

Ruth-Maria Ullrich

### Zur Bauweise des Pflanzenhauses

In seinem 1976 erschienenen Buch "A History of Building Types" ordnet Nikolaus Pevsner das Pflanzenhaus der Gruppe "Market halls, conservatories and exhibition buildings" zu, sämtlich Bautypen, bei denen die für das 19. Jh. charakteristischen Glas-Eisenkonstruktionen zu einem kompletten, alle tragenden und raumabschließenden Bauteile umfassenden Bausystem herangereift waren. Von ihnen steht das lichtdurchflutete Pflanzenhaus am Anfang der Entwicklung. In seiner transparenten Skelettbauweise war es ein bahnbrechendes Novum in der Architekturgeschichte, dessen funktionelle und gestalterische Möglichkeiten heute wieder aufgegriffen werden.

Wenn Alfred Gotthold Meyer 1907 in "Eisenbauten, ihre Geschichte und Ästhetik" schrieb, "der Ursprung aller Architektur aus Eisen und Glas ... ist das Gewächshaus", so trifft diese These vor allem auf seine Bedeutung als Fundus erprobter Konstruktionen und Architekturlösungen zu. Das Beispiel des ersten Weltausstellungsgebäudes von 1851 im Londoner Hyde Park, dessen allseitig verglaste Eisenkonstruktion von seiner Zeit "The Great Metropolitan Conservatory" genannt wurde, ist dafür ein Beweis. (Great Exhibition Building, London, 1851)

Unter den für diesen Bau eingegangenen 245 Wettbewerbsvorschlägen befanden sich drei herausragende Entwürfe, in denen die Erfahrungen mit Glas-Eisenkonstruktionen für Pflanzenhäuser niedergelegt waren: der preisgekrönte Vorschlag des französischen Architekten Hector Horeau (Projet d'Edifice pour l'Exposition Universelle de Londres, 1851) - Erbauer des Jardin d'Hiver, Lyon von 1847 -, der prämierte Entwurf des Ingenieurs Richard Turner (Great Exhibition Competition of 1850) - seine Firma errichtete u.a. die frühen Pflanzenhäuser der Dublin Botanic Gardens, des Regent's Park, der Royal Botanic Gardens Kew, und schließlich die in zehn Tagen nachträglich angefertigten Pläne Joseph Paxtons, des Landschaftsgärtners und experimentierenden Praktikers im Pflanzenhausbau. Da sein Entwurf eines verglasten Eisenskeletts auf der Serienherstellung weniger bereits erprobter Grundelemente basierte und daher schnell zu realisieren war, wurde er gegenüber den zeitraubenden Mauerwerksbauten der Royal Commission zur Ausführung bestimmt.

Paxtons Entwurf für die Dachkonstruktion des 560 m langen Ausstellungsbaues sah das am Water Lily House von Chatsworth (1849-1850) bis zur Patentreife entwickelte Ridge-and-Furrow System vor. Auch die späteren Forderungen der Royal Commission, zur Erhaltung der alten Ulmen im Park ein hohes Querschiff einzuplanen, konnte Paxton sofort erfüllen, indem er auf die in Chatsworth erprobte Bogenbinderkonstruktion des Great Stove zurückgriff (1836-1840).

Als der Hyde Park ein Jahr später wieder in seinen ursprünglichen Zustand versetzt werden mußte, zeigte sich ein weiterer Vorteil der neuen Bauweise, nämlich die schnelle Demontierbarkeit. Beim Wiederaufbau des Crystal Palace in Sydenham, 1852, in nahezu doppelter Größe und mit einem Wintergarten im Hauptschiff, konnte der überwiegende Teil der alten Konstruktion wiederverwendet werden.

