsschäden und dem Bevölkerungszuzug bedeutete dies eine gewaltige Belebung der Bauwirtschaft. Es entstand ein für grosse Bevölkerungskreise unprätentiöser Stil an Gebäuden und Möbeln, welcher sich erstmals nicht an den Ansprüchen der Höfe mass, sondern den bescheidenen Bedürfnissen der Bürger und deren Familienmitgliedern in einem einzigen Raum, ihren Tätigkeiten und Freizeitgestaltungen, entsprach. Man könnte erstmalig von einem «demokratischen Wohnstil» sprechen, wenn er auch die – damals zahlenmässig untergeordnete – unselbständige Arbeiterschaft erreicht hätte. Trotz der ökonomisch armen Zeit entwickelte sich hauptsächlich zwischen 1815 und 1830 in Österreich und Deutschland das uns besonders heute wieder ansprechende *Biedermeier*. Im bewussten Gegensatz zum pompösen napoleonischen Empire wies er keinen unnötigen und aufwendigen Dekor, dagegen klare, schlichte, funktionelle Formen und eine solide Verarbeitung auf.

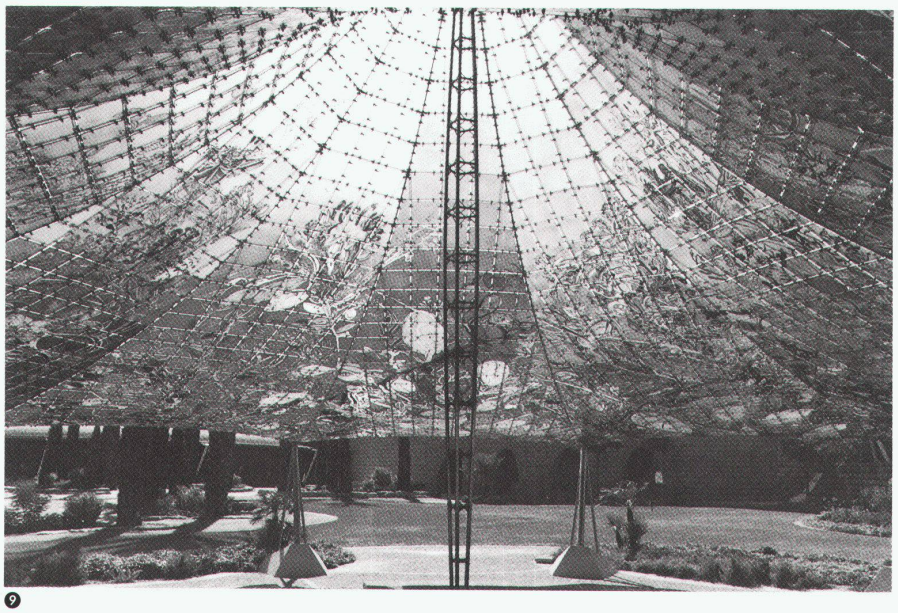
War für die breite Bevölkerung durch die Vermehrung des Wohnbaues zwar ein beachtlicher quantitativer Zusatz an Bauglas gegeben, so nützte der rasch expandierende Nutz- und Repräsentationsbau die Chancen für vorher ungekannte Raum- und Ausdrucksformen. Die alten semantischen Zeichen der Architektur genügten nicht mehr: Das Freiheitsbedürfnis der Bürger stieg ins Unermessliche, der Glaube an die alles bewältigende Wissenschaft verlangte nach neuen Symbolen. Die sich organisierende Arbeiterschaft wollte sich ihrerseits kraftvoll in kühnen Konstruktionen manifestieren; was lag näher, als die neuen Werkstoffe Stahl und Glas zu verwenden? War deren entmaterialisierender Eindruck nicht prädestiniert, die Fiktion einer «architektura celesta» zu schaffen («. . . Brüder zur Freiheit, zur Sonne!»)?

Die neuen Bauaufgaben forderten gewaltige Mengen der modernen Baumaterialien: das bereits 1688 von Lucas de Nehou erfundene Spiegelglasverfahren wurde rasch perfektioniert. Diese Fertigung lieferte nicht nur Quantitiäten, sondern auch Qualitäten. Schon um 1700 konnten bereits die Franzosen Grössen von 120×200 cm liefern, bereits 1750 verfertigte Nehous Werk Tafeln von 150×250 cm, welche bereits 1850 auf 350×500 (!) cm gesteigert werden konnten (Paxtens Kristallpalast-Verglasung wurde allerdings 1851 noch nach dem billigen Zylinderstreckverfahren hergestellt, Turner & Burtons Kew-Garden verwendete 1844 erstmals gebogene Scheiben 95×24 cm in 3 mm dickem, mit Kupferoxyd grün getöntem Glas . . .).

