

Diplomarbeit

+

NODO

Ein offenes Konstruktionssystem

zur Erlangung des akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs
Studienrichtung Architektur

Georg Fassl

Technische Universität Graz
Erzherzog-Johann-Universität
Fakultät für Architektur

Betreuer
Univ.-Prof. Dipl.-Arch. Dr.sc.ETH Urs Leonhard Hirschberg
Institut für Architektur und Medien
Mai 2012

+

→

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/ Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz,

Statutory Declaration

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz,

Dank



an
meine Großeltern,

meine Mutter,
meine Schwester,
meine Freundin,
meine Freunde und Kollegen
und
meinen Betreuer.

an
Ronald und Josefine,
Leopold und Sophie,
Ruth,
Katharina,
Elisabeth

und
Prof. Urs Hirschberg.

9 Vorwort

Vom "all for one and one for all" zum

10 all for all and one for one!

30 Bildindex

Ein offenes Konstruktionssystem.



38 NODO

- 42 .system
- 62 .framework
- 76 .cycle
- 84 .furniture

99 Nachwort

Vorwort

Im Jahr 1957 umkreiste der erste Satellit die Erde, Juri Gagarin flog 1961 als erster Mensch durchs All, 1964 fotografierte Lennart Nilsson erstmals heranwachsende Föten im Mutterleib und Neil Armstrong setzte 1969 die ersten menschlichen Schritte auf den Mond. Die Menschen in den 1960er und 1970er-Jahren fühlten sich am Beginn einer neuen Ära, in der technischer Fortschritt die Menschheit von Grund auf revolutionieren würde. Man war fest davon überzeugt, dass der technische Fortschritt dem Menschen bislang undenkbare Dimensionen erschließen würde.¹ Die Gestalter dieser Zeit arbeiteten am Wohnen der Zukunft und einer von ihnen, der italienische Architekt und Industriedesigner Joe Colombo, entwickelte die Idee eines >programmierbaren Möbels<².

Diese Idee und die Fragestellung nach dem programmierbaren Möbel von heute setzten mir den Grundstein zu dieser Arbeit. Welche Vorteile hätte es und vor allem wer könnte was programmieren? Joe Colombo schuf diesen Begriff in einer Zeit, in der der Computer langsam >persönlich< wurde und die Welt an eine Zukunft im elektronischen Zeitalter glaubte. Heute in dieser Zukunft angekommen stellt meine Arbeit erneut das programmierbare Möbel als einen Typus für die Zukunft vor.

1 Vgl. Kries 2005, 75.

2 Kries 2005, 86.

Kries, Mateo: "In Übereinstimmung mit Zukunftsforschern stelle ich fest ..." Technik, Vision und Utopie im Werk von Joe Colombo in: Joe Colombo - Die Erfindung der Zukunft, Ausstellung Mailand (Triennale di Milano) 2005; Weil am Rhein (Vitra Design Museum) 2006; u.a., Katalog Ditzingen (Kries, Mateo; Vegesack, Alexander von (Hg.)) 2005 S.74-91.

Vom "all for one and one for all" zum

all for all and one for one!

Der Konsument* wie wir ihn kennen stirbt aus!¹

Ende des 18. Jahrhunderts startete in Großbritannien ein Prozess der die Welt wirtschaftlich, sozial und kulturell auf den Kopf stellen sollte. Die >Industrialisierung<.

Mitte des 18. Jahrhunderts war Europa weitgehend noch von der Agrargesellschaft bevölkert. Sie lebte meist in kleinen Stadt- und Dorfgemeinschaften, die in ein größeres landwirtschaftliches Umfeld eingebettet waren. Ihr primärer Wirtschaftssektor war die Landwirtschaft. Den Umschwung brachten technische Erfindungen. Allen voran James Watts Verbesserung² der Dampfmaschine (B.1) und James Hargreaves Spinnmaschine >Jenny<³ (B.2), die großes Potential in den Maschinen erkennen ließen. Fortan ging es Schlag auf Schlag. In immer kürzeren Perioden wurden neue industrielle Fertigungsverfahren entwickelt. Die neue ertragreichere Arbeitsweise stieß prompt auf fruchtbaren Boden und erste Fabriken wurden gebaut. Die Zeit des Kapitalismus und des Proletariats begann.⁴

Die Veränderungen im Herstellungsprozess zogen auch Veränderungen der Produkte selbst mit sich. Massenprodukten galt das neue Interesse. Die Einführung der

* Zugunsten der einfacheren Lesbarkeit wird in der gesamten Arbeit sowohl für die männliche wie die weibliche Form die männliche Form verwendet.