Diese Entwicklung der Glas-Eisenkonstruktion zum Industrieprodukt förderte einen neuen Industriezweig, den der "Hothouse Builders", die einzelne Bauelemente (Mac Farlane's Castings, Glasgow, 1870-1880), Pflanzenhäuser für alle Bevölkerungsschichten (J.W. Thomson, Kew and Windsor, Hothouse Designer; John Weeks & Company, Chelsea, Horticultural

Builders; Henry Ormson, Chelsea, Hothouse Builder, ca. 1860) und Montagebauten für verschiedene Nutzungen (Mc Farlane Castings, Application to Building Construction, 1870-1880) zu festen Preisen und nach Katalog anboten. Die sich wie eine Mode ausbreitende Glas-Eisenverwendung beruhte auf den vielfältigen Möglichkeiten, die diese neue Bauweise gegenüber der stagnierenden architektonischen und konstruktiven Entwicklung eröffnete: Schnelligkeit und Verbilligung des Bauens durch Typisierung und Vorfertigung der Konstruktionselemente, Ornamentik ohne großen Mehraufwand, da aus Gußeisen, große Spannweiten bei äußerster Leichtigkeit der Bauglieder, Licht von allen Seiten und von oben, alles Eigenschaften, die genau auf die neuen Bauaufgaben der Zeit, auf Ausstellungsgebäude (Dublin Exhibition Building of 1853), Markthallen (Smithfield Market, London 1866-1868) Bahnhöfe (Paddington Station, London, 1850) und Passagen (Barton Arcade, Manchester, 1870) zugeschnitten waren.

Darüber hinaus hat das Erscheinungsbild des Pflanzenhauses auch Neuschöpfungen des 19. Jhs. wie Bibliotheken, Museen und Theater beeinflusst. Hinter massiver Palastarchitektur überrascht den Eintretenden im Innenraum eine leichte und aufgelöste Eisenkonstruktion, die ihm die charakteristische Struktur des Pflanzenhauses in Erinnerung ruft. (Theater Göggingen bei Augsburg, 1885-1887; Oxford University Museum, 1860; Konzertsaal Leipzig, 1882)

Schließlich wird bei einer Reihe von Bauten, die als Concert Halls errichtet wurden, die völlige Identität mit dem Vorbild Pflanzenhaus erreicht. (Buxton Pavilions, Derbyshire 1870-1871; Bournemouth Pavilion, Hampshire, 1893; Albert Palace, Battersea Park, London, 1884-1885) Daß wechselnde Nutzungen möglich waren, läßt sich auch durch die Baugeschichte des Kibble Palace, Glasgow, belegen. Ursprünglich als Conservatory errichtet, diente der 1872 erweiterte Bau als Art Palace und Concert Hall und ist heute in den Glasgow Botanic Gardens ein vielbesuchtes Pflanzenschauhaus. (Kibble Palace, Glasgow, 1872)

So sehr feststeht, daß die Entwicklung der Glas-Eisenbauweise vom Pflanzenhaus ausging, so wenig trifft dies auf die Eisenkonstruktion selbst zu. Denn erst 1816 hatte J.C. Loudon den schmiedeeisernen Sashbar, das tragende Verglasungsprofil für das Pflanzenhaus entwickelt und in seinen gläsernen Versuchsbauten in Bayswater, London (Curvilinear glasshouses, 1817-1818) erprobt. Der erste große Kuppelbau nach diesem Prinzip entstand 1827 in Bretton Hall, Yorkshire (Conservatory von 1827). Bei einem Durchmesser von 30 m erreichte er eine Höhe von 18 m.