In den rasch anwachsenden Millionenstädten (z.B. Wien 1800 = 233.431; 1850 = 448.688; 1914 = 2,14 Mio. Menschen) vervielfachte sich der Bedarf an



❽



❾

Glas. Darüber hinaus wurden die Stahl-Glas-Konstruktionen für die neuen Funktionen in der gesamten industrialisierten Welt zur Mode. Es entstanden überall Warenhäuser als Paläste des Handels, die Bahnhofshallen wurden zu Sinnbildern der nunmehr massenhaft möglichen Mobilität, die Ausstellungsdome avancierten zu Zentren der Kommunikation, die Museen entwickelten sich zu Orten weltoffener Information, die Bibliotheken vervielfachten ihr konzentriertes Wissen und gaben sich als Stätten demokratischer Mitteilung, die Palmenhäuser erfreuten sich als Oasen tropischer Illusion, die Passagen entfalteten sich zu kommerziellen und sozialen Kristallisationspunkten, die Gewächshäuser führten sich als vergnügliche botanische Exerzierfelder ein. Bemerkenswert ist für mich, dass diese baugeschichtliche Grosstat nicht von einem Architekten, sondern von einem Gärtner gesetzt wurde: Der Engländer J. C. Loudon (1783–1843) begründete (mit seinem grossen Palmenhaus in Bretton Hall 1827) und sicherte diese Baumethode – der schlanken und zarten Eisennetze mit ihren durchsichtigen Ausfachungen – erstmalig theoretisch ab.

Um das Revolutionäre dieses neuen Bauens zu erkennen, müssen wir uns in Erinnerung rufen, dass beispielsweise die 1590 in Rom errichtete Peterskuppel bei einer Spannweite von 40 Metern eine Materialdicke von drei Metern aufweist, das Palmenhaus in Budleigh Salterton aus 1843 zwar nur 9,60 m überspannt, dafür aber nur eine Materialdicke von 5 cm besitzt und der Kibble Palace in Glasgow aus 1872 bei einem Dachdurchmesser von 19 Metern bereits mit 7 cm Konstruktionsstärke auskommt. Die Relationen Dicke zu Durchmesser verhalten sich wie 1:13, 1:192 und 1:270 (moderne Konstruktionen schaffen gegenwärtig ca. 1:1600).

Die geschichtliche Bedeutung der Stahl-Glas-Kombinationen als dünnes Tragnetz mit völlig lichtdurchfluteten Füllungen erkennt jeder sofort, wenn er die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten, die rasche Bauzeit, die relativ niedrigen Kosten sowie den völlig neuartigen ästhetischen Reiz einbezieht.

Der grosse Bedarf für die grosse Zahl begünstigte besonders ab der Mitte des 19. Jahrhunderts die «Ingenieur-Architektur». Begreiflicherweise waren jene Länder, in denen die Industrialisierung am weitesten vorangeschritten war, nämlich England, Frankreich, Belgien (und nach dem Krieg von 1870/71 auch Deutschland), führend. Besonders die ersten der grossen Weltausstellung in London (1851; 1862), Paris (1855; 1889; 1900), Wien (1873), Philadelphia (1876) waren Novitäten mit praktischem Wert. Später wurden sie gigantische Prestigeveranstaltungen, erzielten aber auch durch ihre – erstmals in der Weltgeschichte – Millionen Besucher unvorstellbare Multiplikationseffekte für Ideen und weltweiten handwerklichen sowie rapiden industriellen Fortschritt.

Die ersten Ausstellungshallen waren selbst Meisterwerke: Der Crystal Palace 1851 von Paxton in London genauso wie der Palais de l'Industrie 1855 von Viel & Barrault. Die zweite Pariser Exhibition wies ausser in ihren ringähnlichen Galerie-Konzepten nichts prinzipiell Neues auf; Wien erhielt (vom Engländer Scott Russel) seinen Kuppelbau mit 107 Metern Durchmesser. Die Jahrhundertfeier zur grossen Revolution brachte in Paris allerdings zwei bemerkenswerte Bauten: Den Eiffelturm und die Galerie des Machines (Contamin & Dutert), beides waren grandiose technische und einmalig ästhetische Leistungen. Die 420 Meter lange Halle erreichte als eleganter Dreigelenksbogen, welcher die unmateriell wirkenden, am Fusse spitz zulaufenden Gitterträger auf kleine Rollen stellt, die Sensationsspannweite von 105 Metern.

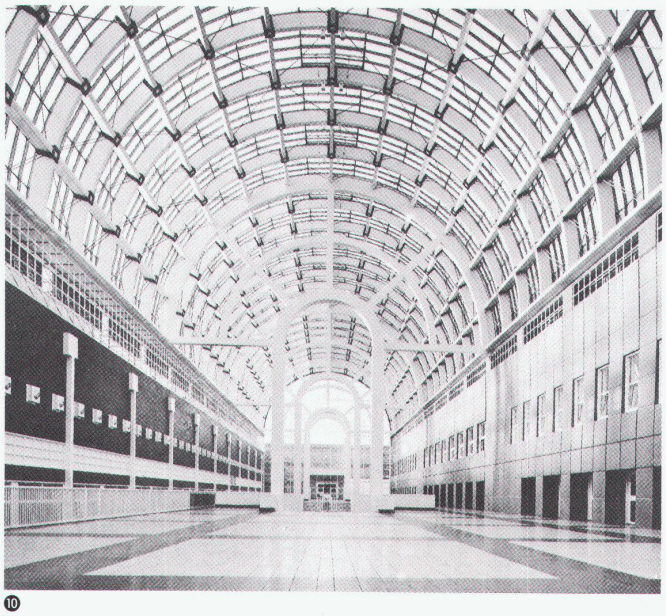
Da nach der Jahrhundertwende viel gebaut werden musste, die Glasverwendung keinerlei fiskalischen Einschränkungen unterlag, waren ausschliesslich Fragen der Kostengünstigkeit, der Qualität, der Liefertermine und der bequemen Transportmöglichkeiten relevant. Mit dem Ausbau auch der Nebenbahnen in Europa wurde die notwendige Infrastruktur komplettiert. Entsprechend der Laissez-faire-Wirtschaft wurde das Baumaterial Glas für die vielen

