



Seit den 1950ern Jahren spielt die Entwicklung zwei- und dreidimensionaler Visualisierungstechniken für die Herstellung und Wahrnehmung von Wissen in der Kunst, Wissenschaft und Architektur eine zentrale Rolle. Ausgehend von der interdisziplinären Kooperation zwischen dem Architekten Frei Otto und dem Biologen Gerhard Helmcke, die 1961 in Berlin ihren Anfang nahm, erkundet die Ausstellung die Rolle fotografischer Techniken beim künstlerisch-wissenschaftlichen Experimentieren. Sie wurde in Zusammenarbeit mit Studierenden der Universität der Künste Berlin, Fakultät Gestaltung, Institut für Geschichte und Theorie der Gestaltung und der Technischen Universität Berlin, Fakultät I, Fachbereich Wissenschaftsgeschichte entwickelt.

**BILDRÄUME <BIOLOGIE UND BAUEN>** Ein Ausstellungsprojekt zum Thema Natur und Technik des Instituts für Geschichte und Theorie der Gestaltung der Universität der Künste Berlin und der Kunstbibliothek der Staatlichen Museen zu Berlin in Kooperation mit der Technischen Universität Berlin (Fakultät I, FB Wissenschaftsgeschichte).

**KURATORIN** Nathalie Bredella (UdK Berlin) in Zusammenarbeit mit Arianna Borrelli (TU Berlin)

**AUSSTELLUNGSDESIGN** Cristina Achury, Katie Bruton, Mads Frandsen, Junqiao Huang, Kathrin Hunze, Philipp Rohé, María Silva, Wiebke von Bremen, Marie Vorbeck, Julius Winckler

**MIT LEIHGABEN VON** Artifact Archiv, Berthold Burkhardt, Technische Universität Braunschweig und Frieder Nake

**MIT ARBEITEN VON** Cristina Achury, Yakup Altun, Hsiang fu Chen, Elisabeth Eichler, Mads Frandsen, Hannes Hehemann, Li Chi Hsiao, Junqiao Huang, Kathrin Hunze, Xiangying Li, Sebastian Madré, Océane Réveillac, Philipp Rohé, Liu Ting, Wiebke von Bremen, Marie Vorbeck, Yanik Wagner, Julius Winckler (Universität der Künste Berlin, Fakultät Gestaltung) Nina Bätzing, Luise Beddies, Denise Bode, Franziska Brecht, Johanna Gefner, Benjamin Gruber, Gloria Manna, Maria Niklaus, Caterina Otto, Elisa Quast, Jessica Reißig, Elisabeth Silberbach, Stephanie Ventura, Josephine Wunderlich (TU Berlin, Master Geschichte und Kultur der Wissenschaft und Technik).

**ERMÖGLICHT DURCH** die Universität der Künste Berlin, die Technische Universität Berlin, das Berliner Programm für Chancengleichheit und die Kommission für Künstlerische und Wissenschaftliche Forschung der Universität der Künste Berlin.

Zufall oder Evolution? Mikroskopische Kieselalgen und Kuppelbauten der Nachkriegszeit weisen oft die gleichen grundlegenden Strukturmerkmale auf, obwohl dies nachweislich von den Architekten nicht beabsichtigt war. Angeregt durch diese überraschende Erkenntnis, gründeten im Jahr 1961 an der Technischen Universität Berlin der Biologe Johann-Gerhard Helmcke und der Architekt Frei Otto die interdisziplinäre Arbeitsgruppe Biologie und Bauen.

Ziel ihrer Zusammenarbeit war es, ein besseres Verständnis von Biologie, Technik und Architektur zu erlangen und die Prinzipien des natürlichen Bauens zu erfassen. Ihre Forschungen sollten einerseits zu einem besseren Verständnis der Lebenswelt führen, andererseits sollte die Zukunft der gebauten Umwelt im Spannungsfeld von Technik und Natur gestaltet werden. Dreidimensionale Elektronenmikroskopie, frühe Methoden der computerbasierten Grafik, wie der von Konrad Zuse entwickelte Graphomat und andere Methoden der Visualisierung ermöglichten es, Analogien zwischen Natur und Technik zu erkennen.

Ausgehend von der Kooperation zwischen Helmcke und Otto rückt die Ausstellung Forschungen im Bereich von Architektur, Kunst und Wissenschaft in den Blick, die das Verhältnis von Wahrnehmung, Bild und Wissen thematisieren.

