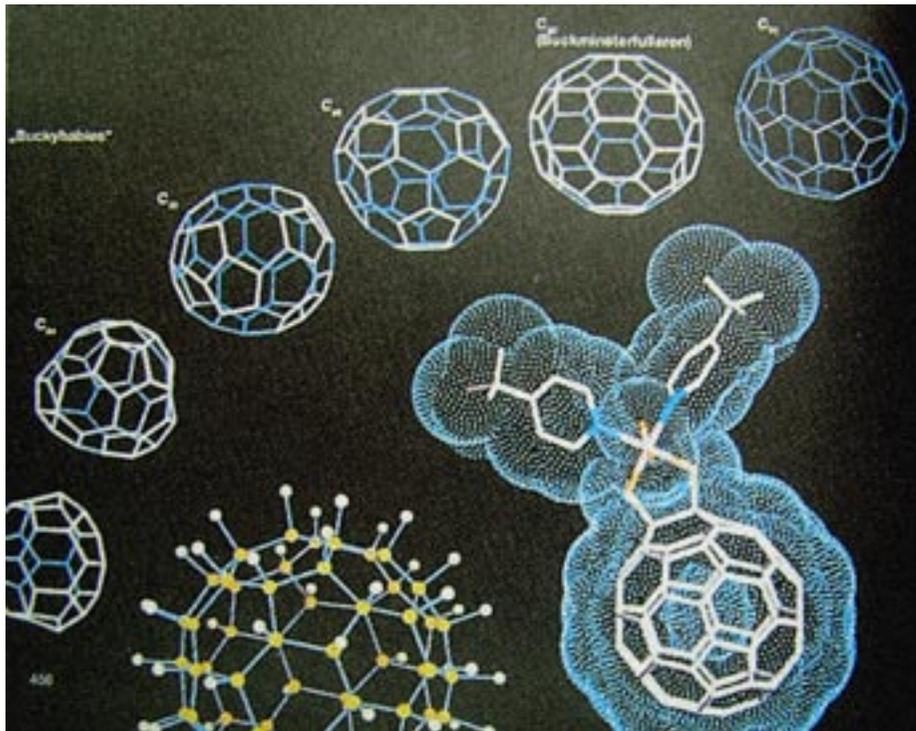


R. Buckminster Fuller
Montreal Expo '67 - geodesic dome



Fulleren



C60 Makromolekül

Einleitung

Uns schien es unumgänglich beim Thema „Buckminster Fuller – Expo Pavillon `67“ nicht bloss auf dieses eine Gebäude einzugehen, da der Prozess bei der Entstehung dieses Bauwerks viel weiter zurückgeht als bis zu seiner ersten Pavillon-Entwurfsskizze. Es lohnt sich Fullers Schaffen über die Jahre hinweg zu betrachten, da der Expo Pavillon in einem grösseren Zusammenhang steht und den Höhepunkt einer langen Entwicklung bildet. Der Prozess zum Produkt begann bei ihm sicherlich bereits mit frühen Projekten und dann mit den verschiedenen Bauten, bei denen er bereits mit der geodätischen Kuppel (= konvexes unregelmässiges Polyeder) experimentierte oder diese anwendete. Diese Kuppeln machte ihn schlussendlich berühmt. So berühmt, dass das später entdeckte spezielle Kohlenstoff Makromoleküle c60 nach ihm benannt wurden; „Fulleren.“ Da dieses Molekül, bestehend aus Fünf- und Sechsecken nicht nur der geodätischen Kuppel, sondern auch einem Fussball gleicht, wird dieser sogar umgangssprachlich „Bucky-Ball“ genannt.

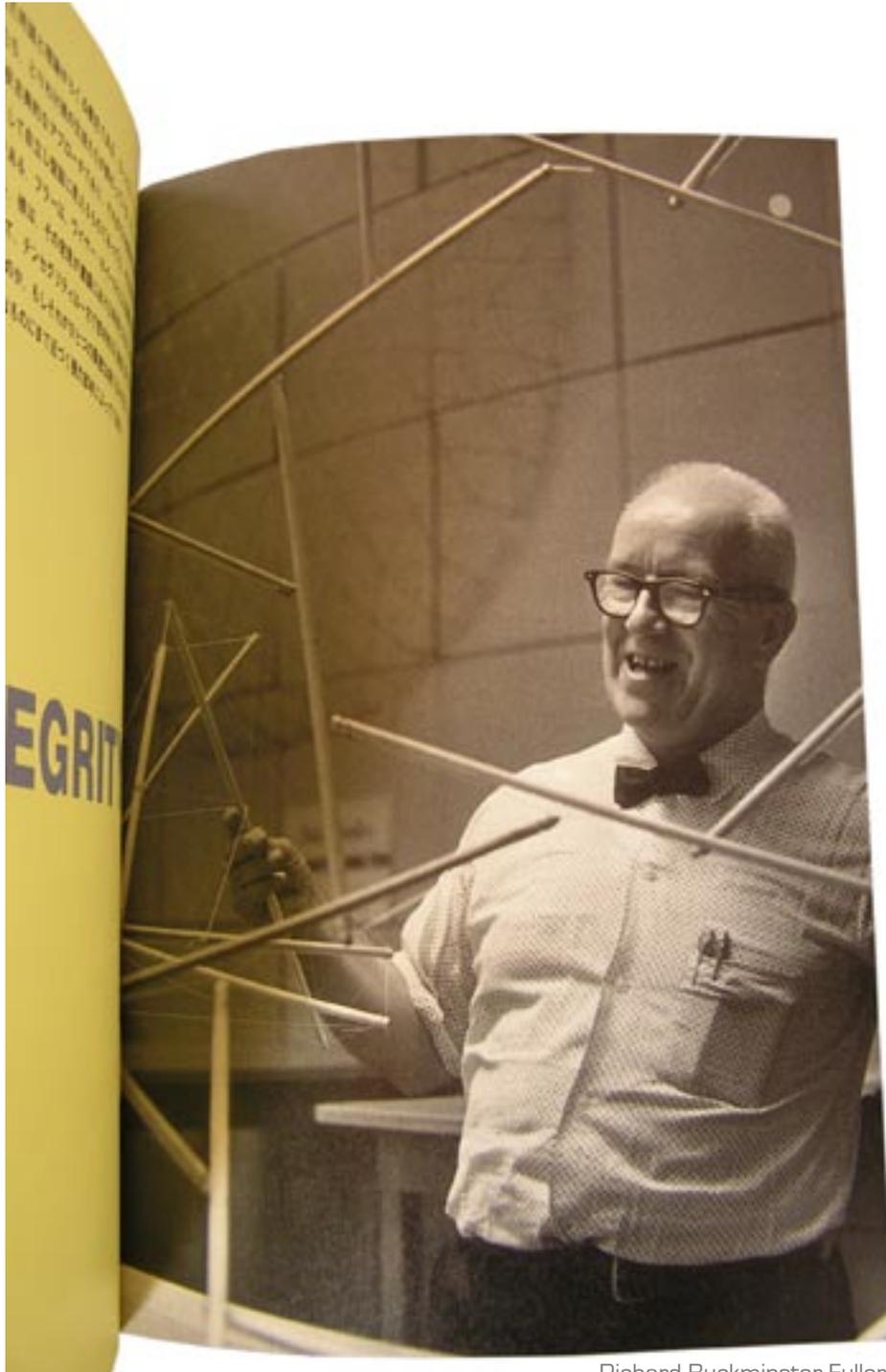
Richard Buckminster Fuller ist ein Vorreiter in Sachen Verschmelzung von Technologie und Architektur und arbeitete als einer der ersten mit komplexen Geometrien die zu flächentragenden, topologie-ähnlichen Netzen werden.