1 Toffler 1980, 273-274.

2 Ursprünglich um 1710 von Thomas Newcomen erfunden um überschüssiges Grundwasser aus Bergbau-Minen abzupumpen, wurde die Dampfmaschine erst durch die Weiterentwicklung zur allgemeinen Einsetzbarkeit von James Watt um 1770 weithin erfolgreich.

3 Sie wurde 1764 erfunden und verbreitete sich in der Textilindustrie rasend schnell.

Handbetrieben steigerte sie die Produktivität eines Spinners um das Vier- bis Achtfache.

4 Vgl. Toffler 1980, 32-36.

+

Maschinen, die Teilung von Arbeitsschritten und die Bedürfnisse einer immer größer werdenden städtischen Mittelschicht führten zu einem noch nie dagewesenen Angebot an Waren. Qualitativ hochwertige Produkte zu günstigem Preis. Das >American System of Manufacturers<⁵ führte erstmals nachhaltige Standards zur Sicherung dieser Qualität ein. Um die teuren teils ungenauen Arbeitskräfte zu ersetzen und dennoch höhere Produktivität zu erzielen, zerlegten sie die Produkte in einzelne Bauteile, die maschinell herzustellen waren. Der Bau der Einzelteile wurde von der Hauptlinie abgekoppelt und andernorts von Sub-Unternehmen übernommen. Diese lieferten die Teile an das Hauptwerk, wo nun nur mehr der Zusammenbau stattfand. Waffen, Autos, Türschlösser, Sägen, etc. wurden in diesem System gebaut und konnten große Erfolge erzielen. Robert H. Ingersoll produzierte bereits Ende des 19. Jahrhunderts eine Armbanduhr zum Preis von einem Dollar (B.3).⁶

Gebaut wurde generell alles, was einigermaßen Erfolg versprach. Die Gestalt war dabei von Anfang an zweitrangig. Eine alles-geht-Mentalität führte zu Objekten, die wahllos historische Stile miteinander verbanden und durch üppiges Dekor zu überzeugen versuchten. Die Einrichtungen der bürgerlichen Wohnungen glichen Theaterkulissen. Dies führte 1851 zur ersten großen Suche nach zeitgemäßem Design, der ersten Weltausstellung⁷ in London. Man hatte den Bedarf an Produktgestaltung erkannt und trennte einen weiteren Bereich der Produktion ab. Das Industriedesign wurde erschaffen. Die Schau hatte das Vergleichen von Produkten aus aller Welt zum Ziel und sollte den Industriedesignern Orientierung geben und neue Richtungen erkennen lassen. Dies gelang ihr jedoch größtenteils nicht. Die Exponate entsprangen durchwegs dem bekannten Stil, was dem neuen Fach jedoch keine Abwendung bescherte, sondern dessen Wichtigkeit um ein noch Größeres hinausstrich.⁸

Vereinzelt konnte die Ausstellung dennoch Ausblicke geben. Wie z. B. der gebürtige Wiener Michael Thonet. Der gelernte Tischlermeister eröffnete erstmals eine Fabrik zur Massenproduktion von Möbeln. Die von ihm entwickelte Bugholz Produktionsweise dachte auch den Transport der Objekte mit (B.4). Leicht zusammenbaubare Teile wurden platzsparend verpackt und senkten so zusätzlich den Preis. Auf diese Weise produzierte

5 Der Name kommt nicht vom speziell amerikanischen System sondern davon, dass amerikanische Unternehmen dieses erstmals flächendeckend einsetzten. Das ursprünglich von der Waffenindustrie entwickelte System fand weltweit Anwendung.

6 Vgl. Kirkham.

7 An die 13000 Aussteller zeigten Fabrikate aus 94 Länder weltweit.

8 Vgl. Polster 1999, 418-419.

er 1859 bereits über 50000 Möbelstücke, die er dem Kunden per Katalog zur Auswahl bot. Er nahm damit große Entwicklungen der Zukunft vorweg.⁹