# BILDRÄUME <BIOLOGIE UND BAUEN>

**FREI OTTO** (1925–2015) war ein deutscher Architekt, Hochschullehrer und Visionär. Nach seinem Studium der Architektur an der Technischen Universität Berlin promovierte er 1954 zum Thema *Das hängende Dach*. 1952 eröffnete er in Berlin-Zehlendorf ein eigenes Architekturbüro und gründete 1957 die *Entwicklungsstätte für den Leichtbau*. Kurz nachdem er 1961 mit Johann-Gerhard Helmcke die Forschungsgruppe Biologie und Bauen gegründet hatte, folgte er einem Ruf an die Universität Stuttgart, wo er das Institut für Leichte Flächentragwerke (IL) bis 1995 leitete. Seine interdisziplinären Forschungen zu Biologie und Bauen führte er dort weiter. 2015 bekam er für sein Werk den Prizker-Preis verliehen.

**KONRAD ZUSE** (1910–1995) war ein deutscher Bauingenieur, Erfinder und Unternehmer. Nachdem er 1935 das Ingenieurdiplom an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg (heute Technische Universität Berlin) erwarb, arbeitete er bei der Rüstungsfirma Henschel Flugzeug-Werke AG, Berlin. Bereits in den dreißiger Jahren baute Zuse binäre, mechanische Rechner (Z1, Z2) und entwickelte zwischen 1941 und 1945 dann die elektronischen Rechner Z3 und Z4, die beim Bau von Flugzeugen und Flugbomben eingesetzt werden sollten. Von 1949 bis 1962 leitete Zuse die Firma Zuse KG und entwickelte eine Reihe neuartiger Rechengeräte, darunter den Zuse Z64 Graphomaten, der als Werkzeug der frühen Computerkunst Einsatz fand. Innerhalb der Arbeitsgruppe Biologie und Bauen wurde der Graphomat für die Erstellung von stereoskopischen Bildern (Anaglyphenbilder) verwendet.

**JOHANN-GERHARD HELMCKE** (1908–1993) war Professor für Biologie an der Technischen Universität Berlin. Seine Forschungsgebiete waren elektronenmikroskopische Untersuchungen von Zähnen sowie Diatomeen und die Untersuchung der Stabilitätsfaktoren von Diatomeen und Radiolarienschalen. 1951 wurde er als Nachfolger von Ernst Ruska, dem Erfinder des Elektronenmikroskops, Leiter der Forschungsgruppe für Mikromorphologie am Institut für Elektronenmikroskopie der Max-Planck-Gesellschaft. In der Entstehungszeit der Forschungsgruppe Biologie und Bauen erforschte Helmcke bereits die Schalenkonstruktionen der Diatomeen und bemerkte dabei, dass die Leichtbautechnik des Hochbaus bereits Prozesse kannte, welche dem Entstehungsprozess der Schale der Kieselalge ähnlich sind.

Diatomeenschalen im elektronenmikroskopischen Bild, Teil XVII Weinmann, Verlag von J. G. Cramer, 1962

## WAS SIND DIATOMEEN?

Diatomeen, auch Kieselalgen genannt, sind mikroskopische Lebewesen, die in großer Formenvielfalt im Wasser leben. Das besondere Merkmal der Einzeller ist eine harte Hülle, welche die Zelle umgibt. Die Diatomeen wurden zu einem zentralen Forschungsgegenstand Johann-Gerhard Helmckes, da sie besonders geeignet erschienen, die Qualität elektronenmikroskopischer Linsen zu prüfen. Für die Bestimmung der Diatomeen müssen diese jedoch präpariert und ihre organische Substanz zerstört werden. So entzieht sich das (ehemals) lebende Untersuchungsobjekt der genauen Analyse und Formbildungsprozesse können nur ausschnitthaft (d.h. nicht im eigentlichen Prozess) und rückwirkend (am toten Objekt, ohne Weichteile) per Schlussfolgerung gezogen werden. Durch die Herstellung zweidimensionaler Bilder, stereoskopischer Fotografien und dreidimensionaler Modelle versuchten Helmcke und seine Mitarbeiter, Struktur und Entstehung der Diatomeenhüllen zu rekonstruieren.

