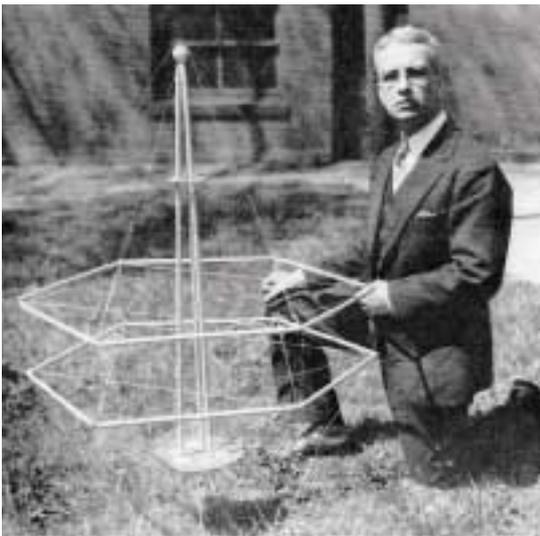


# Richard Buckminster Fuller

Erfinder, Ingenieur und Philosoph  
Von Stefan Peters



Der Entwurf geodätischer Kuppeln machte Richard Buckminster Fuller berühmt – vor allem der Ausstellungspavillon der USA zur Expo 1967 setzte Zeichen. Buckminster Fuller war weder Architekt noch Ingenieur oder Wissenschaftler, sondern ein umfassender Denker, der sich mit den Problemen des Alltags auseinandersetzte und nach Lösungen suchte. Seine Theorien und Überlegungen bezogen sich unter anderem auf neue Wohnformen, Kraftfahrzeugbau und Kartografie.

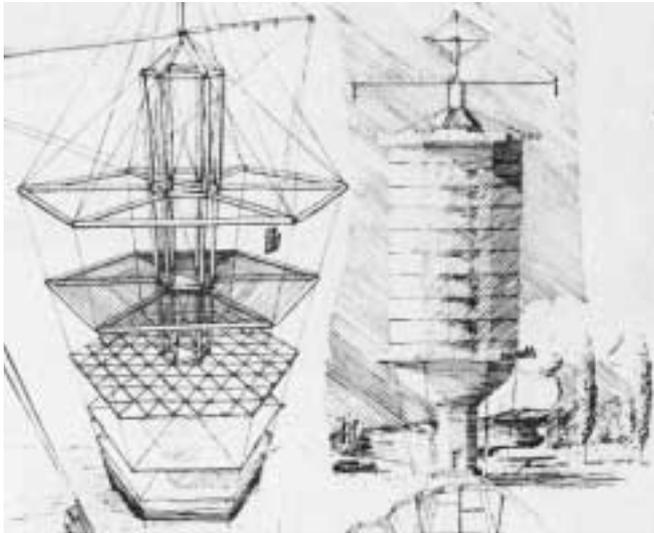
The design of geodesic domes made Buckminster Fuller famous – especially the USA Exhibition Pavilion for the Expo 1967 made its mark. Buckminster Fuller was neither architect nor engineer nor scientist, but an allround thinker who concerned himself with everyday problems and their solutions. His theories and considerations were directed among other things to new forms of living, transport and cartography.

»Die Welt zum funktionieren zu bringen«, so formulierte Richard Buckminster Fuller (1895 – 1983) das Ziel seiner fachübergreifenden Ideen, Entwürfe und Konstruktionen. Da er sich mit den unterschiedlichsten Themen auseinandersetzte, kann man ihn nicht ohne weiteres einem bestimmten Berufsbild zuordnen: Als umfassender Generalist beschäftigte er sich beispielsweise mit dem Entwurf vorgefertigter Badezimmereinheiten genauso wie mit philosophischen Beiträgen zu Erziehung und Bildung.