Doch schon 1806-1811 hatten Bélanger und Brunet über der Pariser Halle au blé eine mit Kupferplatten abgedeckte Kuppel errichtet, die mit ihren aus gußeisernen Segmenten zusammengeschaubten Rippen und Stützringen bereits 40 m überspannte. (Rondelet, Traité théorique. Halle au blé) Noch früher entstanden die ersten weittragenden Konstruktionen wie die Coalbrookdale Bridge von 1773-1779. Im Hochbau folgte die schmiedeeiserne Dachkonstruktion des Théâtre Français von Victor Louis, 1786 (Rondelet, Traité théorique... Le Théâtre Français) und William Strutt's Mill von 1792-1793, der erste Bau eines mehrgeschossigen, von einem Eisenskelett getragenen Mühlengebäudes (Benyon, Marshall und Bage Flax Mill, Ditherington, Shrewsbury, 1797 und King's Stanley Mill, Gloucestershire, 1812-13). Nur wegen der vermeintlichen Feuersicherheit nahm man hier die erheblich höheren Kosten der Eisenkonstruktion in Kauf, ein Gesichtspunkt, der für die Pflanzenhäuser ohne Bedeutung war. Erst als durch vermehrte Anwendung Eisen billiger wurde, konnte es sich im Pflanzenhausbau durchsetzen.

### Zum Raumprogramm

Das Pflanzenhaus hat jedoch nicht nur durch seine Bauweise in Glas und Eisen Einfluß ausgeübt. Sein Bauprogramm, das den Wunschtraum vom "immerwährenden Frühling" verwirklicht, behält das ganze 19. Jh. über seine magische Ausstrahlungskraft. Namensgebungen wie "Jardin d'Hiver, Palais des Fleurs, Palais Végétal, Floral Temple, Winter Garden" sind Ausdruck dieser Begeisterung. Ausgelöst wurde sie durch die fremdartige Schönheit unzähliger nach Europa eingeführter exotischer Pflanzen, die keine winterliche Vegetationspause kennen, und daher zu jeder Jahreszeit ein aus viel Licht, Wärme und Feuchtigkeit zusammengesetztes Klima fordern. Diese von tropischer Schwüle und Blumendüften erfüllte Atmosphäre, die dem Auge fremde Pflanzenwelt unter einem die Raumgrenzen aufhebenden Glashimmel bildete im Winter einen unvergleichlichen Kontrast zu der absterbenden Natur nördlicher Breiten.

In der städtischen Umgebung kommt so dem Pflanzenhaus als gesellschaftlicher Treffpunkt - dem öffentlichen Wintergarten - eine wichtige Aufgabe zu: Das Promenieren und Flanieren unter den Klängen der Musik in einem mit Kunstwerken, romantischen Gartenszenen, Wasserspielen geschmückten Gartenraum ließ eine euphorische Stimmung entstehen, die menschliche Kontakte weit mehr förderte als es Theateraufführungen, Konzerte, Kunstausstellungen und Bankette vermochten. (Jardin d'Hiver, Paris, 1847; Jardin d'Hiver, Lyon, 1847; Le Palais d'Hiver, Jardin d'Acclimation, Paris, 1891-1892)

Charakteristisch für die wachsende Zahl von Pflanzenhaustypen ist deren Zuordnung zu anderen Bauprogrammen: Als privater Wintergarten gehört das Pflanzenhaus zum Raumprogramm des Adels und Großbürgertums in Schlössern (Syon Park Conservatory, 1827-1830), Landsitzen (Broughton Hall, West Riding, 1853-1854), Villen (Jardin d'Hiver de la Princess Mathilde, Paris, ca. 1869) und Stadthäusern (Tour en fer et verre, Paris, ca. 1870; Dach Conservatory, London).

Die Pflanzenhäuser der botanischen Gärten (Louvain, Serres du Jardin de l'Université, 1827), der öffentlichen Parks (Liverpool, Sefton Park, Palm House, 1896), der Weltausstellungen (International Exhibition of 1862, Conservatory of the Royal Horticultural Society) und Gartenbauausstellungen (Regent's Park, London, Conservatory of the Royal Botanic Society 1845-1846) wandten sich an ein interessiertes Publikum, wie sie ebenso der naturwissenschaftlichen Forschung dienten. Sie wurden von den Universitäten, vom Hofe, von den Städten, von Gartenbaufirmen und den überall im 19. Jh. sich bildenden Gartenbaugesellschaften unterhalten.