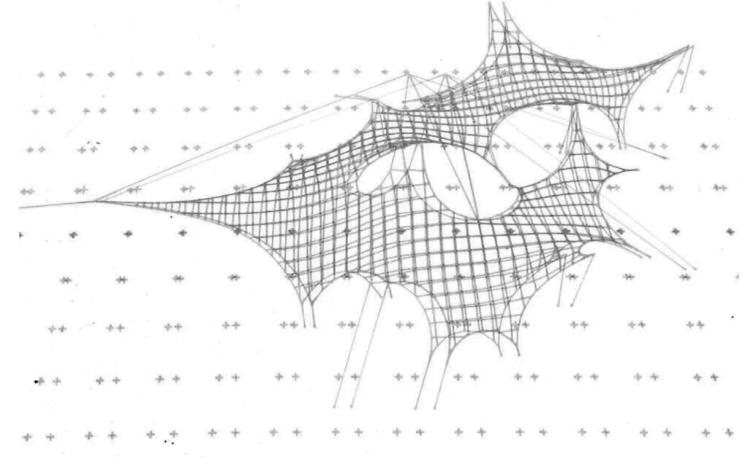


## ATLAS: DIATOMEENSCHALEN IM ELEKTRONENMIKROSKOPISCHEN BILD

Der Atlas Diatomeenschalen im elektronenmikroskopischen Bild (1953–77) besteht aus sieben Bänden, die jeweils etwa 100 Tafeln enthalten. Diese zeigen elektromikroskopische Aufnahmen von Diatomeenschalen und liefern zusätzliche Informationen durch lichtmikroskopische Aufnahmen, schematische Zeichnungen und dreidimensionale Rekonstruktionszeichnungen. Die Funde stammen aus unterschiedlichen Ländern und Regionen und so findet man beispielsweise Diatomeen aus Brandenburg und Hawaii. Die ersten vier Bände zeigen Aufnahmen von Johann-Gerhard Helmcke, die Bände fünf bis sieben Aufnahmen des japanischen Professors H. Okuno sowie den amerikanischen Studenten R. W. Drum, H. S. Pankratz und E. F. Stoermer. Das Gesamtwerk umfasst 709 Tafeln und eröffnet einen Einblick in die über 6.000 bis heute bekannten Arten.

## DER ELMIGRAPH 1

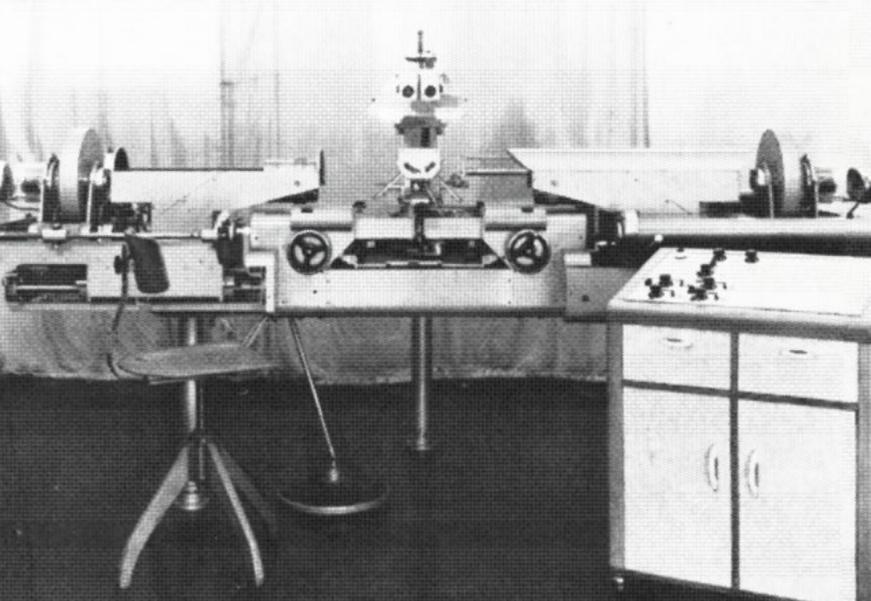
Der nach den Ideen von R. Burkhart entstandene Elmigraph 1 wurde 1953/54 von E. Tillmann konstruiert und war in der Lage mit den speziellen Eigenschaften elektronenmikroskopischer Bilder umzugehen. Mithilfe eines Stereoskops können die am Elektronenmikroskop erzeugten Bildpaare zunächst räumlich betrachtet und anschließend mit dem photogrammetrischen Gerät vermessen werden. Hierfür wird eine Messmarke mechanisch durch Stellräder entlang dem durch die Optik dreidimensional erscheinenden Objekt geführt, während gleichzeitig ein Zeichenstift den Weg der Messmarke automatisch aufzeichnet. So entstehen Zeichnungen, welche Rückschlüsse auf den genauen Aufbau des untersuchten Objektes geben. Das genaue Arbeiten während des gesamten Prozesses - vom Präparieren des Originals, über die Einstellungen beim Erzeugen der Abbildung, bis zur Ausmessung dieser mithilfe des Elmigraphen - ist ausschlaggebend für die Qualität der gewonnenen Erkenntnisse.