Inhaltsverzeichnis

Einleitung	02
Richard Buckminster Fuller	05
Verschmelzung von Technologie und Architektur	07
Vorfabrikation und Optimierung	09
Die geodätische Kuppel	11
Expo Pavillon 1967	14
Fazit	16
Literaturverzeichnis und Bilderverzeichnis	17





Richard Buckminster Fuller

1 | Richard Buckminster Fuller

Die Entwicklung von Prototypen

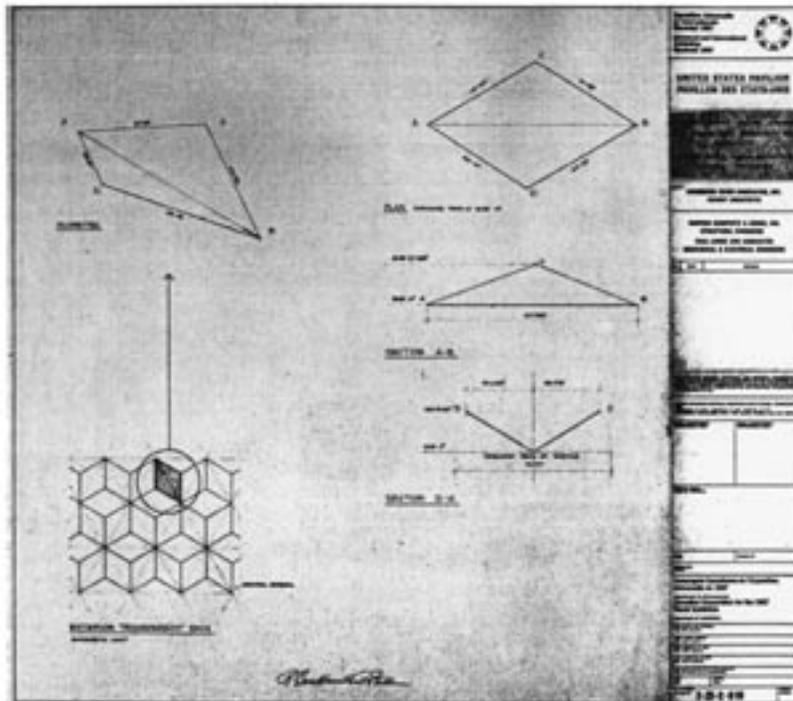
Richard Buckminster Fuller (1895 – 1983) ist in Milton, Massachusetts geboren. Er wuchs in einer konservativ, sehr traditionsbewussten Familie auf. Die Grundschule musste er zweimal durchlaufen und sein Studium an der Harvard Universität brachte er nie zu ende, da er zweimal ausgeschlossen wurde wegen „allgemeiner Verantwortungslosigkeit und mangelndem Fleiss.“ Er widmete sich lieber dem Spiel als dem Studium. Darauf hin arbeitet er als Monteur und machte eine Offiziers-Ausbildung in der Marine, wo er sich viel mit Navigation und Logistik beschäftigte und lernte genau zu planen. Mit seinem Schwiegervater gründete er die „Stockade Buliding System“ und kam dadurch erstmals mit dem Bauwesen in Kontakt. Er experimentierte viel mit Leichtbauweise, was ihm schlussendlich, bis zu seinem Lebensende, doch noch zu über dreissig Ehrendoktoraten verhalf.

Fuller merkte bald dass er nicht als ausführender Architekt oder Konstrukteur arbeiten wollte, sondern vielmehr Prototypen entwickeln sollte. Dabei strebte er niemals individuelle Lösungen an, sondern er suchte stets nach Modulen die flexibel genutzt und additiv aneinander gebauten werden können. Er wollte allgemeingültige Konzepte und flexible Systeme entwerfen, was heute eine unausweichliche Notwendigkeit ist. Dabei folgten seine Prototypen stets dem neusten Stand der Technik, was bedeutete dass Fuller viel