❽ Festivalhalle für Liverpool, 1984, Architekten: Arup Assoc. / Hall des festivals / Festival hall

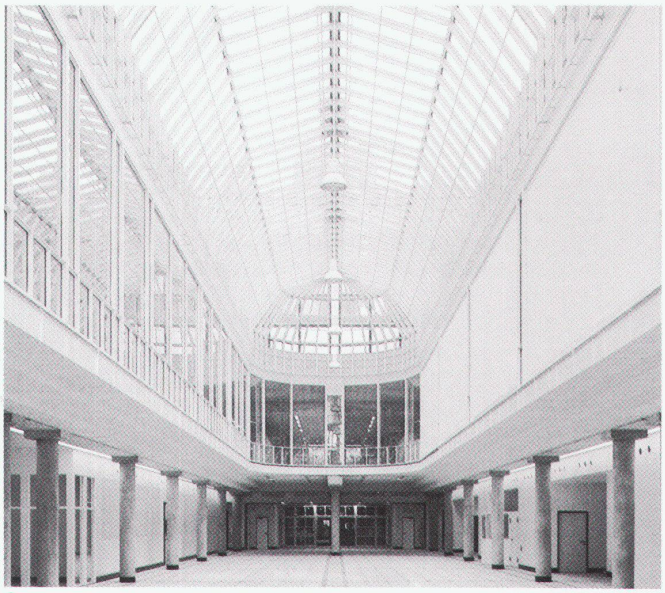
❾ «Gläsernes Zelt», Diplomatischer Club bei Riyad, 1986, Architekt: Frei Otto mit Joint-venture / «Tente en verre», club diplomatique près de Riyad / "Glass Tent", Diplomatic Club near Riyad

❿ Spital Neuköln, 1985, Architekt: J. P. Kleihues / Hôpital / Hospital

⓫ Messehaus und Galeria, Frankfurt a.M., 1983, Architekt: O. M. Ungers / Hall de foire et galerie / Exhibition hall and Galeria



⑩



⑪

Mietskasernen, die neuen Verwaltungs-, Betriebs-, Schul- und Utilitaritätsbauten maximal herangeschafft und rationell verwendet.

Die gewaltige Erschütterung der Oktoberrevolution 1917 in Russland ist von den allermeisten Zeitgenossen kaum bemerkt und keineswegs in der vollen historischen Tragweite erkannt worden. Dies betraf auch die Architekten. Man erwartete von ihnen, dass sie sich nicht nur nicht ihrer künstlerischen Verpflichtung entziehen, sondern sogar den neuen Inhalten gemäss jene Architektur suchen, die dem Menschen – und zwar sowohl gleichermassen dem Individuum als auch der Gemeinschaft – voll dient: War der benediktinische Kodex verloren und muss neuerlich eine weit in die Zukunft reichende, gleich starke Vision gefunden werden oder gilt es lediglich, die alten, vorhandenen Regeln modern, also zeitgemäss zu interpretieren?

Am Wendepunkt zur neuen Zeit entstand der sich progressiv verstehende «Internationale Stil». Seine Vertreter glaubten, dass sich hinter grossen Glasflächen der Mensch wohler fühlt und dem entgegenstehende Regeln missachtet werden könnten.

Alvar Aalto, Michael de Klerk, Ernst May, Gunnar Asplund, Hans Scharoun, Erich Mendelsohn, Peter Behrens, Carlo Scarpa, Le Corbusier u.a. versuchten teils an gebrochenen Traditionen anzuknüpfen, teils wollten sie, wie Mies van der Rohe – unkonventionelle Wege gehen. Fast immer, so drängt sich der Vergleich auf, ist die Fläche überwiegend formal verwendeten Glases eine Art Massstab für eine fragwürdige Modernität geworden. Besonders in den USA wurde für die Wolkenkratzer-Architektur dieser Werkstoff zunehmend und in überproportionalem Ausmass zur funktionellen Aufgabenlösung – und noch dazu kompromisslos unbequem für die Benützer – eingesetzt. Die vorgehängten Glasfassaden verleiten bequemerweise zu modischen Glasrasterflächen . . .