Teilbereich der Dachkonstruktion Olympiade München Druck Klaus Witt; Inst. f. Photogrammetrie TU Berlin

## ELEKTRONENMIKROSKOPIE UND STEREOSKOPISCHE BILDER

Grundlagen für die Entwicklung der Elektronenmikroskopie legten ab 1926 Ernst Ruska und Max Knoll. Aufgrund quantenmechanischer Effekte können Elektronenmikroskope wesentlich höhere Auflösungen als optische Mikroskope erzielen. In der Geschichte der Makrofotografie setzte bereits kurz nach ihrer Entstehung eine Bewegung hin zur Stereofotografie und damit zur dreidimensionalen Erfassung der Bilder ein. Dieser Ansatz findet auch in der Elektronenmikroskopie Anwendung und Johann-Gerhard Helmcke setzte ihn früh in der Erforschung der Diatomeen ein. Zwei Verfahren finden zur Herstellung dreidimensionaler elektronenmikroskopischer Aufnahmen Anwendung. Die erste ist die Aufnahme von zwei Bildern mit leicht verschobenen Elektronenstrahlen. Bei der zweiten wird der Objektträger selbst um einen Winkel von fünf bis zehn Grad gekippt, um so den Einfallswinkel des Elektronenstrahls zu verändern. In beiden Fällen werden zwei Bilder durch einen Apparat als dreidimensionales Gesamtbild betrachtet.

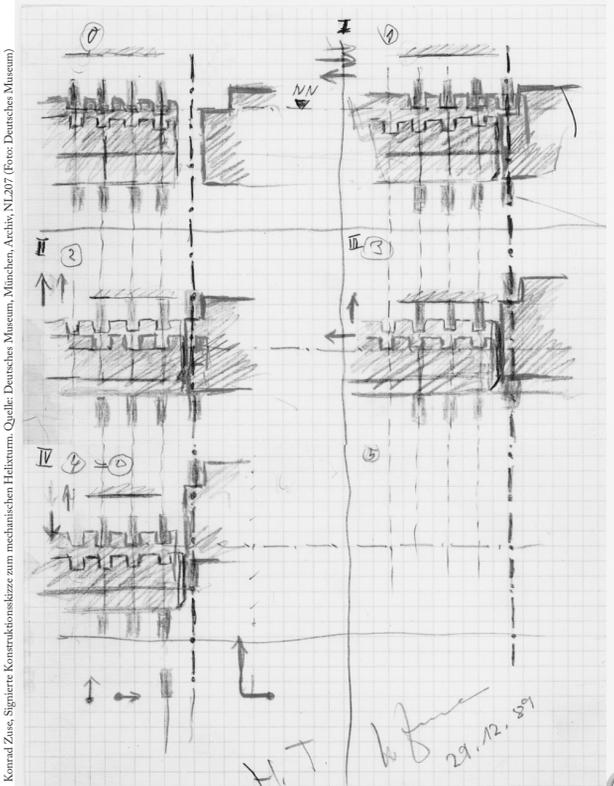


Der Elmigraph 1, in G. Weinmann, Methoden und Probleme der photogrammetrischen Auswertung von Elektronen- und Rasterelektronenaufnahmen.

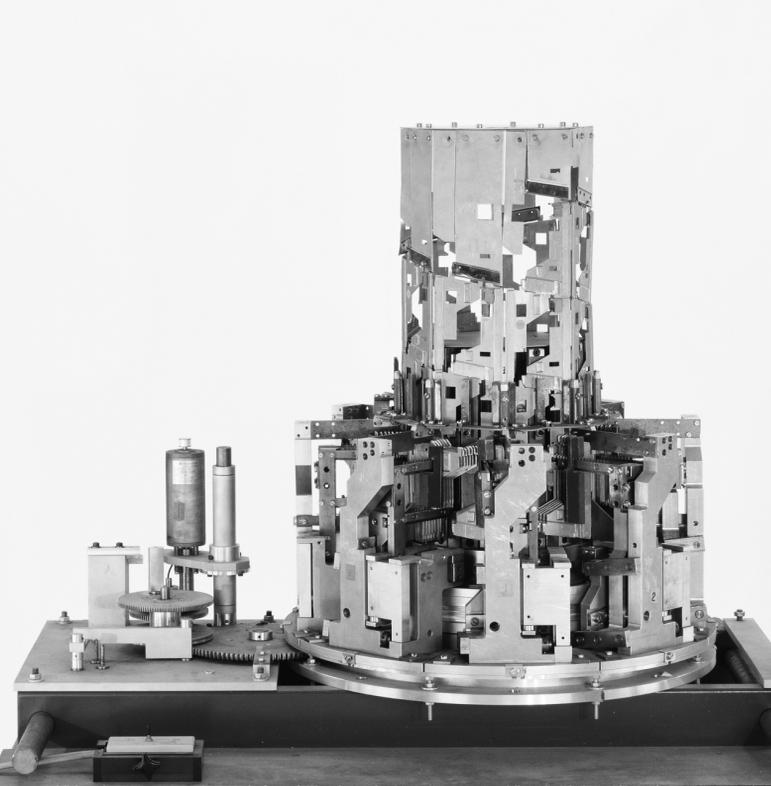
## EIN SICH SELBSTREPRODUZIERENDES SYSTEM: DER HELIXTURM