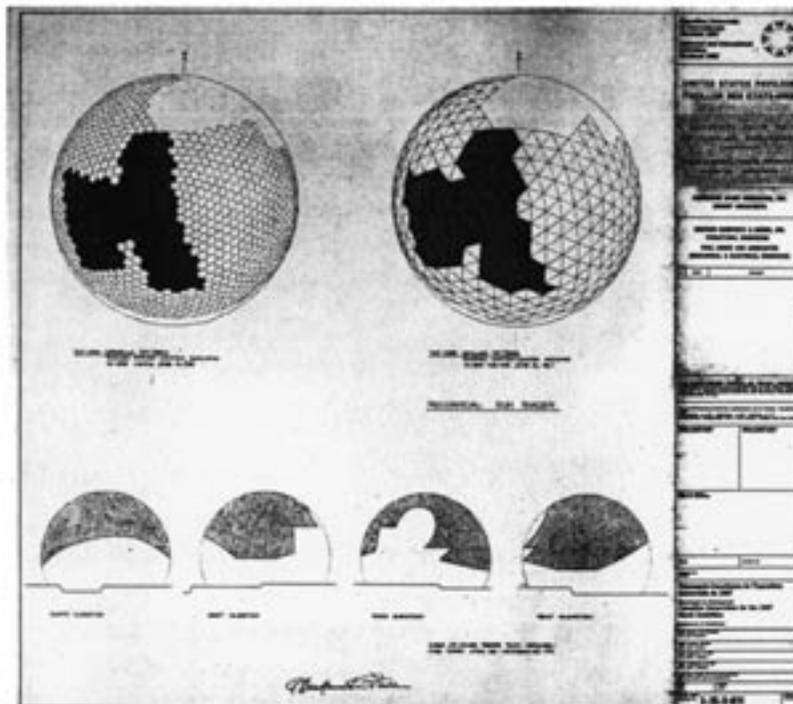


Buckminster Fuller diskutiert den Expo-Pavillon mit Präsident Johnson

Wissen aus dem Fahrzeug- und Flugzeugbau hinzuzog. So war er Mitte der Zwanzigerjahre mit seinen Überlegungen der Avantgarde der Architektur weit voraus. Diese akzeptierten zwar die Notwendigkeit einer Modernisierung, aber belassen es dann doch eher bei einem impressionistischen Verständnis für die technischen Grundlagen. Die Avantgarde zeigte sich als Formalisten, die die technischen Möglichkeiten der Zeit nicht zu verstehen schienen. Im Gegenteil, sie verachteten Fuller's Werke da die formale Ausbildung sich nicht mit ihren Ideen decken liess. Doch solch eine oberflächliche Betrachtung wird Buckminster Fuller nicht gerecht, denn er wendete die fortschrittlichsten Technologien auf einem sehr hohen Niveau an. So bezeichnete er im Gegenzug die Architektur seiner Zeit als rückständig, da er dessen Verwendung der Materialien als unzeitgemäss beurteilte. Für ihn war die Moderne Architektur hauptsächlich eine Untersuchung der Form, während Fuller sich vielmehr mit Problemen wie Material, Umwelt, Energie aber auch Wohnen auseinander setzten wollte. Dabei betrachtete er seine Bauten oftmals als Gebrauchsgegenstände, bei denen er die formalen Belange praktisch gänzlich aufgab. Stattdessen war ihm die Leistungsfähigkeit eines räumlichen, technologischen und sozial adäquaten Konzeptes wichtig.



Konstruktions-Skizzen, Expo-Pavillon

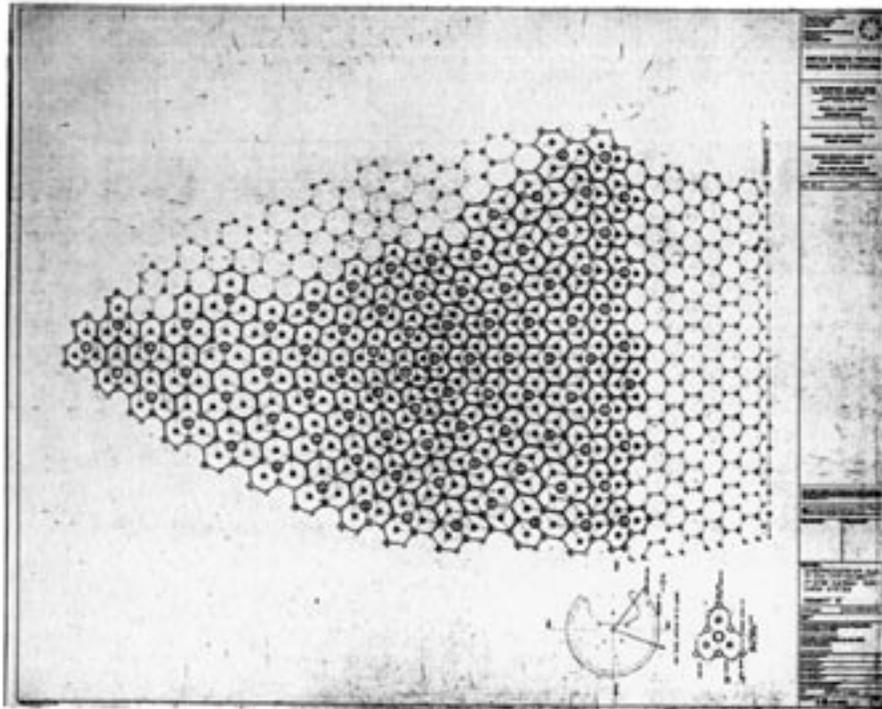


2 | Verschmelzung von Technologie und Architektur

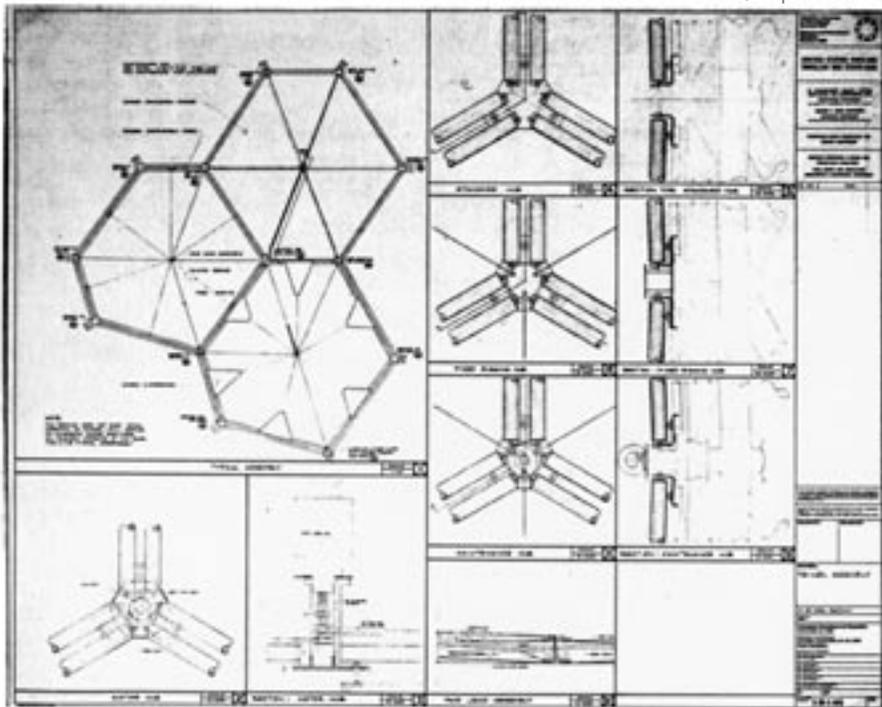
Parallelen zu heutigen CAD Systemen?

Die Verschmelzung der Architektur mit der Informationstechnologie ist aktuell ein interessantes Thema. Doch natürlich beschäftigte dieser Diskurs schon immer die Architektur. Oft hinkt die Architektur der Technologie scheinbar einen Schritt hinten nach. Dies war zu Fullers Zeit nicht anders.

Er strebe auf einer ganz anderen Ebene als die Avantgarde nach einer neuen Verschmelzung der zwei Disziplinen. Die architektonische Theorie stand nie im Vordergrund, so dass er nicht zu den üblichen Formen und Gebäuden fand. Fuller tastete sich über Leichtbaumaterialien und poröse Strukturen an einen Entwurf heran. So kam er zu Lösungen, wie die geodätischen Kuppeln die eine technologische Neuerung in die Welt der Architektur brachte. Fuller fand schlussendlich zu Resultaten, bei denen sich die architektonische Gestaltung und die neusten technischen Bedingungen nicht ausschliessen. Aus der heutigen Sicht sind diese Arbeiten sehr anregend und fordern das konzeptionelle architektonische Denken heraus. So sind die Themen, in unserer heutigen technologisch etwas fortgeschrittenen Zeit, durchaus die Selben wie bei Fuller. Betrachtet man zum Beispiel das Olympiastadion in Peking so wird auch hier ein flächiges Tragwerk geschaffen das leicht wirkt, konzeptionell stark ausgearbeitet ist und auf neuste Technologien vertraut. Auch die Vorfertigung war bei Buckminster Fuller stets ein Thema.