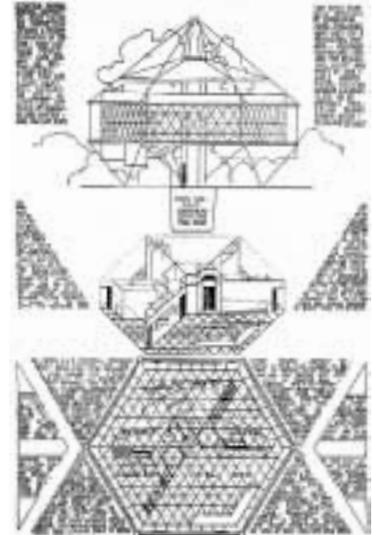
**Bildungsjahre** Richard Buckminster Fuller wurde am 12. Juli 1895 in Milton im US-Bundesstaat Massachusetts geboren. Er wuchs in einer Familie auf, deren Angehörige im Kirchendienst, in der Wissenschaft oder im Rechtswesen tätig gewesen waren – nur sein Vater hatte eine kaufmännische Laufbahn gewählt. Im Jahr 1913 begann Buckminster Fuller an der Harvard University zu studieren. Doch schon bald musste er die Hochschule »wegen allgemeiner Verantwortungslosigkeit und mangelnden Fleißes« wieder verlassen. Daraufhin arbeitete er vier Jahre lang als Monteur und Transportarbeiter. 1917 wurde er in die Marine aufgenommen, wo er eine Ausbildung zum Offizier begann. Während dieser Zeit befasste er sich intensiv mit Zeitbestimmung, Navigation, Ballistik und Logistik, führte genaue Berechnungen durch und lernte detailliert zu planen. Nach der Heirat mit Anne Hewlett gründete er zusammen mit seinem Schwiegervater James Monroe Hewlett, einem damals bekannten Architekten, die »Stockade Building System«. Hier kam er zum ersten Mal mit dem Bauwesen in Kontakt: Gemeinsam entwickelten sie eine Leichtbauweise aus zementgebundenen Faserbausteinen, die sie in den folgenden Jahren im Wohnungsbau verwendeten. Eine eigene Architektenlizenz sollte ihm jedoch bis ins hohe Alter verwehrt bleiben.

Einige Zeit später – überschattet vom Tod seiner kleinen Tochter – zeichnete sich eine radikale Wende in seinem Leben ab. Deprimiert blickte er zurück: »(...) Dieses Spannungsdifferenzial kam schließlich an einen kritischen Explosionspunkt, nachdem ich im Laufe der folgenden fünf Jahre meine Erfahrung mit der erstaunlichsten und gedankenlosesten Stümperei gemacht hatte – mit jener subindustriellen Aktivität der Menschen bei der zufälligen Agglomeration von Behausungen und Wohnungen.« [5].

**Dymaxion** Von nun an dachte er nicht mehr an finanziellen Erfolg und berufliche Karriere, sondern widmete sich der Erforschung dessen, was er »Kunst und Wissenschaft einer allgemeinen und



1



1 »Lightful House«, 1927

2 »Dymaxion House«, 1929

2

weit in die Zukunft greifenden Entwurfsarbeit« nannte. Unter dem Logo »Lightful House« entwickelte er eine neue Form von Wohngebäuden: Seine ersten Entwürfe von 1927 zeigen sechseckige Geschossplatten, die nach dem Prinzip des Speichenrades konstruiert und von einem zentralen Turm abgehängt wurden (Bild 1). Mit Hilfe der vorhandenen technischen Möglichkeiten aus dem Schiffsbau und der Flugzeugindustrie wollte er die mehrgeschossigen Appartementshäuser effizient herstellen. Seine Vision war es, die kompletten Gebäude mit dem Luftschiff transportieren und innerhalb kürzester Zeit aufbauen zu können, wofür nur die Leichtbauweise in Frage kam. Er arbeitete verschiedene Versionen dieser Häuser aus, wobei er die Aerodynamik sowie detaillierte technische Ausstattungen optimierte und Wärmeverluste minimierte. Da er an diese Planungsaufgabe ohne jede vorgefasste Gestaltungsabsicht heranging, wichen seine Entwürfe von jeder bekannten architektonischen Tradition ab.