Anlässlich seiner Ehrendoktorwürde an der Technischen Universität Berlin hielt Konrad Zuse 1957 einen Vortrag über Maschinen, die sich wie Keimzellen reproduzieren können. Damals lernte Zuse Johann-Gerhard Helmcke kennen und blieb mit ihm bis zum Ende seines Lebens befreundet. Helmcke unterstützte Zuse in seinen Versuchen, eine sich selbstreproduzierende Maschine zu entwickeln und Zuses Visionen regten wiederum Helmcke an, über die

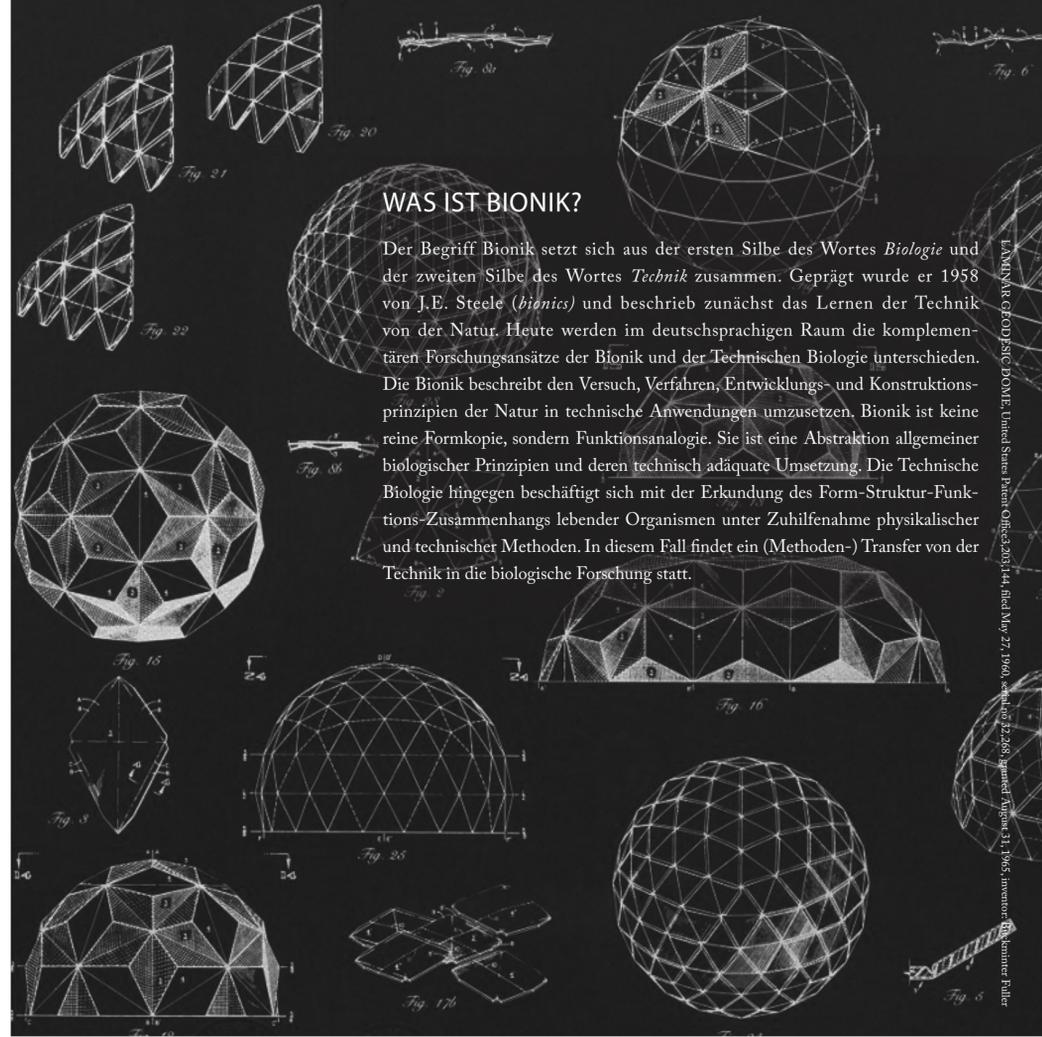
Beziehungen zwischen Natur und Technik zu spekulieren. Neben der sich selbstreproduzierenden Fabrik Montagestraße SRS 72, realisierte Zuse den Bau eines Prototypen für einen kontinuierlich höhenverstellbaren mechanischen Turm: den Helixturm. Der Helixturm bestand aus metallenen Komponenten, welche mit Hilfe eines Zahnrads, auf dem die Bauteile samt Steuerfläche befestigt waren, sowie einer Kurbel ein- und ausgefahren werden konnten.