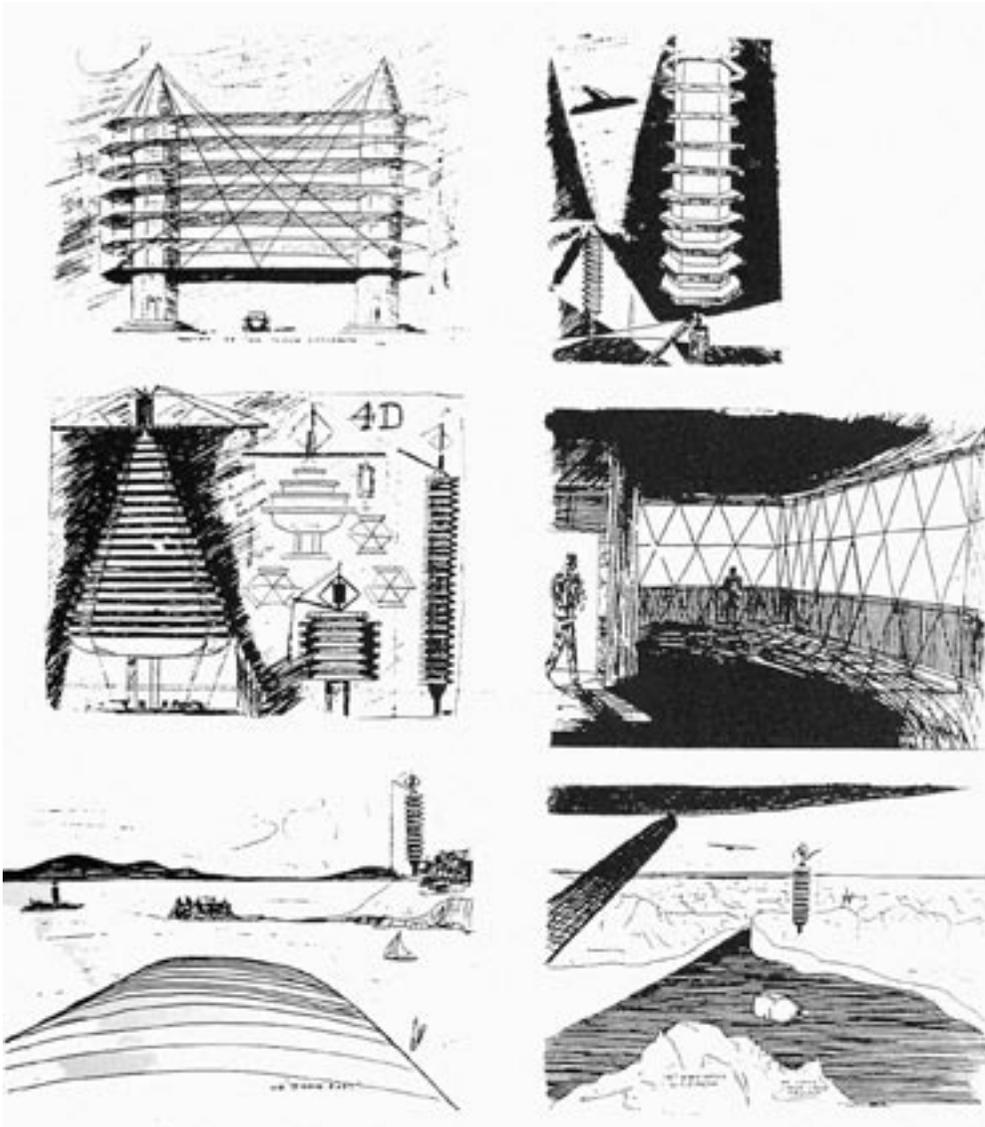
Konstruktions-Skizzen, Expo-Pavillion



Allerdings eine Vorfertigung die nicht zu einem immer gleichen Resultat führen soll, sondern die Systeme sollten stets hoch flexibel und verschieden kombinierbar sein. Diese Ideen ermöglicht heute der Computer auf eine andere Art und Weise in die gleiche Richtung. Auch seine ökologisch inspirierte und ökonomisch optimierte Arbeitsweise verliert kaum an Aktualität, wenn man Projekte aus der heutigen Architektur betrachtet. Vielleicht kann man Buckminster Fullers formale Lösungen vergessen, aber seine Arbeitsweise mit den allerneusten technologischen Möglichkeiten, die zu Provokationen in der Architekturlandschaft führten, sind immer noch aktuell. Er bewegte sich stets an der Spitze mit dem technologischen Fortschritt und machte Architektur, die sich fast eher als angewandte Technologie verstehen lässt. Aus heutiger Perspektive erscheinen Buckminster Fullers Projekte direkt, überraschend und anregend für die Architektur.