Die Ressourcen - auch für das Bauen – werden immer knapper, die konventionelle Energie schwindet bedenklich (und Ersatz in genügender und geeigneter Form zeichnet sich noch nicht ab), die Umwelt wird immer hypertropher von Abfällen belastet, die Erdbevölkerung wächst rapide an, die Rüstungspotentiale steigern sich ins Unvorstellbare.

Infolge zunehmender Energieknappheit, wachsendem Umweltbewusstsein und dem Ringen um eine zeitadäquate Architektur wird die passive Nutzung der Sonnenenergie zunehmend und rational integriert. Dies bedingt spezielle Entwürfe, entsprechende Gebäudeformen, geeignete Situierungen, günstige Raumöffnungen sowie deren optimale Dimensionierung . . .

Moderne Gläser müssen spezielle Anforderungen an Schall, Wärme, Bruchsicherheit und Festigkeit (Sog und Druck) erfüllen. Darüber hinaus bemühen sich die bekanntesten Glashütten um die Weiterentwicklung dieses Baumateriales: Besondere physikalische Eigenschaften ermöglichen eine optimale passive Sonnenenergie-Nutzung.

Das auf die Glasscheiben auftreffende Sonnenlicht besteht grossteils aus elektromagnetischer Strahlung mit Wellenlängen zwischen 0,3 bis 3,0 Mikrometer. Dieses für die Energiegewinnung bedeutsame Faktum bedingt, dass das Sonnenlicht durch das Glas in die Innenräume dringt, von Böden, Möbeln und Wänden grossteils absorbiert und in Wärme umgewandelt wird . . . *J. K.*

Literatur:
H. Hafner/E. Böhmer, Glasarchitektur, Rudolf Müller, Köln-Braunsfeld, 1986
K. Ohlwein, Das Sonnenhaus von Nebenan, Bauverlag, Wiesbaden-Berlin, 1986
K. H. Gnau, Glas in der passiven Solararchitektur, Bauverlag, Wiesbaden-Berlin, 1986
H. Menck/E. Seiffert, Neue Fenster für alte Fassaden, Bauverlag Wiesbaden-Berlin, 1986
W. Hoepfner/E. L. Schwandner, Wohnen in der klassischen Polis – Haus und Stadt im klassischen Griechenland, Archäologisches Institut, München, 1986
M. Neumann, Glashäuser aller Art, Bauverlag, Wiesbaden-Berlin, Neuauflage aus 1952 von 1986
G. Guénoun/J. C. Kalmanovitsch, Glashäuser zum Wohnen, Bauverlag, Wiesbaden-Berlin, 1986
J. Tresidder/S. Cliff, Faszinierende Glashäuser, Wintergärten und Veranden von Gestern und Heute. Bauverlag, Wiesbaden-Berlin, 1986
C. Lorenz-Ladener, Solargewächshäuser, Grebenstein, Ökobuchverlag, 1981
P. Krusche/U. A., Ökologisches Bauen, Bauverlag, Wiesbaden-Berlin, 1986
M. + H. Wachberger, Mit der Sonne bauen – Anwendung passiver Systeme, Callwey, München, 1983

pour Anvers, Le Corbusier ne fait plus référence à l'axe héliothermique, mais il gardera toujours les mêmes préceptes pour l'orientation des bâtiments et la même méthode permettant d'incorporer l'ensoleillement dans la composition urbaine. On peut remarquer, par exemple, que toutes les unités d'habitation projetées sont disposées suivant l'axe nord-sud, quelles que soient les orientations des voies d'accès existantes les plus proches. Cette démarche de l'ordre de l'urbain répond à une solution d'architecture: la disposition retenue pour le bâtiment est en fait la seule permettant d'avoir des couples de logements encastrables, chacun à double exposition et avec une pièce principale à double hauteur pouvant recevoir du soleil direct toute l'année.

La transposition plastique de la relation au soleil que l'on retrouve dans les éléments bâtis de la ville, n'est pas reconduite pour les lieux non-bâtis: tandis qu'au niveau des façades, «les redents provoqueraient le jeu des ombres favorables à l'expression architecturale», au niveau du sol, l'ensoleillement n'est pas considéré dans la configuration des espaces externes.

Il est aussi intéressant de noter que le vœu d'ensoleillement chez Le Corbusier ne s'accompagne pas de préceptes permettant de le rendre effectif à l'intérieur des locaux, en évitant soit l'ombre propre d'une partie du bâtiment sur une autre, soit l'ombre portée d'un bâtiment (ou d'une rangée de bâtiments) sur l'autre. Au contraire des autres théoriciens, Le Corbusier ne propose pas de préceptes généralisables pour garantir l'ensoleillement des locaux en tenant compte de la position et de la volumétrie des constructions environnantes.

Tony Garnier, par exemple, donne des règles extrêmement précises en vue d'assurer le soleil dans les locaux de la Cité Industrielle, où tous les bâtiments font face au sud.

Les auteurs de l'axe héliothermique, proposent pour des rangées de bâtiments avec cette orientation, un écartement égal à une fois et demie la hauteur des bâtiments d'en face, ce que, à la latitude de Paris, permettrait d'assurer aux logements en rez-de-chaussée deux heures de soleil au solstice d'hiver. On retrouve un écho de cette idée dans la Charte d'Athènes – le principe des deux heures de soleil d'hiver – et qui restera sans effet (même si plus tard il devient en France article du règlement national d'urbanisme, toujours en vigueur) faute d'avoir prévu les moyens d'appliquer la règle et de contrôler son application...