Konrad Zuse, Signierte Konstruktionszeichnung zum mechanischen Helixturm, Quelle: Deutsches Museum, München, Archiv, NL207 (Foto: Deutsches Museum)



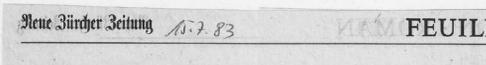
Modell des Helix-Turms von Konrad Zuse, Teilaufbau auf Holztisch, Baujahr 1995, Demonstrationsmodell; Quelle: Objektsammlungen des DM; Inv.-Nr. 2006-806 (Foto Deutsches Museum)



## WAS IST BIONIK?

Der Begriff Bionik setzt sich aus der ersten Silbe des Wortes *Biologie* und der zweiten Silbe des Wortes *Technik* zusammen. Geprägt wurde er 1958 von J.E. Steele (*bionics*) und beschrieb zunächst das Lernen der Technik von der Natur. Heute werden im deutschsprachigen Raum die komplementären Forschungsansätze der Bionik und der Technischen Biologie unterschieden. Die Bionik beschreibt den Versuch, Verfahren, Entwicklungs- und Konstruktionsprinzipien der Natur in technische Anwendungen umzusetzen. Bionik ist keine reine Formkopie, sondern Funktionsanalogie. Sie ist eine Abstraktion allgemeiner biologischer Prinzipien und deren technisch adäquate Umsetzung. Die Technische Biologie hingegen beschäftigt sich mit der Erkundung des Form-Struktur-Funktions-Zusammenhangs lebender Organismen unter Zuhilfenahme physikalischer und technischer Methoden. In diesem Fall findet ein (Methoden-) Transfer von der Technik in die biologische Forschung statt.

LAWINER/EPD/STSC/DOIME, United States Patent Office: 2015, 1st. filed May 27, 1968, serial no. 22,288 granted August 31, 1965, inventor: Robert F. Fildes



Natürliche Konstruktion — Konstruktionen der Natur Gedanken zu einer Publikation von Frei Otto

Sei es Brücke oder Haus, der Impuls zum Entwurf ereignet sich zumeist zwischen dem bewussten Programm und der unbewussten Suche nach der Form, über den Weg der Konstruktion. Es könnte aber auch anders zugucken, so dass einer etwa aus intuitiver Lust die Programme selbst mit neuer Phantasie erfindet und zugleich ungeheute Konstruktionen auslöst. Oder: Es fasziniert, wie im vorliegenden Falle, vordergründig die Konstruktion, deren ausschöpfende Erforschung... Und zwar mit dem Ziel, so wenig Energie, so wenig Materie als möglich zu verwenden. Also leicht zu bauen, ein zeitgemässer, weltweiter Anspruch. Seine Erfüllung führt zu neuem Baustil fern von Reminiszenzen an historische Architektur.

Bereits gibt es Projekte und Bauten solcher Art in Polar- und Äquatorialzonen, im Orient und im Okzident, auch bei uns. Es sind bewegte Schalen- oder Zeltbauten, aus dünnem Beton, aus Gittern von Holzstäben, aus Drahtseilen oder luftgestützt, besichtigt mit Isolationen gegen Kälte oder Hitze und Nässe. Durchsichtige Kunststoffbauten können zum Beispiel über Tausende von Metern eine Stadt in der Arktis überdachen. Mehrere hundert, aneinandergefügte kleine Spitzzelte spenden einem Flughafen in der Wüste Schatten. Zusammenklappbare, nach unten konkave Schirme von gegen fünf Metern Spannweite decken, wie Baumkronen, das alte Freilichttheater eines europäischen Schlossparks.

Die Überbrückung solcher Leichtkonstruktionen bilden ihre unentarteten Formen. Es entsteht Natürliche Konstruktion. Von Frei Otto, Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart 1982.

ARTFACT-Archiv ● Gerald Hunze ● Kottenstraße 8 ● D-5300 Bonn 2 (R.F.A./F.R.G.)

Handwritten notes and a table with columns for 'RAN: OTO', 'REF: 6', 'BIB: 1', 'CAT: 1', 'LIT: 1', 'CLAS: 1', 'DAS: 1', 'ARTFACT-Archiv-Hunze'.

Handwritten notes and a table with columns for 'RAN: OTO', 'REF: 6', 'BIB: 1', 'CAT: 1', 'LIT: 1', 'CLAS: 1', 'DAS: 1', 'ARTFACT-Archiv-Hunze'.

Handwritten notes and a table with columns for 'RAN: OTO', 'REF: 6', 'BIB: 1', 'CAT: 1', 'LIT: 1', 'CLAS: 1', 'DAS: 1', 'ARTFACT-Archiv-Hunze'.