Einen Höhepunkt der Entwicklung bildet der öffentliche Wintergarten, den kaum eines der städtischen Bauprogramme mehr missen wollte, und der sich überall dort findet, wo gesellschaftliche Kommunikation erwünscht ist: In den Großstädten, wie London und Paris (London, The Royal Aquarium and Summer and Winter Garden, Westminster, 1875-1876; London, Muswell Hill, Alexandra Palace, 1858, 1865-1869, 1873-1875; Paris, Bois de Boulogne, Le Palais d'Hiver, 1891-1892). In den großen Seebädern, hier meist in Verbindung mit Aquarium, Skating Rink, Billard- und Leserräumen (Great Yarmouth, Winter Garden and Aquarium, 1875-1876), dem Kasino (Pau, Le Palais d'Hiver, 1898), dem Kurhaus (Matlock Bank, Derbyshire, Smedley's Hydro, Winter Garden, ca. 1890), ja selbst Krankenhäusern (Leeds, Winter Garden of the Infirmary, 1868) wurde er angegliedert. Im Theater (Eden-Théâtre, Paris, Jardins d'Hiver, 1882-1883), im Museum (The People's Palace and Winter Garden, Glasgow, 1898), im Zoologischen Garten (Anvers, Jardin d'Hiver de la Société Royale de Zoologie, 1897) und in der Polytechnischen Schule (The People's Palace for East London, 1886-1891) ergänzte er das Bildungsangebot. Hotels

(Charing Cross Hotel, London, ca. 1860) und Basare (The Pantheon Bazaar Conservatory, London, 1834) gewannen an Attraktivität.

### Zur Bauform

Orangerien: Die höfische Orangerie des 17. und 18. Jhs. war meist ein freistehender, rechteckiger Mauerwerksbau mit hohen Einzelfenstern auf der Südseite, die sich zum architektonischen Garten hin öffneten. (Margam Abbey, South Wales, Orangery, 1786-1790) Als Überwinterungshaus für Citrusgewächse sollte sie diese lediglich vor Frost schützen. Im Sommer wurde die leere Orangerie als Gartensaal für Feste und Bankette genutzt. Andere Bauformen, wie das abschlagbare Pomeranzenhaus, die Terrassenorangerie und Orangerieschlösser waren für die Entwicklung der Glashäuser des 19. Jhs. ohne Bedeutung.

Glashäuser: Mit der Einführung exotischer Pflanzen, die keine Vegetationsruhe kennen, wurden Pflanzenhäuser notwendig, die - im Gegensatz zur Orangerie - in der kalten und dunklen Jahreszeit ein Maximum an Licht und Sonnenwärme einfangen. Dies führte zur Entwicklung der in Dach und Wänden verglasten Pflanzenhäuser. Sie wirken als Wärmefalle, die das kurzweilige Licht eindringen läßt, die reflektierende langwellige Strahlung jedoch am Wiederaustritt hindert. Da kein Luftaustausch zwischen Innen und Außen stattfindet, außer durch regelbare Lüftungsflügel, erwärmt sich der Innenraum schneller als die Außenluft und bewirkt den sogenannten Glashauseffekt.

Die ersten als Mauerwerksbauten errichteten Glashäuser des 19. Jhs. - die Architectural Conservatories - sind nahezu identisch mit der Bauform der Orangerie. Lediglich das flach geneigte Satteldach wird als zusätzliche Lichtquelle verglast und hinter einer Steinbalustrade verborgen. (Belton House, Lincolnshire, 1811-1819; Shrubland Park, Suffolk, 1830-1832) Den Innenraum überspannen im Camellia House von Woburn Abbey (Bedfordshire, ca. 1816) gußeiserner ornamentierte Binder. Im Aroid House, Kew, (Middlesex, nach 1836) kommen zwei unterstützende Säulenreihen hinzu.