Die Bezeichnung »Lightful« wurde später zunächst durch das Logo »4D« und anschließend durch den Begriff »Dymaxion« ersetzt, der sich aus den Wörtern »Dynamik«, »Maximum« und »Ion« zusammensetzt. Dieses Kunstwort sollte das Prinzip »maximaler Vorteil bei minimaler Energieanwendung« umschreiben.

Ein Entwurf des »Dymaxion House« aus dem Jahr 1929 zeigt die minimale Form eines Einfamilienhauses mit fünf bis sechs Räumen: An einem zentralen Mast sind drei Sechsecke abgehängt – das Dach, die Decke und der Boden. Das Gebäude hat eine Höhe von 12 Metern und einen Durchmesser von 15 Metern (Bild 2). In Teile zerlegt sollte das nur drei Tonnen schwere »Dymaxion House« innerhalb eines Tages für den Luftschifftransport verpackt werden können. Zur Zeit der Ausstellung des Deutschen Werkbundes in der Stuttgarter Weißenhofsiedlung erschien die Beschreibung der

Geschossdeckenkonstruktion gewagt (Bild 3): »Bei dieser Decke haben wir konzentrische Sechsecke aus stählernen Klaviersaiten, eine pro Meter, die die von außen kommende Last ableiten. (...) Dieses Spinnennetz aus Klaviersaitendraht ist unerhört stark (...). Um dieses Kettennetz zu bilden (...), haben wir sechs dreieckige Duraluminiumelemente aus gleichseitigen Dreiecken. Sie passen in dieses Netz. Diese dreieckige Duraluminiumeinheit ist ein Polster. Es ist aufgeblasen, wie die Luftmatratze beim Wassersport.«[5] Buckminster Fuller wollte ein Zeichen für eine »Weltbauindustrie« setzen, die so bedeutend wie die Kraftfahrzeug-, die Schiffs- oder die Flugzeugindustrie werden sollte. Er traf in seinen Vorträgen zwar auf interessierte Zuhörer, eine ernsthafte Unterstützung aus Fachkreisen und Industrie erhielt er aber nicht.

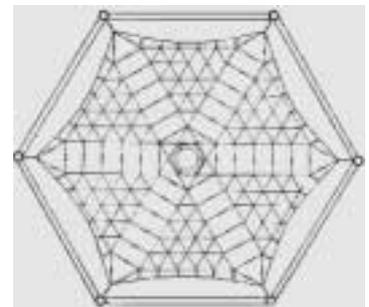
An die Idee des transportablen Gebäudes anknüpfend, konzipierte er 1932 den »Dymaxion Car« – ein aerodynamisch gestaltetes, dreirädriges Fahrzeug mit Vorderradantrieb und Heckmotor für bis zu elf Personen (Bild 4). Auch hier beschränkt sich Buckminster Fuller

3 Deckentragwerk des »Dymaxion House« mit Druckring und gespannter Bodenstruktur

4 »Dymaxion Car«, 1932

5 »Wichita House« mit röhrenförmigen Transportcontainer

6 »Dymaxion World Map«



3

neue Wege, indem er einen Spezialisten für den Bau von Hochleistungs-Yachten hinzuzog. Auf der Basis dieser Zusammenarbeit schuf er ein außergewöhnliches Fahrzeug, ohne auch nur ansatzweise auf vorhandene Formen und Konstruktionen zurückzugreifen. Zwar wurden nur wenige Prototypen gebaut, aber dieser zweite Dymaxion-Entwurf begeisterte das breite Publikum. Darüber hinaus beschäftigte sich Buckminster Fuller mit Kartografie: In einem Übergangsschritt zu den geodätischen Konstruktionen entwickelte er eine auf Großkreisen basierende Projektionsmethode, die es ermöglichte, geografische Daten von der doppelt gekrümmten Erdoberfläche sehr flächen- und winkeltreu auf ein Polyeder zu übertragen. Ausgefaltet zu einer Fläche, stellt diese Karte die Erde ohne extreme Verzerrungen an einer Stelle dar (Bild 6). Eine weitere Besonderheit lag darin, dass das Zentrum dieser Karte verschiedenen Schwerpunkten (zum Beispiel unterschiedlichen Weltmächten) zugewiesen werden konnte. Dadurch ergaben sich immer neue Blickpunkte auf geografische, politische oder wirtschaftliche Zusammenhänge, wovon Buckminster Fuller als leidenschaftlicher Statistiker regen Gebrauch machte.