Eine weitere technische Großerneuerung brachte Henry Ford ins Rollen, indem er 1908 zur Produktion seines >Model T< ein Fließband¹⁰ einsetzte (B.5). Innerhalb von sechs Jahren konnte er den Preis seines Automobils um die Hälfte senken und es so dem Durchschnittsverbraucher leistbar machen. In den frühen 1920er-Jahren war bereits jedes zweite Auto weltweit ein Ford T. Diese Erfolgsgeschichte nahm jedoch ein jähes Ende und ist somit ein frühes Beispiel für das Hauptproblem von standardisierten Massenprodukten, es war nicht mehr aktuell. General Motors erkannte dies, führte als erstes Unternehmen eine Abteilung für >Art and Color< ein, und übernahm den Markt mit ihren neueren, immer nach dem Zeitgeist gestalteten Jahresmodellen (B.6). Es war nicht notwendig bessere Produkte zu entwickeln, es reichten Schönerer. Ökonomie ließ sich nicht mit den Wellen der Mode vereinbaren. Dies gilt als Geburtsstunde des >stylings<¹¹. Für die Industrie war dies ideal, mehr Produkte, weniger Kosten, mehr Kapital. Die Wirtschaft boomte und die neue Konsumgesellschaft konnte gar nicht gestillt werden. In den USA begann sich ein Superkapitalismus durchzusetzen.¹² Die Designer dieser Zeit waren >commercial artists< versierte Handwerker der visuellen Überzeugung. Oberste Prämisse war nicht mehr Qualität, sondern schöne Quantität. Und dies spaltete die Geister.¹³

Angefangen im späten 19. Jahrhundert bildeten sich kontinuierlich Gegenbewegungen heraus. Das britische >Arts and Crafts Movement<¹⁴ stand früh für die bessere Moral der Handproduktion ein. Die Auswüchse der kapitalistischen Idee führten ihrer Meinung nach zu einer Entfremdung der Arbeit und dadurch zu einer Entfremdung des Produkts. Die damals noch teilweise mangelhaften Ergebnisse der Fabriken spielten ihnen anfangs noch in die Hände, jedoch konnten sie auf Dauer keine konkurrenzfähigen >one-off< Objekte auf den Markt bringen. Dennoch war ihr Unternehmen nicht erfolglos.

9 Vgl. Kirkham.

10 Fließbandartige Fertigung reicht sehr weit zurück, so wurde sie bspw. bereits im späten 15.Jh. im venezianischen Arsenal zur effizienten Produktion von Schiffen eingesetzt. Dort konnte man bis zu einem Schiff pro Tag herstellen.

11 >Styling< steht für die rein ästhetische, nicht funktionale Überarbeitung eines Produkts zur besseren Verkäuflichkeit.

12 Vgl. Kirkham.

13 Polster 1999, 418.

14 Gründer William Morris, autodidaktischer Künstler und Mitglied der ersten britischen sozialistischen Partei hatte die Maschine als Feind erkannt, die den Menschen selbst zum Rad degradierte und die Schuld an allem Hässlichen seiner Zeit zu tragen hatte.

Sie verpassten den Industrieprodukten ein schlechtes Image und gaben der Handproduktion den Stempel der Einzigartigkeit und Besonderheit. Vor allem im deutschsprachigen Raum kam es daraufhin zur Bildung von Museen für Kunstgewerbe, denen teils auch Schulen angehängt waren. Die Suche nach dem Echten und Wahren führte zur Rehabilitierung und Verklärung des Handwerks und stellte die herrschenden Konventionen in Frage. Erstmals entstand ein fruchtbarer Boden für innovative Gestalter. Werkstätten entstanden in denen experimentiert und diskutiert wurde. Mit dem Hintergrund der Kunstavantgarde der beginnenden Moderne arbeiteten die Gestalter an unorthodoxen Produktgestaltungen. Die Industrie ließen sie dabei weitgehend außer Acht.¹⁵

Die Zukunft konnte jedoch nur mit der Annäherung an die Industrie bewältigt werden. Und diese Schritte ging der Architekt Richard Riemerschmid im Jahre 1905. Er entwickelte die >Maschinenmöbel< (B.7) als Prototypen einer neuen Möbelgestaltung die handwerkliche Techniken und für die Serienproduktion notwendige Standardisierung verband, um gute Gestaltung für Jedermann zugänglich zu machen. Der >Deutsche Werkbund<, den Riemerschmid 1907 mitbegründete, oder die >Wiener Werkstätten<¹⁶ machten sich dies zum Leitsatz und standen für die Neuerung des kapitalisierten und industrialisierten Kunstgewerbes. Ausgehend vom >Arts and Crafts Movement< wirkten sie an einer >neuen Sachlichkeit<. Durch eine aus Zweck, Material und Konstruktion entwickelten Formgebung sollten technisch wie ästhetisch hochwertige Qualitätsprodukte entstehen. Die Summe dieser Bemühungen erreichte, dass die Akzeptanz von Massenprodukten als Qualitätsprodukte zunahm.¹⁷