In einer weiteren Phase verselbständigt sich die Eisenkonstruktion - wie in The Grange (Hampshire, 1824-1825) - und steht als unabhängige Ingenieurkonstruktion frei hinter einer vorgeblendeten Mauerwerkschale, die der Architektur des Wohnhauses - hier im Stil des Greek Revival - angepaßt ist.

Bei den Conservatories in Alton Towers (Staffordshire, 1824) und Syon House (Middlesex, 1827-1830) wird auch die Eisenkonstruktion der gläsernen Kuppeln in die Komposition der Baugestalt miteinbezogen. Die Ornamentik der unterstützenden Ringkolonnaden aus Gußeisen hat Charles Fowler im Syon Park Conservatory in den Formenkanon der italienischen Renaissance übersetzt. In Angleichung an den umgebenden Steinbau verwendete er volumenbildende Hohlprofile, die er ebenso konsequent wie materialsparend - weil aus Eisen - perforierte (Syon House Conservatory, Innenraum). Bis zum Ausgang des Jahrhunderts entstehen bedeutende Beispiele dieser Bauform, wie Friedrich Ohmanns Palmenhaus (Wien, Burggarten, 1901), wobei Elemente des Stein- und Eisenbaues, der Ornamentik und Bauskulptur eine Gesamtkomposition bilden.

Im Gegensatz zur Bauform des Architectural Conservatory entwickelt sich um 1815 die Ingenieurarchitektur des Pflanzenhauses aus funktionalen Überlegungen, die von den Lebensbedingungen der exotischen Pflanzen ausgehen. Die frühesten Berichte über die neue Technologie werden in den "Transactions of the Horticultural Society" veröffentlicht: G.S. Mackenzie (1815) und T.A. Knight (1822) berichten über ihre Experimente mit neuen Grundriß- und Querschnittformen, mit gebogenen Glasoberflächen und über die Verwendung von Guß- und Schmiedeeisen anstelle von Holz. 1817 und 1818 erscheinen J.C. Loudons theoretische Untersuchungen über die Abhängigkeit zwischen Sonneneinfallswinkel

und Glasneigung. Sphärische, dem wechselnden Sonnenstand folgende Glasoberflächen (G.Mackenzie, Quarter-sphere Hothouse, 1815) und Ridge-and-Furrow-Dächer (Somerleyton Hall, Suffolk, Paxton's Ridge-and-Furrow Houses), die - bei Neigung nach Osten und Westen - für eine frühe und langandauernde Erwärmung sorgen, werden in Versuchsbauten erprobt.

Loudons Entwicklung des schmiedeeisernen sash bar, der als tragendes Glashalteprofil zahlreichen frühen Glashäusern ihr charakteristisches Gepräge verlieh, (Bicton Gardens, Devonshire, ca. 1841) beruhte auf einem Vergleich der Materialien Holz und Eisen. Während der bis zu 75 % höhere Lichtdurchgang gegenüber massivem Holzwerk für die Verwendung filigraner Eisenkonstruktionen sprach, hielten sich die Nachteile aus der Korrosionsanfälligkeit des Eisens und der Gefährdung des Holzes gegenüber Fäulnis in etwa die Waage. Die bessere Position des Eisens verschlechterte sich jedoch durch dessen höhere Leitfähigkeit, was sowohl zu Bauschäden infolge Dehnung führte, als auch die Glashäuser bei niedrigen Außentemperaturen schneller auskühlen ließ. Durch Mischkonstruktionen, bei denen Holz für die außenliegenden Profile der Glashaut und Eisen für das innere Tragwerk verwendet wurden, konnte schließlich der bis über die Mitte des Jahrhunderts andauernde Streit über den am besten geeigneten Baustoff für Pflanzenhäuser beendet werden. (Temperate House, Kew, 1861 beg., Fachwerkbinder)