Le Corbusier procède de sa façon caractéristique, en présentant l'architecture pour laquelle ses principes d'urbanisme ont été pensés. Chez lui, la formulation de la règle n'est jamais une question abstraite; elle part des problèmes concrets qu'il rencontre dans sa pratique d'architecte et est faite d'ajustements réciproques entre le cas particulier d'un projet donné et la capacité de généralisation que demande la règle proposée.

Je traite cette question dans un autre texte, qui aborde plus particulièrement le processus corbusien d'invention architecturale avec le soleil.[18] On a souvent relevé la concordance de l'application de l'orientation solaire des bâtiments avec la difficulté d'orientation de l'individu dans l'espace de la ville moderne.

On peut toutefois objecter que cette difficulté n'est pas spécifique de la ville du XXe siècle, car on la trouve déjà dans des villes à tracé orthogonal, soit quand l'espace externe est uniforme, soit sur les voies diagonales du tracé, même quand l'espace extérieur est varié.

Dans le cas de Le Corbusier, on ne peut pas sérieusement imputer à la recherche d'ensoleillement la nature de l'espace externe obtenu: le surdimensionnement de l'espace externe existe déjà dans ses premières propositions d'urbanisme où ce paramètre n'est pas encore incorporé et dans la Ville Radieuse les difficultés d'orientation sont renforcées plutôt par la ségrégation des activités et le manque d'un centre organisé. Dans la zone d'habitation, les distances sont d'ailleurs plus importantes dans la Ville Contemporaine que dans la Ville Radieuse, où l'écartement entre rangées est de l'ordre de 200, 300 mètres en moyenne (un schéma montre que le parc Monceau peut être contenu à l'intérieur de deux séquences d'arabesques!). L'élément végétal est prévu en tant qu'intermédiaire entre l'échelle du bâti et celle du piéton, mais la végétation ne règle pas pour le piéton la question de son répérage dans l'espace.

Malgré l'affirmation que «le dehors est un dedans», ces espaces extérieurs sont surtout faits pour être contemplés, pas pour être «habités». Les esquisses lyriques pour Rio, Sao Paulo, Montevideo et le plan obus pour Alger, répondent aux données topographiques d'un paysage fortement présent, et approché à travers la vue.

L'apport remarquable de Le Corbusier à la question de l'*espace* dans la solution du problème de l'architecture, est surtout appliquée aux locaux internes; il ne le reporte pas à l'espace externe de la ville. Les raisons sont encore à clarifier – il n'est pas certain que tout s'explique par le refus du pittoresque, car même pour une cité-jardin comme Pessac il ne propose pas un traitement particulier de l'espace externe.

Dans les premiers croquis pour le centre de St-Dié, où l'échelle est limitée par la taille de l'ancienne ville, les espaces extérieurs sont désignés – forum, corso, mail – ce qui laisse supposer que Le Corbusier avait un projet de lieux extérieurs à l'échelle du piéton.

C'est à Chandigarh que l'on va trouver la reconciliation des deux visages de l'architecte, quand il propose un espace à l'échelle humaine à intérieur de l'espace monumental du Capitol: «J'ai apporté en creusant dans la terre, une petite contribution personnelle, baptisée drôlement: «la fosse de la considération». Il s'agit d'un trou carré dans le sol, de 4,79 m de profondeur et de 25,07 mètres de côté. Des gens s'y réuniront, ceux qui parleront et ceux qui écouteront, debout ou assis: ils ne verront que le ciel posé sur les quatre bords de la fosse et «la main ouverte»...[19] *P. M.-C.*

Notes

1 *«Manière de penser l'urbanisme»*, éd. Denoël-Gonthier, 1982, p. 43 et 83.

2 On peut toutefois considérer que l'élimination des cours et de la rue-corridor sous-entend aussi la recherche de lumière naturelle, donc de soleil. Le Corbusier, d'ailleurs, date de cette époque son intuition des «joies essentielles»: «En 1922, j'avais commencé à entrer dans ce rêve dont je ne suis plus sorti: vivre dans la ville des temps modernes! ... j'avais deviné les joies essentielles: ciel et arbres, compagnons de chaque homme. Soleil dans la chambre, azur dans la fenêtre, houle de verdure devant soi, au réveil, dans la ville.» *(«La Ville Radieuse»*, éd. Vincent, Fréal, Paris, 1964, p. 12.)

3 *«La Ville Radieuse»*, op. cit., p. 65.

4 *«Manière de penser l'urbanisme»*, op. cit., p. 46–47.

5 «Les fomentateurs des cités-jardins et les responsables de la désarticulation des villes ont proclamé bien haut: à chacun son petit jardin, sa petite maison, sa liberté assurée. Mensonge et abus de confiance! La journée n'a que vingt-quatre heures.» *«Manière de penser l'urbanisme»*, op. cit., p. 8–9.