Nach dem ersten Weltkrieg gipfelten diese Ideen in revolutionären Bewegungen wie dem niederländischen >De Stijl<¹⁸, oder dem deutschen >Bauhaus<. Die von Walter Gropius 1919 gegründete Kunsthochschule Bauhaus stellte neue Bedingungen für das Schaffen und Wirken der Gestalter auf. In seinem 1919 herausgegebenen >Bauhaus-Manifest< propagierte er "[...] Bilden wir also eine neue Zunft der Handwerker ohne die klassentrennende Anmaßung, die eine hochmütige Mauer zwischen Handwerkern und Künstlern errichten wollte! Wollen, erdenken, erschaffen wir gemeinsam den neuen Bau

15 Vgl. Polster 1999, 418-420.

16 Die Produktionsgemeinschaft bildender Künstler wurde 1903 gegründet und arbeitete mit der Wiener Sezession und der Wiener Kunstgewerbeschule an bürgerlichen Alltagsgegenständen.

17 Vgl. Polster 1999, 418-420.

18 Die Vereinigung formte sich um den vielseitigen Künstler Theo van Doesburg und arbeitete in nahezu allen Gestaltungsbereichen.

der Zukunft [...]“¹⁹. Auch die Künstler von De Stijl hatten sich schon früh mit der Übertragung konstruktivistischer²⁰ Ideen, wie der Abkehr von den alten gewachsenen Gestaltungsideen hin zu einer neuen Sprache, die auf Grundfarben und Formen besteht (B.8), beschäftigt und arbeitete nun zeitgleich mit dem Bauhaus an einer neuen industriellen Formgebung, welche sich bewusst vom Kunstgewerbe distanzieren sollte. Als Labor für Formexperimente forschte man in Weimar nach der absoluten Form. Sie versuchten mit industrieller Fertigung und formeller Reduktion allgemeingültige zeitlose Typen herauszubilden. Viele der Ergebnisse wurden zu Klassikern (B.9), jedoch am Ende musste sich auch dieses Experiment dem Wandel der Zeit und dem Wandel des Geschmacks geschlagen geben. Die Bewegung aber ging weiter und hieß nun >Funktionalismus<²¹. Die Güter des Durchschnittsverbrauchers wurden dadurch vorerst jedoch wenig beeinflusst.²²

Ausgehend von den USA wurden die >goldenen Zwanzigerjahre< abrupt durch die Weltwirtschaftskrise²³ beendet. Der Konsum der Gesellschaft dämmte sich weitgehend ein, die Käufer wurden kritischer und die Hoffnung der amerikanischen Industrie war die neue Stromlinie. Raymond Loewy stieg auf zum Hoffnungsträger und gab vor, ganze Industrien umkrempeln zu können. Radio, Rasierer (B.10) oder Staubsauger, den Produkten wurden theatralisch gestylte Hüllen angelegt und avancierten zu den neuen Verkaufsschlägern. So wurden Anfang der 1940er-Jahre schnell wieder Höhen erreicht und ein kapitalistischer Warenkreislauf konnte sich erneut etablieren. Scheinbar durch die große Depression geläutert überlegte man jedoch Vorkehrungsmaßnahmen, die vor einem erneuten Einsturz der Wirtschaft schützen sollten. Auch die Gestalter hatten Ideen und so postulierte etwa Brooks Stevens, ein Kollege Loewys, in der gemeinsam gegründeten >Society of Industrial Designers<, “[...] instilling in the buyer the desire to own something a little newer, a little better, a little sooner than is necessary. [...]“²⁴ Die von Bernard London²⁵ erdachte >planned obsolescence< wurde durch Stevens prominent und hatte nur eines zum Ziel: Die Kontrolle des Marktes über das Kaufverhalten

19 Gropius 1919.

20 Der Konstruktivismus ist eine streng gegenstandslose Stilrichtung der modernen Malerei.

21 Die Funktionalisten erhoben Louis Sullivans >form follows function< zur künstlerischen Maxime. Man suchte die Urschönheit des Elementaren, der Gebrauch definierte fortan die Form.

22 Vgl. Polster 1999, 420.

23 Eingeleitet am >schwarzen Donnerstag< breitete sich ein volkswirtschaftlicher Zusammenbruch in allen Industrienationen aus.