Die konstruktiv einfachste und für die Sonneneinstrahlung zugleich günstigste Querschnittform besaßen die sogenannten Lean-to-Houses, bei denen sich schräggestellte sash bars gegen eine massive Nordwand abstützten. Um die eingefangene Sonnenenergie gegen die nächtliche Auskühlung des Pflanzenhauses zu speichern, entstand bereits im 18. Jh. ein leistungsfähiger Bautyp mit schrägliegender, den Sonneneinfallswinkel verbessernder Südverglasung. Er besaß eine wärmespeichernde Rückwand, die nachts Wärme abgab und zugleich die kalten Nordwinde abhielt. (Seligenstadt, ehemalige Abtei, Gewächshaus von ca. 1760) Sein äußerliches Kennzeichen ist der weit auskragende, hohlkehlenförmige Schwanenhals. Er schützte die Glasscheiben vor Nässe, Hagel und auskühlender Luftbewegung.

Charles Fohault de Fleury, ein Verfechter der Lean-to Theorie, hatte im zweigeschossigen Galerietrakt der Serres von 1833-1835 (Jardin de Plantes, Paris) den Querschnitt ausgeweitet, indem er die Verglasungsprofile zum Viertelkreis biegen ließ. So wurde der Nutzraum vergrößert und eine höhere Stabilität des Profils erreicht. Die Eleganz der gebogenen Glasoberflächen ließ diese immer wieder zur Anwendung kommen, zumal die schuppenförmige Verlegung der noch kleinteiligen Glastafeln selbst in den Rundungen keine Schwierigkeiten bereitete. Die Pflanzenhäuser von Bicton Gardens, Devonshire, (ca. 1841), von Belfast, Botanic Gardens, Palm House (1839-1840), sind Beispiele dieses weitverbreiteten Typs.

Im Gegensatz zu den Lean-to Houses erwiesen sich für ein gleichmäßiges Pflanzenwachstum die allseits verglasten Eisenkonstruktionen geeigneter, die jedoch - wegen des weggelassenen Mauerwerks - schwieriger zu stabilisieren waren. Hier stehen die Rundbauten, bei denen sich die Profile wie die Stangen eines Zeltes gegeneinander abstützen, am Anfang der Entwicklung. Einer der ersten großen Kuppelbauten in Glas und Eisen war Loudons Conservatory in Bretton Hall, Yorkshire (1827). Seine Konstruktion geriet schon bei kleinen Windstößen ins Schwingen und erreichte erst nach der Verglasung eine ausreichende Stabilität. Die Kuppel des Antheum, Hove bei Brighton, Palmeira Square (1832-1833), stürzte wegen mangelnder Aussteifung noch zur Zeit der Eröffnung ein. Vergleicht man hiermit den gewaltigen Kuppelbau des Jardin d'Hiver von Laeken (Domaine Royal Laeken bei Brüssel, Les Serres 1876-1894) mit seiner nach außen verlegten Konstruktion, so wird das ganze Ausmaß der im Pflanzenhausbau erreichten technischen Entwicklung erkennbar.

Das für den städtischen Sefton Park errichtete Palm House in Liverpool (1896) zeigt eine andere Variante des Zentralbaues. Um Kosten zu sparen, wurde die Kuppel über oktagonalem Grundriß errichtet, wodurch sich die Unterkonstruktion vereinfachte und der konische Zuschnitt für die Scheiben, wie auch das Biegen des Glases wegfiel. Man verlegte die Scheiben als ebene Tafeln. Die Dachkrümmung wurde - weniger elegant - durch Abknickungen an den Scheibenstößen aufgenommen.

Allen gezeigten Bauten gemeinsam ist der basilikale Querschnitt. Sowohl für runde wie auch für gestreckte Pflanzenhäuser hat er sich als besonders geeignet erwiesen. (Z.B. Querschnitt Palm House, Kew, 1844-1848) Denn die unterschiedlichen Höhen von Mittel- und Seitenschiffen sind wie geschaffen für die verschiedenen Pflanzengattungen, deren höchste Exemplare von der im Mittelschiff umlaufenden Galerie betrachtet und gewartet werden können. Im Obergaden befinden sich die von der Galerie aus zugänglichen Lüftungsflügel. Die Seitenschiffe nehmen - wie im Kirchenbau - den Schub aus dem mittleren Glasgewölbe auf und steifen dessen höhergeführte Rohrstützen aus, die zugleich zur Regenwasserabführung dienen.