6 «La vie machiniste laisse prévoir, sous peu, une journée de travail diminuée, laissant dans la journée quotidienne de 24 heures, un nombre d'heures libres si important que le devoir de l'autorité est de préparer les lieux et les locaux susceptibles de combler ces heures libres qui seront consacrées à la récupération physique et nerveuse: (sport au pied des maisons; solariums et plages sur les toits-jardins), etc.» Extrait du rapport accompagnant le Plan d'urbanisation de la rive gauche de l'Escaut à Anvers *(«La Ville Radieuse»*, op. cit., p. 272).

7 *«Urbanisme»*, éd. Vincent, Fréal, Paris, 1966, p. 160.

8 A. Rey, J. Pidoux, C. Barde – *«La science des plans de villes»*, Ed. Payot, Lausanne; Ed. Dunod, Paris, 1928.

9 Rey, Pidoux, Barde, ibid., p. 18–24.

10 Le «questionnaire international» avait été proposé au 3e CIAM à Bruxelles; il est reproduit dans *«La Ville Radieuse»*, p. 47–50.

11 G. Bardet – *Le facteur soleil en urbanisme*, Techniques et Architecture, n° 7–8, 1943, p. 202–206.

12 Vers la même époque, Le Corbusier adopte un axe d'orientation opposé (axe est-ouest) pour les bâtiments de la zone d'habitation européenne du plan d'urbanisation de Nemours (Ghazaouet actuel). Cette localité est située à la latitude de 35°N; une latitude similaire à celle qu'occupe Buenos Aires (35°S) dans l'hémisphère sud. Les bâtiments sont disposés en damier, avec des façades nord et sud, orientation «parfaite» d'après Le Corbusier, car «nous sommes en Afrique».

13 On peut noter qu'il y a eu erreur de dessin, la déviation de l'axe hélio par rapport au méridien étant inversée, méprise probablement imputable au fait que dans l'ouvrage de référence le nord figure en bas du cadran, au contraire des représentations habituelles.

14 *«Sur les quatre routes»*, éd. Denoël-Gonthier, 1978, p. 91–93.

15 Thilo Hilpert – *Le lieu de la Ville Radieuse*, AMC, n° 49, sept. 1979.

16 *«La Ville Radieuse»*, ibid., p. 132.

17 Lettre du 8/5/1933 à Victor Bourgeois, cité par Gerosa – *Le Corbusier – urbanisme et mobilité*, Birkhäuser Verlag, Basel, 1978, p. 55.

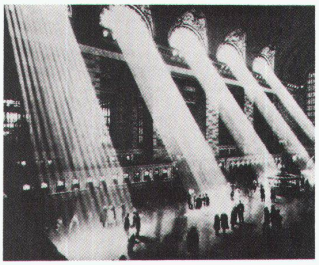
18 P. Miller-Chagas – *Le jeu du soleil*, catalogue de l'exposition «Le Corbusier et la Méditerranée», 1987. Ed. Panthèses, p. 113–123.

19 Œuvre Complète, vol. 5, p. 10.

Josef Krawina

Architecture et verre

Voir page 24



Dans la plupart des pays d'Europe, les centres de production du verre se développèrent en fonction de la grande activité constructive apparue à la fin du 18e siècle. Là où l'on pouvait extraire directement le carbonate de potassium, le traiter et le transporter commodément ensuite grâce à l'énergie hydraulique, d'importantes verreries se constituèrent. En Bohême, Thuringue, Vénétie, Hesse et Erzgebirge, dans le nord-est de la France et les Pays-Bas voisins, ainsi que les îles Britanniques, de vastes forêts furent sacrifiées au nouveau et précieux produit. Mais pour tempérer l'enthousiasme du peuple et que l'envie d'en imposer manifestée par les couches sociales montantes ne déborde pas la production, un impôt de luxe très lourd fut levé sur les grandes surfaces de verre. Comme par ailleurs la fabrication du verre devait rester un secret bien gardé, sa divulgation était encore punie de la peine de mort dans l'Angleterre de 1803. Le mouvement national qui suivit le chaos des guerres napoléoniennes et la «Restauration» avec ses tendances conservatrices ne purent éviter que l'humanité ne s'engage dans une phase de développement plus décisive que celle survenue quelque 350 ans plus tôt, lors de la prise de Constantinople en 1453. En corrélation avec les idées socialistes éclata la «révolution industrielle» et ses con-

séquences évolutrices pour toute la planète! Les idées françaises firent d'abord de nombreux adeptes (Beethoven, Haydn); elles eurent aussi des précurseurs et des interprètes divergents (Humboldt). Principalement le «Royaume-Uni», première nation industrielle du monde, offrit ses découvertes à l'humanité sous la forme de (coûteux) brevets. Ceux-ci concernaient essentiellement l'extraction, la transformation et l'utilisation de l'acier et du fer, ainsi que des méthodes de calcul pour les constructions correspondantes. Des noms anglais tels que Derkinshav, Bessemer, Cartwright, Curt, Payne, Savery, Smeaton, Stephenson, Watt, Wilkinson et Wyatt s'allièrent aux français Cugnot, Fourier, Réaumur et Siemens-Martin; d'autres nations vinrent s'y ajouter par la suite. Ce choix arbitraire n'englobe pas tout le travail expérimental des pionniers de la fabrication de l'acier. Culman et Cremona apportèrent leurs méthodes de calcul valables aujourd'hui encore et dès 1794, l'«Ecole Polytechnique» de Paris créa les conditions académiques pour la masse de constructions devant suivre qui combinèrent l'acier au verre ainsi que l'acier à la pierre. (La première grande structure en acier fut le pont en treillis sur la Tyne-River près de Coalbrookdale, Angleterre moyenne vers 1776...)