Handwritten notes and a table with columns for 'RAN: OTO', 'REF: 6', 'BIB: 1', 'CAT: 1', 'LIT: 1', 'CLAS: 1', 'DAS: 1', 'ARTFACT-Archiv-Hunze'.

wurden die sogenannten „Doppelbegabungen“ oder interdisziplinär tätigen Persönlichkeiten.

Um die Archivbestände in das Zeitgeschehen einzubetten wurde auch einiges Material zur herausragenden, die Geschichte und die Wissenschafts- und Kulturentwicklung beeinflussende (störende oder fördernde) Personen gesammelt.

Entstehung und Entwicklung

Den Grundbaustein des Archivs stellte, in Folge eines Besuch Hunzes der documenta II in Kassel ca. 1958/1959, eine kleine Materialsammlung von Zeitungsartikeln. Nach der zunächst bloßen Sammeltätigkeit, wurde das Archiv im Laufe der Jahre allmählich verbessert, strukturiert und systematisiert.

Die inhaltliche und materielle Struktur von Artfact war in ihren Anfängen vergleichbar mit dem MOMA scrap-files. Das bedeutet, das sich das Archivmaterial aus internationalen Zeitungsausschnitten (vornehmlich in Deutsch, Französisch und Englisch), kleinen Katalogen, Einladungskarten, Pressemitteilungen, Museumstexten- und Publikationen, Postkarten, Verlagsprospekten etc. zusammensetzte. Im Gegensatz zum Inhalt der MOMA scrap-files, erbrachte die systematische manuelle Auswertung, Zuordnung und Korrektur von nahezu einhundert Pariser Salon- und Ausstellungskatalogen, sowie Düsseldorfer und Münchner Katalogen aus dem Zeitraum 1880-1970 jedoch eine kunsthistorisch nutzbare, zuverlässige „Informationsachse“. Durch diese strukturellen Vorarbeiten konnten die verstreuten Arbeits- und Ausstellungshinweise hunderter Künstler (aller Nationen), die beispielsweise in Paris ausstellten, personenbezogen konzentriert und dokumentiert werden.

Im Jahre 2006 wurde das Archiv aus logistischen Gründen in folgende Bereiche geteilt: Zeitungswesen, Verlage, Druckgeschichte, Sammlung Papier, Papiergeschichte, Buch, Illustration, Karikatur, Sammlungen Ex-Libris, Papiergeld, Servietten, Tapeten, Briefmarken, Rationsmarken, Spielkarten, Kalender, Formulare, Speisekarten, Pressefotos, Einladungskarten Bonner Botschaften, Glückwunschkarten, u.ä., Tüten. Umschläge. Die Sammlungen gingen an das Deutsche Zeitungsmuseum in Wadgassen (Saarland). Hierzu existiert ein inhaltlich genauer beschreibendes Verzeichnis.

Handwritten notes and a table with columns for 'RAN: OTO', 'REF: 6', 'BIB: 1', 'CAT: 1', 'LIT: 1', 'CLAS: 1', 'DAS: 1', 'ARTFACT-Archiv-Hunze'.

Frei Otto Ausstellung in Konstanz... Die Idee des neuen Entwurfs... Frei Otto nach einer Ausstellung im Jahr 1960... Die Idee des neuen Entwurfs... Frei Otto nach einer Ausstellung im Jahr 1960...

Die sogenannte eherwürdige Z 22 "erstreckt" sich über Schränke von 2,3 Meter Höhe und insgesamt 4,8 Meter Länge, wiegt runde 1,2 Tonnen und braucht für 400 Röhren, 2 200 Dioden und weitere Innenreize 3 000 Watt elektrische Leistung. Ihr Arbeitsgedächtnis ist ein nach heutigen Maßstäben äußerst gemütlich dahintretender Trommelrechner für etwa 8 200 Wörter. Fernschreiber und Lochstreifengerät sind ihre Ein- und Ausgabevorrichtungen. Manche "Zuse", so eine früher an der Universität Mainz, hatte darüber hinaus einen (abschaltbaren!) Lautsprecher, über den man sie bei ihrem noch gemächlichen Rechnen elektronisch murmeln, knurren und auch stöhnen hören konnte.

Nun dient die Z 22 im Bundesforschungsinstitut zusammen mit einem kleinen Tischcomputer - beides Dauerleihgaben der Siemens AG - sowohl als Demonstrationsobjekt für den Entwicklungssprung von damals bis heute als auch zur Erinnerung an die hervorragenden Leistungen von Konrad Zuse und seinen Mitarbeitern. Zuse hat 1941 die erste funktionsfähige programmgesteuerte Rechenanlage der Welt vollendet; es war die Z 3, die noch mit Relais' arbeitete. Darüber hinaus hat er seit etwa 1933 immer wieder richtungweisende Ideen und Konzepte zur Struktur und Programmsteuerung von Datenverarbeitungsmaschinen entwickelt.