Der als Prototyp für eine ganze Reihe von Nachfolgebauten geltende Great Stove von Joseph Paxton (Chatsworth, Derbyshire, 1836-1840) - das größte Pflanzenhaus seiner Zeit - war genauso in dem vorbeschriebenen basilikalischen Querschnitt errichtet. Die gerundeten Oberflächen sind auf das Herstellungsverfahren der über Schablonen gebogenen und verholzten Holzlamellenbinder zurückzuführen. Sie wurden von gußeisernen Rohrstützen getragen und überspannten bereits 21 m bei Gebäudeabmessungen von 37 x 84 m und 19 m Höhe.

Im Mittelpavillon von Burtons und Turners berühmtem heute noch voll funktionsfähigen Palm House in Kew, finden sich die meisten von Paxtons Ideen wieder, jedoch auf eine gewalzte Bogenträgerkonstruktion übertragen und um zwei Flügelbauten erweitert. Turners damals neuentwickelte Rohrfetten mit innenliegender Zugstange spannten die gesamte Konstruktion zusammen. Sie unterstützten zugleich die eisernen glastragenden Rippen der Außenhaut.

Noch zum Ende des Jahrhunderts wurde der in der Zwischenzeit vielfach abgewandelte Bautyp im Palmenhaus von Schönbrunn bei Wien durch den Architektens Segenschmid wiederverwandelt, mit einer das Wiener Klima berücksichtigenden doppelten Verglasung (1882). Die zum Teil nach außen verlegte Konstruktion und die architektonisch ausgebildeten, mit ornamentalen Bogenstellungen geschmückten Pavillons erinnern daran, daß wenige Jahre vorher die Pflanzenhäuser von Laeken entstanden waren.

Richard Burtons zweite Pflanzenhausgruppe in Kew Gardens, das in vier Bauabschnitten von 1861-1899 errichtete Temperate House, sollte das frühere Palm House an Ausdehnung, Höhe und Spannweite übertreffen. Burton behielt zwar die basilikale Querschnittsform bei, doch wurden die gebogenen Oberflächen aufgegeben. Die Verbesserungen gegenüber dem alten Palm House sah man in der abgewalzten Satteldachform, die das Biegen der Scheiben ersparte, in den hölzernen Rahmen für das Glas, welche das Auskühlen des Pflanzenhauses verringern sollten und in der materialsparenden Fachwerkbauweise. Wie die zeitgenössische Kritik vermerkte, standen die architektonischen Qualitäten des eleganten älteren Palm House jedoch in weit höherem Ansehen beim Publikum.

Die beiden Entwicklungsreihen des architektonischen und des vom Ingenieurbau geprägten Pflanzenhauses sollen mit einigen Gedanken zur Architekturauffassung der Architekten Charles Fowler und Decimus Burton/Richard Turner ihren Abschluß finden.

Fowlers Syon House Conservatory läßt auf den ersten Blick nicht erkennen, daß seiner dem Werk Palladios verbundenen Architektur regelhafte Maß-, Proportions- und Anordnungsprinzipien zugrundeliegen, wie

sie typisch sind für die "analytische Mentalität" (Benevolo) des Ingenieurs. Fowler hat den einzelnen Teilbaukörpern, je nach ihrer Bedeutung in der Gesamtkomposition, durch Stufung im Grundriß und Schnitt verschiedene Größen gegeben, die - vergleicht man die Querschnittsflächen der Flügelbauten, Außenpavillons, des Kernbaues ohne und mit Kuppel - im Verhältnis 1:2:4:8 auf jeweils den doppelten Wert ansteigen.