24 Brooks Stevens, zit. n. Mitchell/Turgeon 2011.

25 Der Immobilienmarkler veröffentlichte 1932 das Pamphlet > Ending the depression through planned obsolescence<.

der Kunden, um noch größere und vor allem kontinuierlichere Gewinne einzufahren. Über das vorsätzlich eingebaute Ablaufdatum von Fabrikaten konnte man in das Rad eingreifen und den Warenkreislauf gezielt beschleunigen. Die Designer entwarfen Verpackungen und die Industrie befüllte sie mit niederwertigem Innenleben. Teilweise per Gesetz bestimmte Beschränkungen der Lebensdauer von Produkten oder Bauteilen führten zu weithin verbindlichen Industrienormen, die teils bis heute gelten. Wieder musste sich eine nachhaltigere Ökonomie einer kapitalistisch geprägten Mode geschlagen geben. Und die veränderte sich nun in immer kürzeren Perioden. Die hübsche Konsumgesellschaft wurde nebenbei zur schmutzigen Abfallgesellschaft.²⁶

Nach dem zweiten Weltkrieg erreichte der Begriff >Design< allgemeine Gültigkeit und Geläufigkeit und erreichte mit dem Funktionalismus erstmals breite Bevölkerungsschichten. Nach amerikanischem Vorbild erkannten viele Länder den Marktwert von nationalem Design. Ausstellungen gingen um die Welt und bewarben >Scandinavian Design<, das amerikanische >Good Design< oder das italienische >Bel Design<. Die allerorts eröffneten >Räte für Formgebung< klärten die Bevölkerung über gutes Design auf und allmählich begann sich eine internationale Vermarktung durchzusetzen. ”Good design is good business“²⁷ stand für einen gesellschaftlichen Wandel, in dem man erstmals gutem Design auch ein schlechtes gegenüberstellte und Wertigkeiten verteilte. Als das Gute wurde das funktionalistische Design auserkoren und dies erkämpfte sich nun Platz in den Haushalten der Bevölkerung. Designer wie Charles und Ray Eames, Arne Jacobsen oder Eero Saarinen verkauften ihre Objekte weltweit. Um der propagierten Qualität nachzukommen, mussten sie neue Wege der Herstellung gehen. Das durch die Industrialisierung von der Produktion losgelöst entworfene Design musste wieder dorthin, denn nur durch die enge Zusammenarbeit mit den Produzenten konnten sie den nachhaltigen Wert ihrer Produkte garantieren. Maschinell hergestellte Massenprodukte, die ihre Herstellung nicht mehr versteckten oder durch vorgetäuschte Makel verblenden wollten, erreichten nun erstmals hohes Ansehen. Viele dieser Stücke wurden zu internationalen Klassikern (B.11-12).²⁸

Der allgemeine Wohlstand und die Anzahl der Wohnungseigentümer stieg in den 1960er-Jahren an und kreierte einen Markt für qualitätsvolle und massenhaft produzierte Möbel. Den Wünschen einer schnell wachsenden und anspruchsvollen Käuferschicht

26 Vgl. Dannoritzer 2010.

27 Thomas J. Watson Jr., zit. n. Green.

28 Vgl. Polster 1999, 420-421.

galt Antwort zu geben. Erste Möbelhäuser eröffneten und hatten sofort großen Erfolg, in Massen produzierte Einrichtungsgegenstände wurden zu günstigen Preisen angeboten. Die Unternehmen kreierten Linien und Sortimente, was ihnen ermöglichte ihre Ware auch an anderen Standorten anzubieten, Einrichtungshausketten entstanden. Je mehr Nachfrage, desto mehr produzierte Möbel, desto günstiger konnte der Preis werden. Ein System das funktionierte. Die Ketten namens >Habitat< oder >IKEA< (B.13) übernahmen den Eigenheim-Sektor bis heute nahezu total. Flach-verpacktes schwedisches Design zur Selbstmontage und minimalem Preis (B.14) brachte IKEA²⁹ weltweiten Erfolg. Ihr Sortiment enthält laut eigenen Angaben etwas für >Romantiker, Minimalisten und alle übrigen Menschen<. Allein in Österreich stehen Anfang 2012 sieben Filialen³⁰ von IKEA und dabei ist das Unternehmen in Österreich nicht Marktführer. Mit zahlreichen anderen Mitbewerbern konkurriert man weltweit in Sachen Preis, Qualität und Design. Auch andere Bereiche wie Büro-, Gastronomie- oder Außenmobiliar werden von massenproduzierenden Großunternehmen bestimmt. Die Möbel-Einzelanfertigung konnte selten mithalten und findet heute größtenteils in Nischenbereichen statt.³¹