Seine "ersten Gedanken an eine Rechenmaschine" schildert er übrigens in seinem Buch "Der Computer - mein Lebenswerk" (München, 1970) im Zusammenhang mit seinem studentischen Kampf mit statischen Berechnungen: "... aber es wollte mir nicht in den Kopf, daß lebendige, schöpferische Menschen ihr kostbares Leben mit derart nüchternen Rechnungen verschwenden sollten. Da mußte doch etwas getan werden." Er hat etwas getan. (32 Zeilen) si (df)

DEUTSCHER FORSCHUNGSDIENST, Postfach 20 50 06, 5300 Bonn 2 - Honorar auf Postcheckkonto 1896-508 Köln -

Genie des Bastelns Konrad Zuse, der Erfinder des Computers, ist gestorben

Als vor fünfzig Jahren der Zweite Weltkrieg zu Ende ging, war dies - so hat er sich selbst erinnert - für Konrad Zuse kein besonderer Tag. Nur eine Unterbrechung. Die grundlegenden Schritte für die Computertechnologie, die in den kommenden Jahren ihren Siegeszug antreten sollte, waren bereits erfolgt, nur so sie sonstigenfalls war im Nachkriegsdeutschland für kurze Zeit unmöglich geworden. Auch der Computer Z4 stand unbeschädigt in einem Schuppen. Aber die Arbeiten daran konnte ich nicht fortsetzen.

So unbetreten der inzwischen zum Universalmedium avancierte Computer eine Folge von Entdeckungen ist, die bereits während des Krieges begonnen hatten, so unbetreten gilt heute Konrad Zuse als sein Erfinder. Bereits 1936, nach dem Studium des Bauingenieurwesens und kurzer Tätigkeit als Statiker, begann er in der Wohnung seiner Eltern in Berlin-Kreuzberg die erste programmgesteuerte digitale Rechenmaschine zu bauen - noch ohne davon Notiz zu nehmen, daß im selben Jahr die theoretische Grundlegung eines jeden solchen Vorhabens durch den englischen Mathematiker Alan Turing geleistet worden war. Zuse setzte demgegenüber auf praktische Bastelarbeit - und dies mit Erfolg. 1938 war die erste Maschine vollendet, ein ganz von Hand gefertigter, rein mechanischer Rechenautomat mit 21 Zwick konnte dieses Versuchsmotiv seine Funktionsfähigkeit unter Beweis stellen, aber die Mängel von Handarbeit und reiner Mechanik waren unübersehbar. Sein zweites Modell konstruierte Zuse deshalb unter Verwendung von Eisenblech und reiner Mechanik, unter dem Titel „Z1“ im Frühjahr 1941. Bereits endlich wurde der Erfolg: Der erste reibungslos funktionierende Computer der Welt ging in Betrieb - nicht zuletzt, um Berechnungen für die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt auszuführen.

Aber die Z1 fiel dem Bombenkrieg zum Opfer, und ihr Nachfolger, die Z2, kam nicht mehr zum Einsatz. Statt dessen standen, daß im selben Jahr die theoretische Grundlegung eines jeden solchen Vorhabens durch den englischen Mathematiker Alan Turing geleistet worden war. Zuse setzte demgegenüber auf praktische Bastelarbeit - und dies mit Erfolg. 1938 war die erste Maschine vollendet, ein ganz von Hand gefertigter, rein mechanischer Rechenautomat mit 21 Zwick konnte dieses Versuchsmotiv seine Funktionsfähigkeit unter Beweis stellen, aber die Mängel von Handarbeit und reiner Mechanik waren unübersehbar. Sein zweites Modell konstruierte Zuse deshalb unter Verwendung von Eisenblech und reiner Mechanik, unter dem Titel „Z1“ im Frühjahr 1941. Bereits endlich wurde der Erfolg: Der erste reibungslos funktionierende Computer der Welt ging in Betrieb - nicht zuletzt, um Berechnungen für die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt auszuführen.



Der Bastler am Reißbrett des Ingenieurs: Konrad Zuse Foto Barbara Klemm

Ich sehe was, was du nicht siehst: Irritierendes und Inspirierendes Köln zeigt Architektur-Visionen Richard Buckminster Fullers und Zaubereien der Sehmuschlinien aus der Sammlung Nekes Köln Der einst Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von Kohlenstoff-Molekülen daraus der Leuchtball-Kugel-Porträt im Kölner Museum für neue Kunst unter der Leitung von Prof. Dr. Richard Buckminster Fuller (1895-1983) wollte nicht nur Alumnus-Autor zum Plänen bringen, die Beatles widmeten dem US-Architekten-Sonntag den Song "The Ball of the Yarn". Manhattan planter, eine Plastikkugel überströmte, um Pläne eines aufzublöhen Modells von