Anzahl und Größe sich entsprechender Baukörper und Bauelemente bestimmen sich nach dem Prinzip eines Ausgleichs der Kräfte. Zwei Außenpavillons von 15,24 m Länge addieren sich zu der Länge von 30,48 m des einen Kernbaues. Sechs Arkadenfenstern an den Annexen des Kernbaues stehen sechs gleichgroße an den Mittelrisaliten der Außenpavillons gegenüber. Zwei kleine, bis in die Giebel geführte Bogenfelder entsprechen dem großen Bogenfeld des Mittelpavillons usw.. Auch sie wechseln zwischen Mittelrisaliten und Annexen, was bewirkt, daß, trotz sich wiederholender Grundelemente, die große wie die kleine Baugruppe ein eigenes Gesicht erhält.

Fowlers kombinatorische Methode des Zusammenfügens weniger Grundelemente zu individuellen Baukörpern ist auch in seinen Marktgebäuden feststellbar. Als noch "verborgene Vernunft"(Chr.Beutler) kündigt sie den Übergang zum ingenieurmäßigen Denken und zur industriellen Produktion an.

Innerhalb der Ingenieurarchitektur des 19.Jhs. nehmen die "reinen" Glas-Eisenkonstruktionen der Pflanzenhäuser eine Sonderstellung ein. In der das Gebäude einhüllenden, nur wenige Millimeter dicken Glas-haut, die Innen und Außen trennt, verwirklichen sie die vollkommene Übereinstimmung von Raum- und Gebäudeform. (Palm House, Kew Gardens) Wie nie zuvor hat die Transparenz der gläsernen Oberflächen das konstruktive Skelett in allen seinen Teilen sichtbar gemacht. Adern gleich durchziehen die schweren eisernen Tragwerke das filigrane Gewebe der das Glas tragenden Sprossen. Sie gliedern den Baukörper im Rhythmus des von der Konstruktion abhängigen Großmoduls und des materialabhängigen Kleinmoduls. Im Palmenhaus von Kew beträgt der Großmodul 3,81 m und entspricht damit dem 15-fachen des Kleinmoduls, dem von der Herstellungsbreite des Glases abhängigen Maß. Ein einziger wiederholt angewendeter Radius von  $2 \times 3,81$  m bestimmt die Gebäudeform: Im Mittelpavillon zu Viertel- und Halbbögen übereinandergesetzt, in den Seitenflügeln sowohl als halbkreisförmiger Querschnitt wie auch als apsidialer Abschluß des Grundrisses. Weitere Vielfache des Großmoduls sind: Die Länge und Breite des Mittelbaues mit 11 bzw.  $8 \times 3,81$  m; die Länge und Breite der Flügelbauten mit 9 bzw.  $4 \times 3,81$  m; die Gesamtlänge des Palm House mit  $29 \times 3,81$  m. Vielfache eines einzigen Moduls, dem Vorzugsmaß für die Verlegung der Glasplatten, bestimmen den Grundriß in allen seinen Teilen. Sie begrenzen die unendliche Zahl möglicher Maße auf die dem Modul zugehörige Reihe ( $1 \times M$ ,  $2 \times M$ ,  $3 \times M$ ,...) mit allen sich daraus ergebenden Vorteilen der Maßkoordinierung und der Beschränkung auf eine geringe Zahl unterschiedlicher Teile. Indem die Modulreihe zu kombinatorischem und additivem Denken zwingt, das am Bau dem Hinzufügen einer oder mehrerer Glasbahnen entspricht, erfüllt sie die wichtigsten Voraussetzungen für die industrielle Produktion.

Wie wohl keine andere Bauaufgabe haben die Pflanzenhäuser mit ihren Glas-Eisenkonstruktionen diese Zusammenhänge zwischen Konstruktion, Produktion und Architektur sichtbar gemacht und die Entwicklung gefördert.