**Wichita House** Immer wieder versuchte Buckminster Fuller die Erfahrungen der Flugzeugindustrie auf eine »Hausbauindustrie« zu übertragen. Nach Ende des Zweiten Weltkrieges griff er seine alte Idee vom industriell hergestellten Gebäude wieder auf und entwickelte zusammen mit den Beech-Flugzeugwerken in Wichita einen serienreifen Prototyp für ein Einfamilienwohnhaus. Der sechseckige Grundriss des »Dymaxion House« war einem Kreis gewichen (Bild 5); die Konstruktion bestand aus Aluminium, Stahl sowie Acrylglas und setzte sich aus ungefähr 200 Teilen zusammen. Im Zentrum stand wiederum ein Mast, von dem die doppelt gekrümmte Dachkonstruktion über ein Seilnetz und zwei Druckringe abgehängt war. Bekleidet wurde das Dach mit dünnen Blechen: »Auf der Suche nach Möglichkeiten, die hohe Zugfestigkeit des neuen Bleches auszunutzen, begann ich, mich für die Effekte der Windkräfte auf Bauten zu interessieren, und ich entdeckte in Windkanalversuchen, dass ein Würfel und eine Halbkugel von gleichem Inhalt einen Strömungsvorteil von zehn zu eins für die Halbkugel ergeben«. [4]



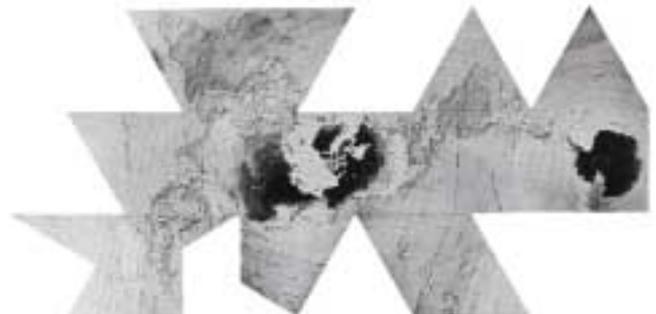
5

Zu einer Serienproduktion kam es allerdings nicht, da die Investition für die kompromisslose, perfektionierte Massenproduktions-tauglichkeit, die Buckminster Fuller forderte, nicht aufgebracht werden konnte.

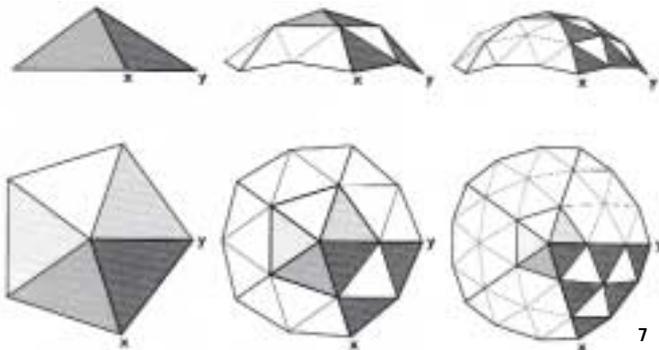
**Geodätische Kuppeln** Zweifelsohne sind die geodätischen Kuppeln seine bekanntesten Konstruktionen. Um den technischen Aufwand gering zu halten, sollten diese kugelförmigen Kuppeln aus möglichst gleich langen Stäben und kongruenten Dreiecken bestehen. Ähnlich wie Walter Bauersfeld beim Zeiss-Planetarium in Jena (1922), benutzte er einen Ikosaeder als Ausgangsform. Dieser setzt sich aus zwanzig gleichen Dreiecken zusammen und seine Knotenpunkte liegen alle auf der Oberfläche einer Kugel. Unterteilt man nun diese Dreiecke in immer kleinere Dreiecke, deren Knotenpunkte sich wiederum auf der Kugeloberfläche befinden, so erhält die gesamte Struktur ein immer feingliedrigeres Aussehen (Bild 7).