A l'époque, les grandes villes surpeuplées ne comptaient guère plus de mille immeubles chacune. Alliée aux destructions de la guerre, aux dégâts de la Révolution et à l'arrivée de populations nouvelles, cette situation engendra un développement considérable de l'industrie du bâtiment. Pour les logements et les meubles de larges couches de population, naquit un style sans prétention qui, pour la première fois, ne se référait plus au luxe des cours princières, mais répondait aux besoins modestes des citoyens et des membres de leurs familles: une pièce unique pour exercer leurs activités et organiser leurs loisirs. Pour la première fois, on put parler d'un «style d'habitat démocratique», même si les ouvriers salariés, encore minoritaires à l'époque, ne purent en profiter. Comme auparavant, ceux-ci continuèrent à habiter dans des conditions iniques, et cette situation devait encore notablement s'aggraver avec l'industrialisation croissante jusqu'à l'apogée du libéralisme à la mode de Manchester (voir Ch. Dickens)! Entre 1815 et 1830, malgré la pauvreté du temps, principalement en Autriche et en Allemagne, se développa le style *Biedermeier* qui a justement retrouvé notre faveur aujourd'hui. En contraste voulu avec le côté pompeux du premier Empire, il était dépouillé de tout décor inutile et coûteux, tandis que ses formes étaient claires, simples et fonctionnelles et son exécution solide.

Alors que l'accroissement de la construction de logements pour la population normale réclamait un supplément quantitatif important de verre à vitre, les édifices utilitaires et représentatifs en expansion rapide exploitaient les chances offertes de formes d'espace et d'expression jusque-là inconnues. Les vieux signes sémantiques de l'architecture ne suffisaient plus: Le besoin de liberté des bourgeois s'accrut à l'infini, la confiance en la science toute-puissante exigeait de nouveaux symboles. Les travailleurs en voie d'organisation voulaient aussi se manifester avec force par des constructions hardies; quoi de plus évident que d'utiliser les nouveaux matériaux acier et verre? Leur effet dématérialisant ne les prédestinait-il pas à créer la fiction d'une «architektura celesta» («... Frères pour la liberté, le soleil!»)?

Les nouvelles entreprises architecturales absorbèrent des quantités considérables de ces matériaux modernes: Le procédé de la glace coulée, déjà inventé en 1688 par Lucas de Nehou, fut rapidement perfectionné. Cette industrie ne fournissait pas seulement de la quantité mais aussi de la qualité. Dès 1700, les Français pouvaient déjà livrer des dimensions de 120×200 cm. En 1750, l'usine Nehou fabriquait des panneaux de 150×250 cm qui s'accrurent en 1850 jusqu'à 350×500! En 1851, les vitrages du palais de cristal de Paxton furent pourtant exécutés en verre laminé meilleur marché. En 1844, le Kew-Garden de Turner & Burton utilisa, pour la première fois, des glaces bombées de 95×24 cm, épaisses de 3 mm et teintées en vert par de l'oxyde de cuivre.

Dans les grandes métropoles en croissance rapide (p. ex. Vienne 233431 habitants en 1800, 448688 en 1850 et 2,14 mio en 1914), les besoins en verre se multiplièrent. Par ailleurs, les constructions en verre et acier devinrent une mode pour les fonctions de l'ensemble du monde industrialisé. Partout on construisit des grands magasins conçus comme des palais du commerce; des halls de gare devinrent les symboles de la mobilité nouvellement acquise; les halles de foire furent promues centres de communication; les musées évoluèrent en lieux d'information ouverts sur le monde; les bibliothèques multiplièrent l'étendue de leur savoir et se présentèrent comme centres d'information démocratique; les palmeraies devinrent des oasis d'illusion tropicale; les passages se développèrent en points de cristallisation commerciaux et sociaux; les serres étaient utilisées comme champs d'exercice botanique pour le plaisir. Pour moi, il est significatif que l'événement marquant de cette époque de la construction n'ait pas été le fait d'un architecte mais d'un jardinier: Avec sa grande serre-palmeraie à Bretton Hall (1827), l'Anglais J. C. Loudon (1783–1843) justifia et illustra pour la première fois la théorie de cette méthode de construction faite de quadrillages métalliques légers et de remplissages transparents.