Die vorangetriebene Mechanisierung und Systematisierung der Arbeit hatte enorme Produktivitätssteigerung zur Folge. In den 1970er-Jahren überholte die Produktionsmaschine den Arbeiter. Immer mehr industrielle Unternehmen setzen auf maschinelle Herstellung und damit zunehmend die Menschen auf die Straße. Die vollautomatisierten Arbeitsprozesse benötigten nun teils nur mehr überwacht zu werden und forderten mit der zunehmenden Auslagerung von Einzelbauteilen in günstigerproduzierende Nationen viele Arbeitnehmer auf neue Tätigkeitsfelder zu suchen. Als Zufluchtsort galt der Dienstleistungssektor, der Ende der 1970er zum primären Wirtschaftssektor aufstieg. Der Verlust an volkswirtschaftlicher Bedeutung der Industrie kam aber nicht von einer allgemeinen De-Industrialisierung, sondern von strategischen Umwandlungen in den Unternehmen. Die neuen Dienstleistungsfelder sind einerseits industriell ausgelagerte Aufgaben wie der Transport oder die Lagerung von Gütern, und andererseits eine steigende Anzahl an Aufgaben für die Bevölkerung wie Tourismus- oder Freizeitdienstleistungen. Eine stärkere Aufteilung der Arbeit resultierte in einer steigenden Komplexität der ökonomischen und sozialen Strukturen die nun zusätzlicher Regelung und Steuerung bedurfte. Die Angestellten und Beamten siedelten

29 Das Unternehmen wurde 1943 von Ingmar Kamprad in Schweden gegründet und ist heute mit über 300 Filialen in über 40 Ländern die größte Möbelhauskette der Welt.

30 Laut http://www.ikea.com/ms/de_AT/ikny_splash.html (Stand:12.03.2012).

31 Vgl. Kirkham.

sich primär in kaufmännischen und technischen Bereichen in Büro- und Verwaltungseinrichtungen an und bildeten fortan die größte Gesellschaftsschicht.

Dieser Lebenswandel in den 1970er-Jahren und zuvor die liberalen 1960er-Jahre öffneten die Tür für eine neue Generation. Das Plastik-Popdesign (B.15) und das protestierende >Radical Design< führten hin zu einer Entwicklung die 1981 mit der Gruppe >Memphis<³² gipfelte. Die um Ettore Sottsass (B.16) gegründete italienische Künstlervereinigung brach mit der gängigen Praxis das nur die industriellen Auftraggeber über die Parameter eines Produkts entscheiden konnten. Sie wurden Vorbilder ihrer und der kommenden Generation, indem sie aus dem Kreislauf ausstiegen und eigenständig Projekte erarbeiteten. Zuvor gelebte Maxime wurden fortan über Bord geworfen und durch neue individuelle ersetzt. Ihre Frechheit öffnete der Freiheit nachhaltig alle Grenzen. Manche Gestalter griffen selbst zum Hammer, andere arrangierten gefundene Objekte um oder bauten neue daraus (B.17), alles wurde ausprobiert. Das Design wurde Teil der Popkultur und dies schuf mit dem Nonkonformismus die Voraussetzung für den heutigen an den Lifestyle gekoppelten Konsum. Erste Designer wurden zu Stars erhoben. Sie kreierten einen neuen Markt auf dem man nun anfang zwischen Designerstücken und Alltagsware zu unterscheiden. Zahlreiche Unternehmen erkannten den hohen Marktwert und produzierten diese exklusiven Waren in Masse. Die >creative industry< wurde zum eigenständigen Wirtschaftssektor und erhob die Avantgarde zum ökonomische Konzept, das wieder große Gewinne einführ.³³

Diese Entwicklungen prägten unsere Zeit, unsere Produkte und die Art und Weise wie wir sie verstehen. Mit all ihrem Guten und Schlechten stehen heute Diskont- und Exklusivware für die beiden Enden einer seit der industriellen Revolution gängigen Praxis der hierarchischen Massenproduktion. Doch weiß man heute, dass die klassische Industrie weder heilbringend ist, noch Chancen für die Zukunft bieten kann und sucht zunehmend nach neuen Möglichkeiten. Der Futurologe Alvin Toffler warf dafür einen reflektierenden Blick zurück. "Während der ersten Welle [der Agrargesellschaft - Anm. d. Verf.] konsumierten die Menschen, was sie selbst produzierten. Sie waren weder Produzenten noch Konsumenten im herkömmlichen Sinne. Stattdessen waren sie, wie man sagen könnte, >Prosumenten<. Die Industrielle Revolution [die zweite Welle - Anm.

32 Sie verbanden Protesthaltung und Popattitüde in der hemmungslos radikalen und eklektizistischen Formensprache der Postmoderne.