4



6



7 Mögliche Unterteilungen der Icosaeder Großdreiecke einer geodätischen Kuppel

8 Fuller und Studenten im Modellversuch

9 Kuppel des Ford-Firmengebäudes in Dearborn, 1953

10 Expo-Kuppel in Montreal, 1967

Bei sphärisch gekrümmten Dreiecken liegen auch die gekrümmten Kanten auf der Kugeloberfläche. In der Regel werden die Strukturen aber mit geraden Stäben ausgeführt. Charakteristisch für die geodätischen Kuppeln ist dabei, dass in jedem Eck der Großdreiecke fünf aneinander liegende kleine Dreiecke ein Fünfeck ergeben. Inzwischen hatte Buckminster Fuller immer öfter die Möglichkeit, seine Überlegungen mit Studenten im Rahmen von Seminaren auszuarbeiten (Bild 8). Auf diese Weise entstanden auch die ersten praktischen Formen der geodätischen Kuppeln.

Noch vor dem Erhalt der Patentrechte gelang ihm 1953 der große Durchbruch, als er für ein Gebäude der Firma Ford eine geodätische Kuppel aus zweilagigen Aluminiumstäben mit Kunststoffeindeckung konstruierte (Bild 9). Die Kuppel hatte einen Durchmesser von 28,3 m und wog nur 8,5 t: »Die Ford-Struktur war so entworfen, dass sie mit nur sechs verschiedenen Stablängen auskam, und sämtliche Löcher waren auf 25/1000 mm genau vorgebohrt. Es gab 72 verschiedene Orientierungen von Endbohrungen. Als das Tragwerk errichtet wurde, lagen die Bohrungen perfekt übereinander, genau richtig für die Arbeit des Zusammennietens.« [4]

Seit dieser Zeit wurden geodätische Kuppeln für verschiedenste Zwecke eingesetzt – für das Militär entwickelte Buckminster Fuller beispielsweise leichte, transportierbare Schutzkuppeln. 1958 entstand mit der Kuppel für die Union Tank Car Company die bis dahin größte jemals stützenfrei überdachte Fläche mit einem Durchmesser von 130 m. Bis Anfang der achtziger Jahre wurden weltweit etwa 300000 geodätische Kuppeln gebaut – die bekannteste Kuppel in Kugelform stand 1967 auf der Expo in Montreal (Bild 10).

**Tensegrity** Gegen Ende der vierziger Jahre prägte Buckminster Fuller den Begriff »tensional integrity« oder »tensegrity«. Damit bezeichnete er in sich geschlossene Skulpturen aus Zug- und Druckelementen, bei denen kein Druckstab einen anderen berührt: »Als ich mich fragte, ob es dem Menschen wohl möglich sei, eine neue Ära des Denkens und Entwerfens einzuleiten, die vom Konzept der umfassenden Tension und der diskontinuierlichen Kompression ausgeht, sah ich, dass dieses Strukturkonzept im Drahtspeichenrad verkörpert war und dass dieser Entwurf den