3 | Vorfabrikation und Optimierung

Frühe Projekte – Aktuelle Ideen



Multiple-Deck 4D

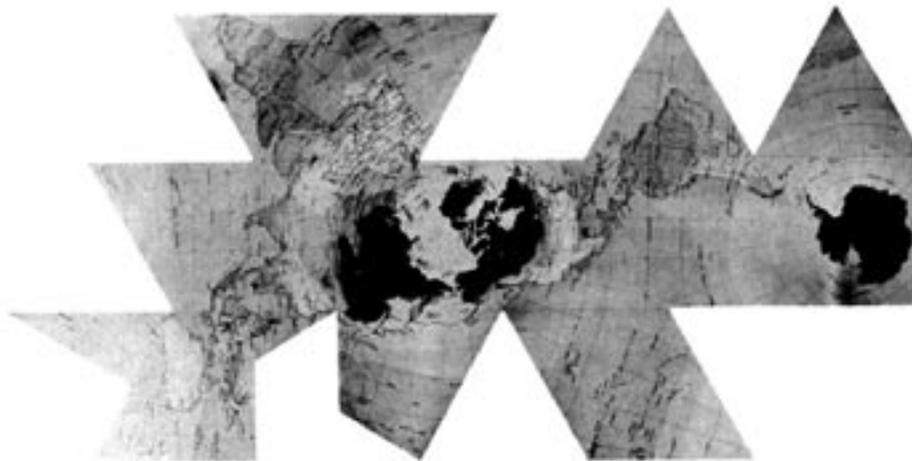
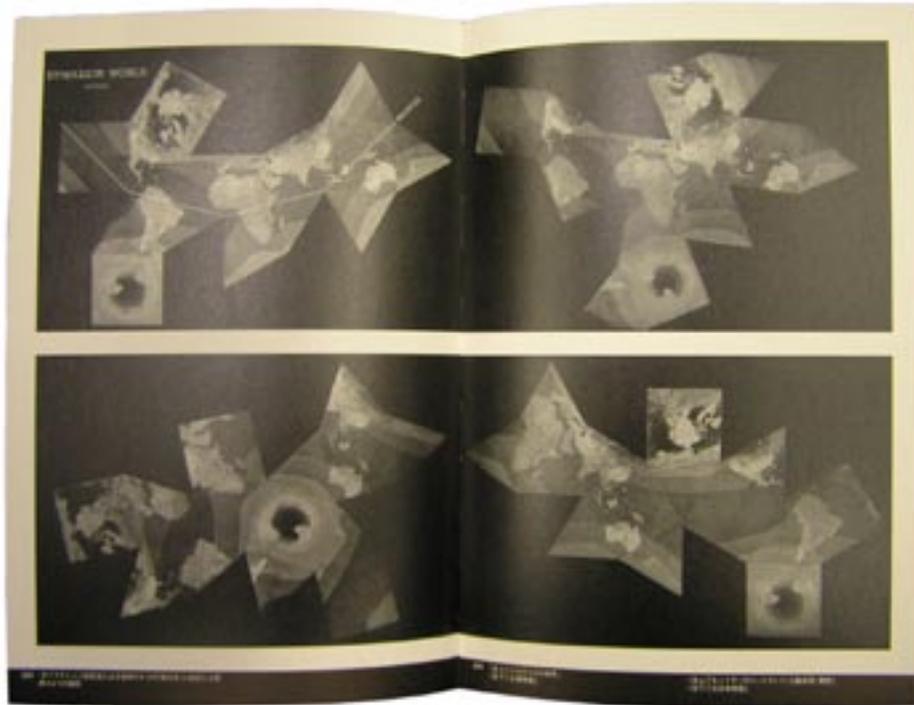
Richard Buckminster Fullers Ideen kreisten oft um die strukturelle Deutung des Universums. Ihn interessierte die Vorstellung eines in sich geschlossenen kugelförmigen Systems, das seinerseits abhängig von den Gesetzen eines sie umgebenden grösseren Systems, getragen wird. Ein einteilbarer Komplex aus lokalen Ereignissen, die aufeinander bezogen sind. Dieses System sollte im weitesten Sinne die Kontrolle über die Umwelt programmieren. Dies wollte Fuller vorerst vor allem mit vorgefertigten Wohnungen für die Einzel-Familie erreichen. Für seine Ideen der Vorfertigung suchte er ganz im heutigen Sinne in allen Industriezweigen nach den optimalen Fertigungsmethoden. Eines der ersten seiner Projekte, das „Multiple-Deck 4D“, sollte nicht bloss aus ökonomischen Gründen vorgefertigt sein, sondern per Luftschiff an den Bauplatz geflogen werden für eine kurze Bauzeit. Zudem stellte sich Fuller das System als komplexes Netz vor, das multipliziert werden kann. Haben sich mit der Zeit genügend dieser Bauten auf der Erde verteilt sollten sie synergetisch zusammen wirken, so dass das Ganze leistungsfähiger wird. Buckminster Fuller ging es also bei seinen Projekten stets um eine Optimierung bezüglich Energie, Kosten und Materialaufwand. Auch flexible Grundrisse und soziale Aspekte waren ihm immer ein Anliegen. Die denkerische Vorreiter Rolle für die heutigen CAD-Gebäude kommt bei diesen Projekten besonders deut-



Dymaxion House

lich zum Ausdruck. So auch bei einem weiuoteren Projekt dem „Dymaxion House“ das durch das Prinzip der Optimierung des Materialverbrauchs den Lebensstandard verbessern wollte. Fuller hierzu: „Im Raumprogramm gibt es keine Materialien. Die Wissenschaftler entwerfen sich die Materialien, die ihnen dienen, und produzieren sie sich [...], du zeichnest und entwirfst die keine Materie. Die Materie ist die Struktur. Die Materie ist die Architektur.“

So sah er keinen Grund mehr das jeweilige Projekt den verfügbaren Materialien anzupassen. Man solle sich von den veralteten Regeln befreien und die Distanz zwischen Architektur und Wissenschaft verkleinern. Was zu dieser Zeit die neue Technologien der Schiffsbauer und Flugzeugindustrie leisteten ist heutzutage vergleichbar mit CAD oder CAM Systemen.