33 Vgl. Polster 1999, 421.

d. Verf.] trieb einen Keil in die Gesellschaft, der diese beiden Funktionen voneinander trennte und damit den Produzenten und den Konsumenten von heute schuf.“³⁴ In der Lockerung dieser Trennung sieht Toffler die Zukunft in Form der dritten Welle auf uns zurollen. „Heute in der Endkrise der überkommenen Industriegesellschaft [...] sehen wir, wie die Trennungslinie zwischen Produzenten und Konsumenten immer weiter verwischt.“³⁵ Mit der „Abkehr vom passiven Konsumentendasein und einer Zuwendung zum aktiven Prosumententum“³⁶ geht ein Wandel der Herstellung einher. Im Gegensatz zum Produktionsprozess der zweiten Welle, für den lange Serien von Millionen identischer, genormter Waren charakteristisch waren, zeichnet sich der Produktionsprozess der dritten Welle durch kleine Serien aus, die ganz oder teilweise auf individuelle Kundenwünsche zugeschnitten sind.³⁷ „Es geht bei dieser Entwicklung tatsächlich um >Maßschneiderei< auf einer hochtechnologischen Basis. Es ist die Wiederaufnahme eines Produktionssystems, das bereits vor der Industriellen Revolution in Blüte stand, nun allerdings auf der Grundlage modernster Technologie.“³⁸ „Wir revolutionieren also die Tiefenstruktur der Produktion und lösen damit Veränderungsprozesse auf allen Ebenen des gesellschaftlichen Lebens aus.“³⁹

Toffler beschreibt die Zukunftschance eines Ende des 20. Jahrhunderts durchstartenden⁴⁰ Prozesses der nach der Industrialisierung die Welt erneut wirtschaftlich, sozial und kulturell auf den Kopf stellt. Die >Informatisierung<⁴¹.

Wir befinden uns in einer Zeit in der Informations- und Kommunikationstechnologien zunehmend all unsere Lebensbereiche durchdringen. Gewinnung, Speicherung, Verarbeitung, Vermittlung, Verbreitung und Nutzung von Informationen und Wissen erlangen zentrale Bedeutung. Die Informationsgesellschaft läutet eine postindustrielle Ära ein, in der die Information wesentlicher Faktor der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung ist. Auch hier haben bahnbrechende technische Erfindungen Initialzündungen gegeben. Im Gegensatz zu den Erfindungen der industriellen Revolution, die die Fähigkeiten des menschlichen Körpers erweiterten, sind es aber nun

34 Toffler 1980, 273.

35 Toffler 1980, 274.

36 Toffler 1980, 276.

37 Toffler 1980, 192.

38 Toffler 1980, 195.

39 Toffler 1980, 196.

40 Die Ursprünge liegen lang vor dem Durchbruch bei wirtschaftlichen Unternehmen bspw. durch die Einfuhr von Stücklisten oder dem Austausch von Konstruktionszeichnungen.

41 Geprägt von S. Nora und A. Minc (1979).

größtenteils Werkzeuge um die Fähigkeiten des menschlichen Geistes zu erweitern.⁴² Sie teilen sich grob in drei Kategorien: der Übermittlung von Information durch den Raum spricht Kommunikation, der Übermittlung von Information durch die Zeit also die Speicherung und der geregelten Umformung von Information in Raum und Zeit durch einen Algorithmus, die Berechnung.⁴³ Die Ursprünge dieser Entwicklungen gründen auf einer Erfindung: dem Computer⁴⁴, einer programmierbaren Universal-Maschine. Angefangen mit der reinen Informationsverarbeitung durch Ein- und Ausgabe von Daten, konnten sich mit zunehmender Leistungsfähigkeit vielfältige Einsatzgebiete finden. So dienen heute bspw. Kleinrechner (B.19) zur Steuerung von Alltagsgeräten, >Personal Computer< (B.20) zur Verarbeitung von wirtschaftlichen oder privaten Informationen und Supercomputer (B.21) mitunter zur Simulation von komplexen Vorgängen. Die Bandbreite ist enorm und erweitert sich ständig. In der Gestaltung und der Produktion fand der Computer seither mit dem >CIM - computer integrated manufacturing<⁴⁵, das unter anderem aus dem >CAD - computer aided design< zum rechnerunterstützten Entwerfen und Konstruieren und dem >CAM - computer aided design< zur rechnerunterstützten Fertigung besteht, Einzug. Auch die Fertigung blieb von der Computerisierung nicht unbeeinflusst. Eine neue Generation von Produktionsmaschinen wurde erfunden. Nach Schindler besteht jeder technische Fertigungsprozess aus drei Komponenten: dem Material, der Energie und der Information. Ähnlich wie in Tofflers Wellentheorie unterscheidet er in drei Techniken. Die >Hand-Werkzeug-Technik<, in ihr geschieht die Material- und Informationsverarbeitung durch einen Menschen, die >Maschinen-Werkzeug-Technik< in der die Übertragung des Haltens und Führens des Werkstücks sowie des Werkzeugs vom Menschen auf technische Vorrichtungen stattfindet und der >Informations-Werkzeug-Technik<, in ihr wird die Steuerung des Werkstückes und des Werkzeuges auf eine technische Vorrichtung übertragen.⁴⁶ Und dieser dritten Kategorie gehören die neuen Maschinen an. Die >CNC - computerized numerical control<, die computergestützte Steuerung für Werkzeugmaschinen löste die mittels Lochkarten gesteuerte >Numerical Control< ab. Die CNC Maschinen (B.22) sind nun in der Lage mit hoher Geschwindigkeit komplexe Werkstücke mit hoher Präzision automatisch herzustellen.