8



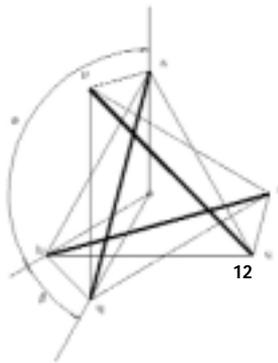
9



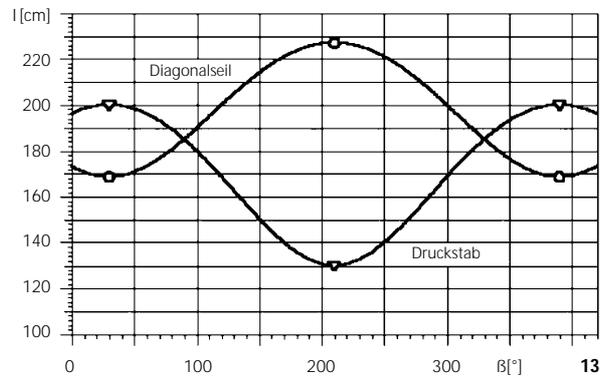
10



11



12



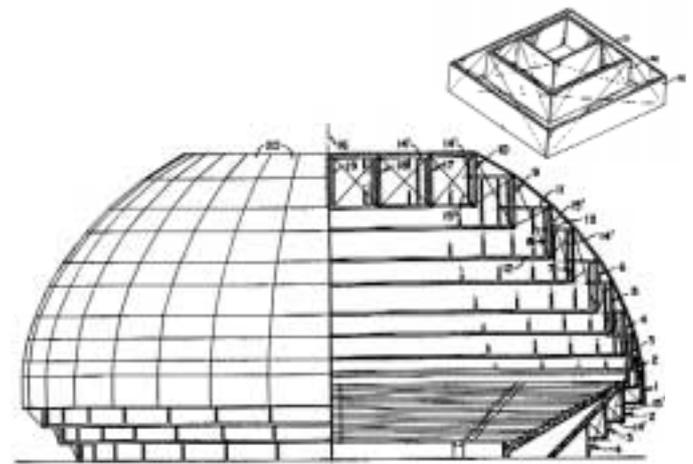
13

geistigen Durchbruch zu solchem Denken und Bauen dokumentierte. Die druckbeanspruchte Nabe des Drahtspeichenrades ist deutlich isoliert oder verinselt vom druckbeanspruchten Atoll der Felge, die das Rad umfasst. Die Kompressionsinseln sind nur durch die zugbeanspruchten Speichen in Festigkeit verbunden. Das ist eindeutig eine tensionale Integrität, bei der Zugspannung primär und umfassend ist und Druck sekundär und lokal. Das kehrt die historische Strategie des Konstruierens um.« [4]  
 An der praktischen Ausarbeitung der Tensegrity-Theorie waren wiederum Buckminster Fullers Studenten beteiligt. Allen voran Kenneth Snelson, der mit seinem Modell »x-piece« einen maßgeblichen Beitrag an der Tensegrity-Entwicklung hatte. Diese Strukturen waren für Buckminster Fuller das Ergebnis der Erforschung von ökonomischen Problemen und nicht von ästhetischen Zusammenhängen. Er ließ sich verschiedene Arten von Tensegrity-Elementen beziehungsweise Tragwerken patentieren: Die »Tensegrity-Domes« zum Beispiel konstruierte er aus Modulen mit jeweils drei Druckstäben (Bild 14). Deren Enden wiederum sind

jeweils mit einem Zugelement verbunden, in das der nächste Druckstab eingehängt wird. Mit diesem System erhoffte sich Buckminster Fuller, die Volumen- beziehungsweise Gewichtsverhältnisse für seine Kuppeltragwerke wesentlich zu verbessern. Ein weiteres Beispiel sind die so genannten »Twistelemente«. Dabei handelt es sich um räumliche, geschlossene und unter Vorspannung stehende Stabstrukturen aus Zug- und Druckstäben, bei denen alle Druckstäbe in einer anderen Ebene liegen. Das kleinste Twistelement setzt sich aus zwei zueinander parallelen Dreiecken zusammen, deren Kanten aus Zugelementen bestehen und deren Eckpunkte mit je drei diagonalen Druck- sowie Zugelementen verbunden sind (Bild 11). Die Verdrehung der beiden Dreiecke zueinander beschreibt dabei immer eine Geometrie, bei der die Länge der diagonalen Zugelemente minimal ist (Bilder 12, 13). Nach Buckminster Fuller beschäftigten sich Architekten und Bauingenieure damit, die einzelnen Twistelemente unter verschiedenen Ansätzen zu größeren Tragwerken zusammenzufügen. Auch Kenneth Snelson verwirklichte mehrere Ausstellungsobjekte auf