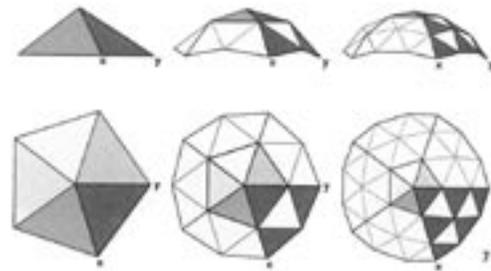


Dymaxion World Maps

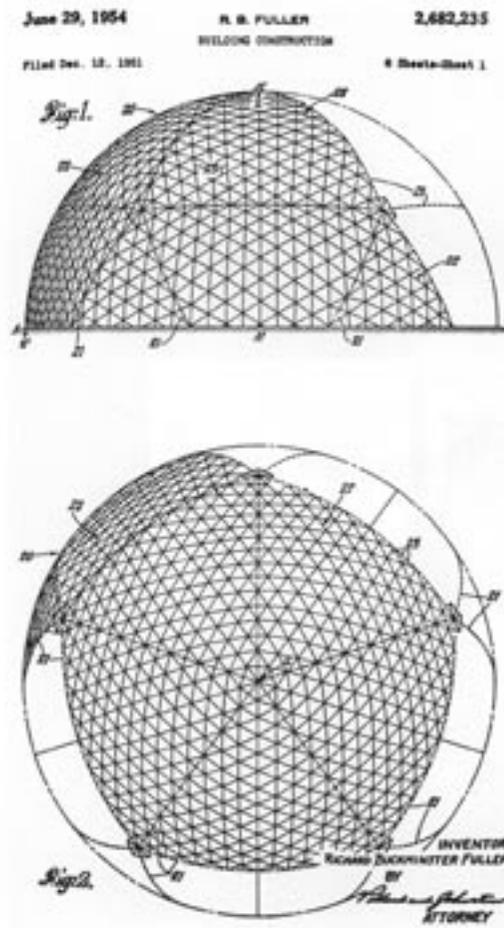
4 | Die geodätische Kuppel

Der Prozess bis zum Expo Pavillon

Richard Buckminster Fuller's Faszination für seine Kuppelprojekte hängt mit seiner Entdeckung des topologischen Zusammenhang zwischen Kugel und Ebene zusammen. Vorerst bemühte er sich um eine kartographische Projektion der Erde auf die Fläche. So hat seine geodätische Kuppel ihren Ursprung im Abbild der Erdekugel, dargestellt als Makromolekül, oder im Mikrokosmos. Hier zeigt sich seine Fähigkeit zwischen dem Blick aufs Ganze und dem Gefühl für die bautechnische Einzellösung. Es zeigte sich dass Fullers Entwürfe für die Kuppel eine typologische Analogie zwischen dem Aufbau vieler Viren und seinen entworfenen Hüllen haben. Er fand also durchaus Inspiration in der Natur und in der Physik. So kam ihm auch die Ehre zu, dass die später Entdeckten Kohlenstoff Makromoleküle c60 nach ihm benannt wurden, da sie ähnlich aufgebauten sind wie seine geodätische Kuppel. Sein Hüllen-System für die Kuppel beruht dann auch auf einem ausgeklügelten mathematischen Prinzip. Man geht von einem Iko-saeder aus, welches sich aus zwanzig gleiche Dreieck zusammensetzt. Die Knotenpunkte liegen immer an der Oberfläche von welchem immer 5 nicht gekrümmte Stäbe anschliessen. Um ein rundes Erscheinen zu erhalten werden die jeweiligen Dreiecke in immer kleinere Dreiecke aufgeteilt, deren Knotenpunkte sich wiederum auf der Kugeloberfläche befinden, so dass die gesamte Struktur ein feingliederiges Aussehen erhält.



7 Mögliche Unterteilungen der Iksaeder Großflüche einer geodätischen Kuppel



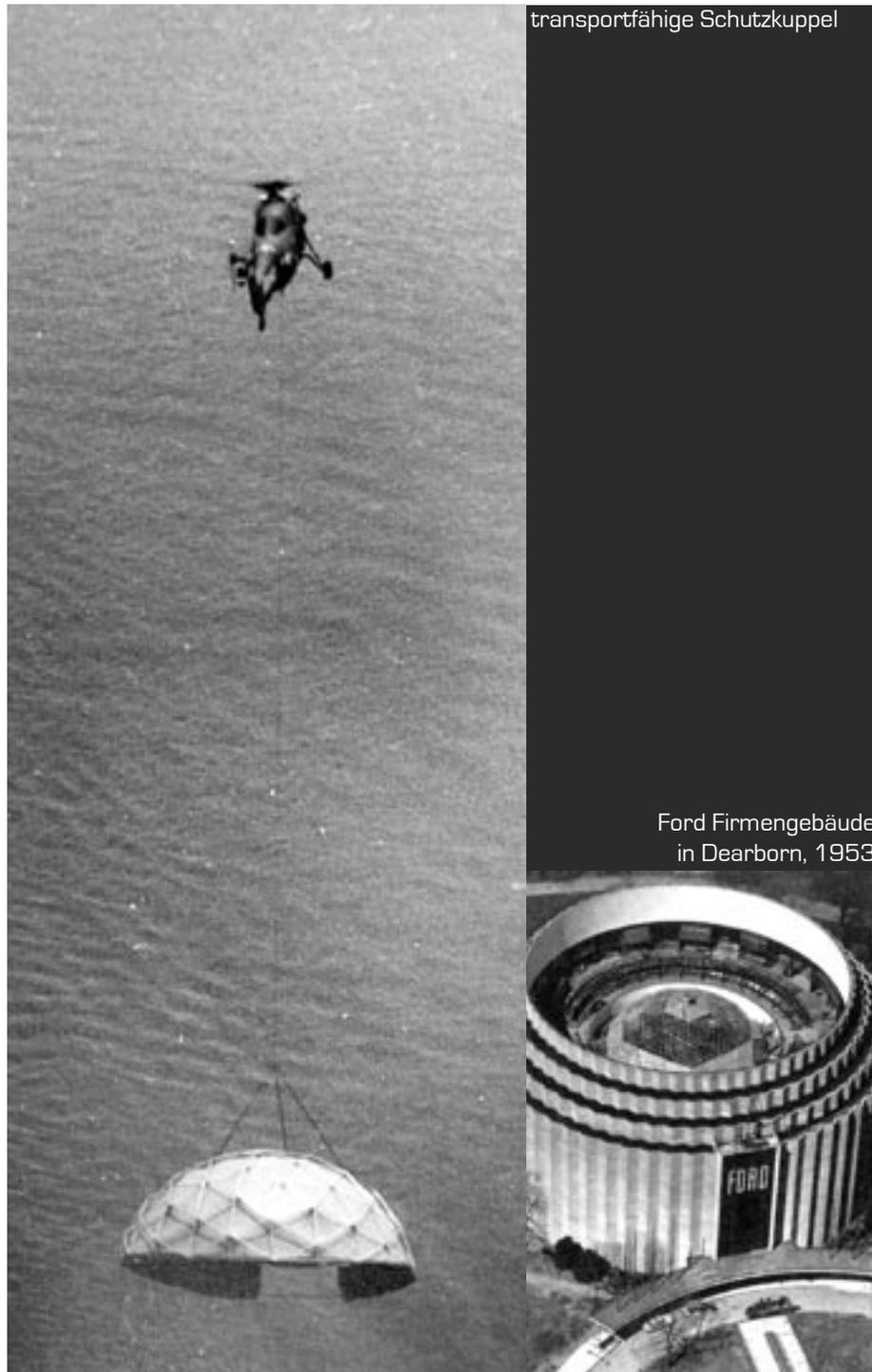
Geodätische Kuppel

Betrachtet man die entstanden Kuppel in einer Seitenansicht ergibt sich eine täuschend echte runde Erscheinung. Was ebenfalls zu dieser Entwicklung beigetragen haben dürfte, ist seine Ambition den kürzesten Weg in einer gekrümmten Fläche zu finden, der erreicht wird durch die geodätische Linie. Sie entspricht einer linearen Abfolge von einzelnen Kanten des Iksaeders.

Die Vorteile dieser entwickelten Kuppelstruktur sind eine gleichmässige Tragstruktur die es erlaubt überall wo es nötig ist Öffnungen einzusetzen, solange diese innerhalb der Struktur liegen. Natürlich ist es möglich die Kuppel vollkommen transparent auszubilden. Innerhalb der Hülle ist man total frei in der horizontalen und vertikalen Gestaltung und zudem lässt sich die Kuppel auf jedem Gelände aufstellen.