Pour mesurer le côté révolutionnaire de ces nouvelles constructions, nous devons par exemple nous rappeler que la coupole de Saint-Pierre de Rome, érigée en 1590, présentait une épaisseur de matériau de trois mètres pour une ouverture de 40 mètres. La serre-palmeraie de Budleigh Salterton en 1843 n'avait certes qu'une portée de 9,60 m, mais une épaisseur de matériau de seulement 5 cm. Le Kibble Palace à Glasgow de 1872 se contentait d'une épaisseur de construction de 7 cm pour un diamètre de 19 mètres. Les relations épaisseur/diamètre respectives étaient donc de 1:13, 1:192 et 1:270 (les constructions modernes atteignent actuellement env. 1:1600).

Chacun reconnaît d'emblée l'importance historique de la combinaison acier/verre sous la forme de fins réseaux porteurs avec leurs remplissages inondés de lumière; il lui suffit de penser aux multiples possibilités d'utilisation, à la rapidité de la construction, au coût relativement bas, ainsi qu'à l'attrait esthétique totalement nouveau.

Alors que les premières grandes expositions internationales à Londres (1851, 1852), Paris (1855, 1889, 1900), Vienne (1873), Philadelphie (1876) étaient avant tout des nouveautés assorties d'une valeur pratique, elles devinrent par la suite de gigantesques manifestations de prestige qui, grâce à leurs millions de visiteurs (pour la première fois dans l'histoire du monde), eurent un effet de multiplication inimaginable en ce qui concerne les idées et les progrès de l'artisanat ainsi que de l'industrie dans le monde entier.

Les premières halles d'exposition étaient elles-mêmes des prouesses architecturales: le Crystal Palace, 1851, de Paxton à Londres tout comme le Palais de l'industrie, 1855, de Viel et Barrault. La seconde exposition parisienne ne présentait rien de spécialement nouveau si ce n'est le concept de sa galerie annulaire. Vienne se dota d'un édifice à coupole de 107 mètres de diamètre (dû à l'Anglais Scott Russel). Les fêtes du centenaire de la grande Révolution apportèrent par contre, à Paris, deux édifices remarquables: la Tour Eiffel et la Galerie des machines (Contamin et Dutert). Il s'agissait de deux performances techniques grandioses à l'esthétique exceptionnelle. Longue de 420 mètres la halle, élégante construction à trois rotules dont les portiques en treillis se terminant en pointes reposaient avec une légèreté immatérielle sur des appuis à rouleaux, atteignait la portée sensationnelle de 105 mètres.

Etant donné que l'on devait construire beaucoup et que l'utilisation du verre ne faisait plus l'objet d'aucune pénalité fiscale, seules subsistaient les limites fixées par la rentabilité, la qualité, les délais de livraison et les possibilités de transport. L'aménagement des lignes de chemin de fer secondaires en Europe amena le complément d'infrastructure nécessaire. Conformément à l'économie du laisser-faire, un maximum de verre fut mis rationnellement en œuvre pour les nombreuses bâtisses locatives ainsi que les nouveaux édifices administratifs, commerciaux, scolaires et universitaires.

Alvar Aalto, Michel de Klerk, Ernst May, Gunnar Asplund, Hans Scharoun, Erich Mendelsohn, Peter Behrens, Carlo Scarpa et Le Corbusier, entre autres, tentèrent soit de se rattacher à des bribes de tradition, soit comme Mies van der Rohe, de suivre des voies inhabituelles. Presque toujours se pose la question de savoir si les grandes surfaces de verre, essentiellement utilisées pour des raisons formelles, n'étaient pas devenues une sorte d'échelle servant à mesurer une modernité contestable. Particulièrement aux USA, l'architecture des gratte-ciel fit appel à ce matériau d'une manière toujours plus disproportionnée pour résoudre des problèmes fonctionnels et ceci sans se soucier de l'inconfort des utilisateurs. La technique de la façade-rideau en verre mit rapidement les quadrillages de verre à la mode... La pénurie d'énergie croissante, notre meilleure conscience de l'environnement et la lutte pour une architecture mieux adaptée à notre époque imposeront une intégration progressive et rationnelle de l'utilisation passive de l'énergie solaire. Ceci veut dire des projets spéciaux, des formes de bâtiment adéquates, des implantations convenables, des ouvertures favorables, ainsi que leur dimensionnement optimum...

L'échelle de valeurs permettant d'évaluer toute architecture réside dans l'organisation fonctionnelle conséquente des espaces (contenu) et la logique constructive (forme)...

Les vitrages modernes doivent répondre à des exigences spéciales quant au bruit, à la chaleur, ainsi qu'à leur solidité et stabilité (aspiration et pression du vent). Au demeurant, les verreries les plus connues s'efforcent de poursuivre le développement de ce matériau: Des propriétés physiques particulières permettent une utilisation passive optimale de l'énergie solaire.

La lumière solaire irradiant les vitrages se compose essentiellement de rayonnement électromagnétique dont les longueurs d'ondes se situent entre 0,3 et 3 micromètres. Ce fait important au plan énergétique signifie que la lumière solaire pénètre dans le volume intérieur en traversant la vitre et, qu'absorbée en grande partie par le sol, les meubles et les parois, elle est transformée en chaleur... *J.K.*