14



15

11, 12 Kleinstmöglichstes Twistelement mit dreieckigem Grundriss

14 Großmodell eines »Tensegrity-Domes«

13 Die Längen der diagonalen Zug- und Druckelemente eines Dreieck-Twistelementes sind abhängig von der Verdrehung der Grundflächen zueinander

15 »Aspension Dome«, 1964

dieser Grundlage. Bis heute werden diese Konstruktionen allerdings hauptsächlich zu faszinierenden Skulpturen verarbeitet und nicht als wirtschaftlich vertretbare Tragwerke eingesetzt. 1964 ließ sich Buckminster Fuller den »Aspension Dome« (von »ascending suspension«) patentieren – einen Vorläufer der nach David Geiger benannten »Cable Domes«, die etwa bei den Sport-hallen zur Olympiade in Seoul verwendet wurden (1988). »Cable Domes« sind die einzigen Tragwerke, bei denen die Tensegrity-Theorie in großem Maßstab angewandt wird. Buckminster Fullers »Aspension Dome« setzt sich aus Ringen abgestuften Durchmessers zusammen (Bild 15). Dabei ist jeder Ring mit seiner Unterseite an der Oberseite des darunter liegenden größeren Ringes aufgehängt. Dadurch ergibt sich mit jeder Aufhängung ein Höhen-gewinn. Die Druckkraft zwischen den sich kreuzenden Seilen über-nimmt entweder der Ring selbst oder seine Druckstäbe leiten sie weiter. Hierbei handelt es sich um ein geschlossenes System, das in seiner untersten Ebene einen Druckring benötigt.

Um sein Leben zu dokumentieren, sammelte Buckminster Fuller in einem »Chronofile« alle Ereignisse aus Leben und Werk in zeit-licher Abfolge. Bis zu seinem Tod am 1. Juli 1983 entstand auf diese Weise eine Buchsammlung von über hundert laufenden Metern. Er hatte sich mit Konstruktionen und Zusammenhängen

in fast allen Bereichen des Lebens auseinander gesetzt und diese beeinflusst – immer mit dem Ziel, die Welt in Ihrer Funktion als Ganzes zu verbessern. Dabei hatte er das Prinzip »think global, act local« nicht nur formuliert, sondern es im Selbstexperiment vorgelebt. S. P.

#### Literatur

- [1] Baldwin, J., Bucky Works, Buckminster Fuller's ideas for today, John Wiley & Sons Inc., 1996
- [2] Fuller, R. Buckminster, Konkrete Utopie, Econ Verlag GmbH, 1974
- [3] Heinle, E., Schlaich, J., Kuppeln aller Zeiten – aller Kulturen, DVA, 1996
- [4] Krausse, J., Lichtenstein, C., Your private sky, R. Buckminster Fuller, Design als Kunst einer Wissenschaft, Verlag Lars Müller, 1999
- [5] Krausse, J., Lichtenstein, C., Your private sky, R. Buckminster Fuller, Diskurs, Verlag Lars Müller, 2001
- [6] Marks, R., The Dymaxion World of Buckminster Fuller, Reinhold Publishing Corporation, 1960
- [7] McHale, J., Architekten von heute, R. Buckminster Fuller, Otto Maier Verlag, 1964
- [9] Peters, S., tensional integrity, Universität Stuttgart, Institut für Konstruktion und Entwurf II, 1998
- [10] Robbin, Tony, Engineering a new architecture, Yale University Press, 1996
- [11] Ward, J., The Artifacts of Richard Buckminster Fuller 1, Garland Publishing, Inc., New York and London, 1985
- [12] Ward, J., The Artifacts of Richard Buckminster Fuller 2, Garland Publishing Inc., New York and London, 1985