Die Statik des Gebäudes ist nicht besonders kompliziert. Durch die Verkettung einer Reihe von geschlossenen Dreiecken, ergibt sich ein steifes Gehäuse, dass wie eine Schale funktioniert. Alle Stäbe werden nur auf Druckkraft belastet und leiten diese durch die Gleichförmigkeit problemlos nach unten ab. Fuller's System ist das Resultat des Zusammenwirkens der Teile aus denen es besteht. Es wäre sinnlos den Aufbau zwischen Tragen und Getragenwerden aufzuteilen oder zwischen Primär- und Sekundärstruktur zu unterscheiden.

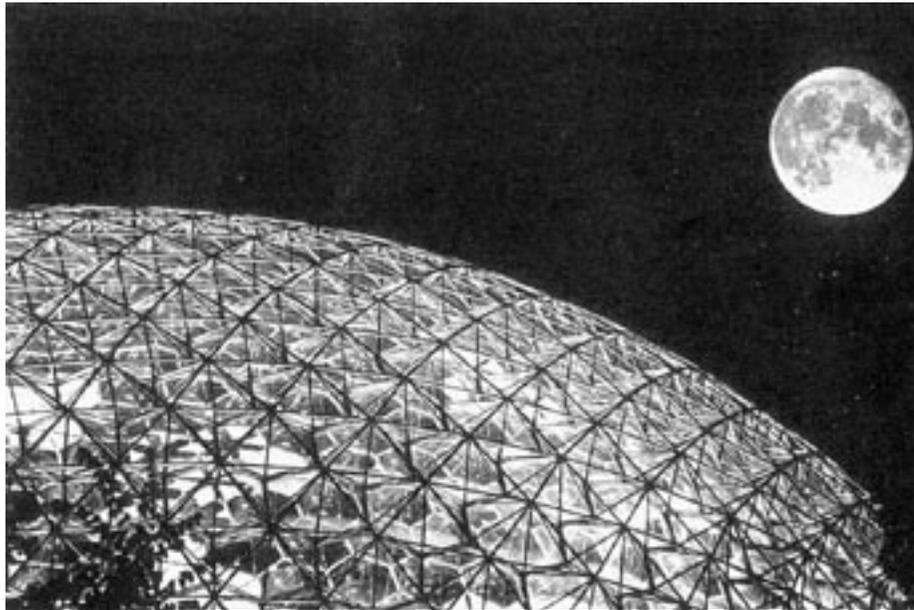
Durch seine Tätigkeit als Professor hatte er die Möglichkeit die geodätische Kuppel anhand von Studentearbeiten, in allerdings noch stark verkleinerter Form, zu testen.



transportfähige Schutzkuppel

Ford Firmengebäude
in Dearborn, 1953

Bereits in kleineren Projekten wie dem Fuller House in Carbondale, Illinois experimentierte Fuller mit einer Überkuppelung aus einem System von Dreiecken. (Bild aus Werk, Bau und Wohnen) Der Durchbruch gelang im schliesslich bereits 1953 vor dem Erhalt des Patentrechtes für das Ford-Firmengebäude in Dearborn. Diese Kuppel war aus zweilagigen Aluminiumstäben mit Kunststoffeindeckungen konstruiert. Der Durchmesser war bereits beachtliche 28.3 Meter und wog nur 8,5 Tonnen. Die Struktur war so entworfen, dass sie nur mit 6 verschiedenen Stablängen auskam und sämtliche Löcher waren auf 25/1000 mm genau vorgebohrt. Danach kamen geodätische Kuppeln in verschiedenen Bereichen zum Einsatz. Für das Militär zum Beispiel entwickelte Buckminster Fuller leichte transportfähige Schutzkuppeln. 1958 entstand für die Union Tank Car Company eine Kuppel, die mit 130 Metern, die bis anhin grösste jemals stützenfrei überdachte Fläche schaffte. Bis 1980 wurden Weltweit etwa 300'000 geodätischen Kuppeln gebaut. Fuller's Ideen der Struktur gingen aber noch weiter als bloss zur Überdachung von Gebäuden. Es wäre denkbar dass seine Struktur als Membran eine ganze Stadt überspannt und so ein funktionierendes Ökosystem bildet.



erste Mondlandung 1969

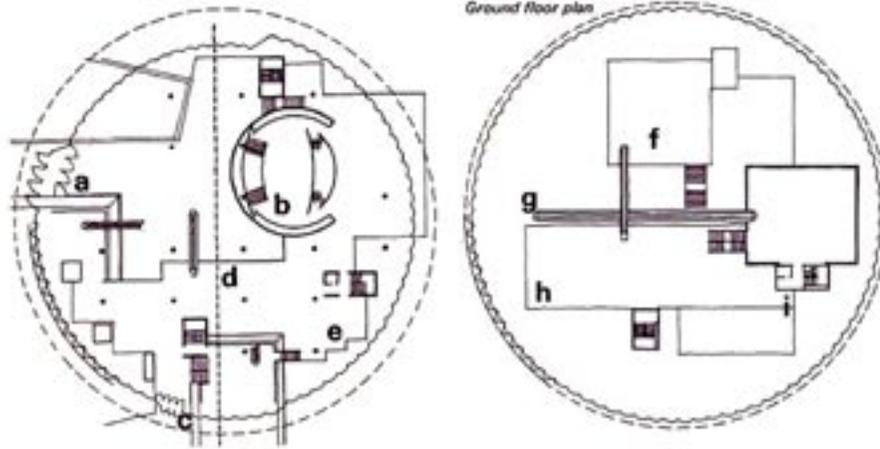
5 | Expo Pavillon 1967

Richard Buckminster Fuller's berühmtestes Produkt

Die berühmteste dieser Kuppeln entstand im Rahmen der Expo Ausstellung 1967 in Montreal. Buckminster Fuller hatte zwar zu dieser Zeit bereits Projektideen die in weit grösserem Masstab waren als der Pavillon in Montreal. Es war aber zu dieser Zeit das einzige ausgeführte Projekt, das annähernd an seine Utopie des städte- überspannenden Systems herankam. So avancierte der Pavillon sofort zum Wahrzeichen der Ausstellungen, da es zum Zeitpunkt der Errichtung die grösste geodätische Kuppel der Welt war. Der amerikanische Pavillon stand für den Fortschritt der Technologie, was den USA natürlich gelegen kam in dem Fortschrittswettkampf mit der Sowjetunion. Drei Jahre nach der Expo gelang den Amerikanern dann die Landung auf dem Mond.

Die Kuppel für Montreal stützte sich auf Stahlsockeln, die im 60 Zentimeter starken Ringfundament aus Stahlbeton eingelassen waren. Das Traggerüst bestand aus einem Leichtbaugestänge, das über Knotenpunkte zusammengeschnitten wurde. Insgesamt mussten die Stäbe mit 5900 Knoten, von denen es 82 verschiedene Typen gab, verbunden werden. Das Raumfachwerk setzte sich an der Außenseite aus Dreiecken an der Innenseite aus Sechsecken zusammen. Am inneren Rahmen wurden 1900 gewölbte Acrylglassegmente in die Sechsecke eingepasst.

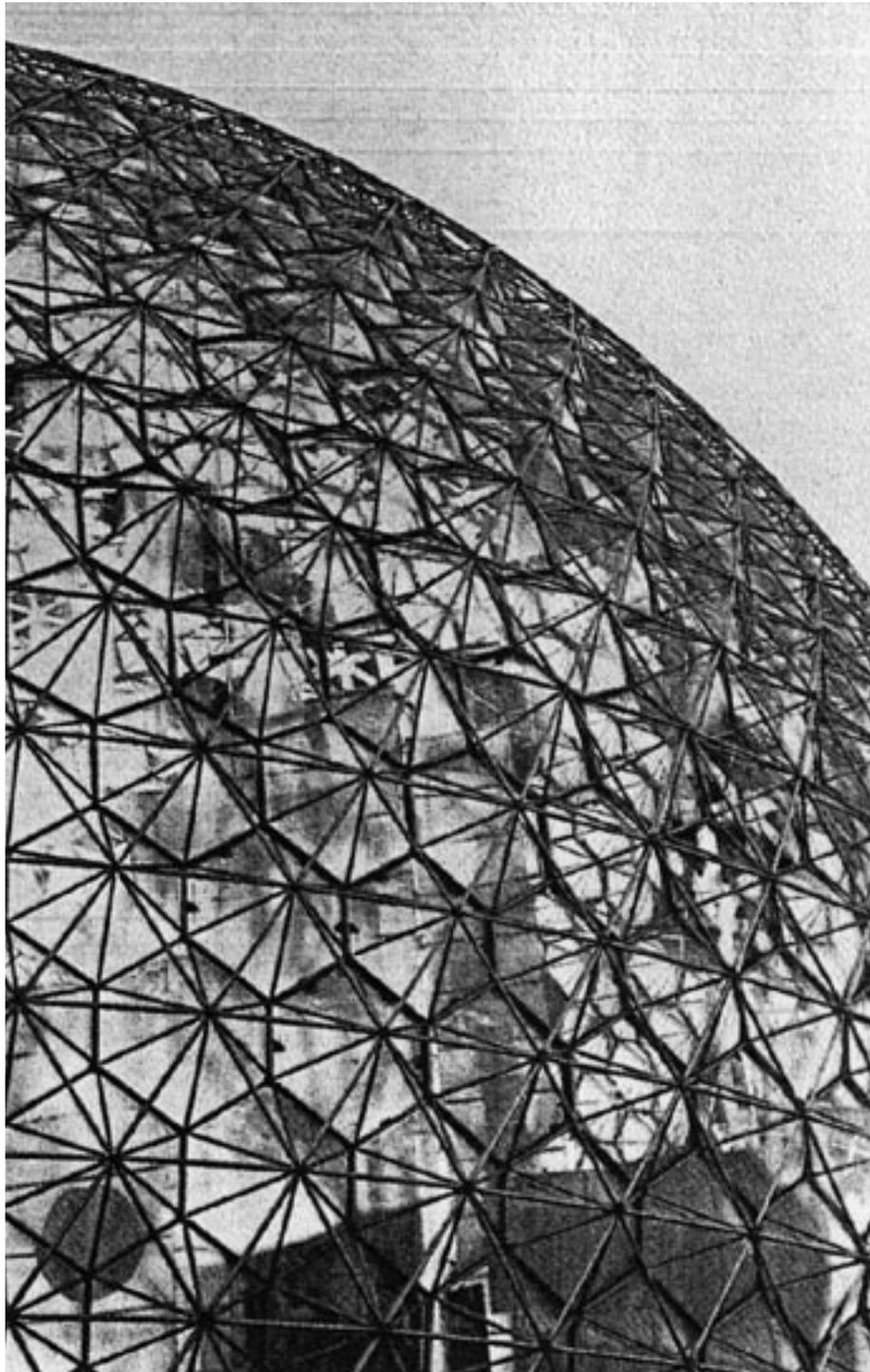
Diese netzartige, filigrane Struktur fügte sich in fünf-



Grundriss Expo 1967

- A Main entrance
- B Theater
- C Exit
- D Line of minirail overhead
- E The American Spirit exhibition
- F American Painting Now
- G 125' long escalator
- H Destination Moon exhibits
- I Emergency stair and elevator

monatiger Bauzeit zu einer 61 Meter hohen Dreiviertelkugel mit 76,25 Metern Durchmesser zusammen. Per Computer wurde die komplexe Konstruktion errechnet. Berücksichtigt werden mussten dabei Trag-, Wind- und Schneelasten ebenso wie die Öffnungen für Eingänge und Durchlässe für die Monorailbahn, die mitten durch die Kuppel fuhr. Es entstand ein lichtdurchfluter Innenraum von 190'000 Kubikmetern Volumen, in den etwas grobschlächtige, mehrgeschossige Einbauten aus Betonstützen und -platten mit Rolltreppen eingezogen wurden. Diese Ausstellungsplattformen standen wie eine Großplastik frei im Raum, ohne die beinahe schwerelos wirkende Kuppel zu berühren. Um das Sonnenlicht und die Hitze zu steuern, wurden die Scheiben grün und bronzten getönt. Zusätzlich waren einige Segmente im Zenit der Kuppel mit Sonnensegeln aus aluminiumbeschichtetem Gewebe ausgestattet worden, die sich mit einem Motor je nach dem Sonnenstand entfalteten. Besonders reizvoll sah der Pavillon nachts aus, wenn die Kugel von Innen heraus wie ein facettierter Kristall strahlte.



Fazit

Buckminster Fuller war in seiner Arbeitsweise ein Vorreiter für die heutige CAD Bauten oder „Hightech-Architektur“. Nicht nur dass er mit der Nutzung von Vorfertigungen, Flexiblen Systemen und Synergien konzeptionell in die gleiche Richtung gearbeitet hatte sondern er verwendete ganz konkret schon 1967 beim Montreal Pavillon den Computer zur Hilfe um seine komplexe Konstruktion zu berechnen. Zu dem war er ein Vorbild was das vorantreiben neuester Technologien in der Architektur betrifft.



Literaturverzeichnis und Bilderverzeichnis

Werk, Bauen + Wohnen 1999 – Ausgabe 6

db 2002 – Ausgabe 2

Pawley, Martin, Buckminster Fuller, Trefoil Publications Ltd., 1990

Krause, Joachim, Your Private Sky, Baden Müller, 2001

Sieden, Lloyd Steven, Buckminster Fuller's Universe, Plenum Press, 1989

Expo2000.de - Geschichte