42 Reas/McWilliams 2010, 17.

43 Hilbert/Lopez 2011.

44 Der erste frei programmierbare Rechner der Welt wurde vom ehemaligen Bauingenieur Konrad Zuse 1938 gebaut. Der >Z1<. Mechanische Probleme machten ihn noch unzuverlässig, deshalb gilt erst Zuses >Z3< von 1941 als erster funktionsfähiger Computer der Welt.

45 Geprägt von Joseph Harrington (1973).

46 Schindler 2008, 92.

Den nächsten großen Schritt für die Informatisierung initiierte das amerikanische Militär. Man forschte unter der Leitung des Massachusetts Institute of Technology und des US-Verteidigungsministeriums an einem dezentralen Netzwerk zur Kommunikation und zum Datenaustausch, es sollten landesweit Computer miteinander verbinden und beim Ausfall eines Knotenpunktes trotzdem funktionsfähig bleiben. 1969 gelang dies mit dem >ARPANET<, es verband erstmals Rechner an vier amerikanischen Universitäten über die Telefonleitung miteinander. Weiterentwickelt stellte man 1972 das Netzwerk erstmals der Öffentlichkeit vor und begründete so das heutige Internet. Vorerst nutzten aber nur das Militär und Universitäten das Netz, was sich 1990 mit der Freigabe zur kommerziellen Nutzung und der Erfindung des >World Wide Webs<⁴⁷ schlagartig änderte. Mittels eines Webbrowsers (B.23) konnten nun Daten von einem Webserver auf den Computer geladen und dargestellt werden. Dies stellte den Durchbruch dar der mit weiteren erfolgreichen Anwendungen, wie der E-Mail oder dem FTP zur Datenübertragung, Ende 2011 zu über 2 Milliarden Internet-Usern weltweit⁴⁸ führte. Auch hier reicht der Anwendungsreichtum scheinbar unendlich und erreicht nahezu alle Gesellschaftsschichten. Für viele Experten brachte das Internet die größten Veränderungen des Informationswesens seit des Buchdruckes mit großen Folgen für den Alltag des Menschen. War der Nutzer zu Anfang primär Konsument, stellt sich heute zunehmend eine gestaltende Rolle für ihn ein. Das >Web 2.0<⁴⁹ denkt heute das Internet als offene Plattform neu und dient bspw. in der Form von Web-Logs oder >Blogs< als Sprachrohr der Gesellschaft. In Finnland wurde 2010 der Internetzugang zum Grundrecht und in Entwicklungsländern wird ihm eine wichtige Vermittlerrolle in der Demokratisierung zugesagt.

Die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien geben der Gesellschaft Möglichkeit, Prozesse demokratisch mitzugestalten und der Produktkreislauf kann einer dieser Prozesse sein. Wenn dieser Kreislauf zuvor eher als Linie beschrieben werden kann, vom Auftrag zur Gestaltung zur Produktion zum Vertrieb zum Konsum zum Gebrauch zur Verwertung, ist es nun ein Kreis, der möglichst offen agiert. Wurden die Querverbindungen im Sinne der Arbeitsteilung bislang minimiert, geht es heute um ein Miteinander aller Akteure. Doch was würde das verändern? In den letzten Jahren

47 Das WWW, ein Hypertext-System, wurde 1989 von Tim Berners-Lee an der Forschungseinrichtung CERN entwickelt, mit der ursprünglichen Idee den Austausch von Forschungsergebnissen mit Kollegen zu erleichtern.

48 Laut <http://www.internetworldstats.com/stats.htm> (Stand:05.03.2011).

49 Geprägt von D. Dougherty und C. Cline (2004).

durchzogen die Gesellschaft viele existentielle Veränderungen, das Verhältnis zu Raum und Zeit, die physische Natur der Objekte und das Individuum selbst wurden hinterfragt und führten zu einem neuen Grad an Freiheit.⁵⁰ Größere Freiheit öffnet Grenzen, Gegensatzpaare wie Mensch und Maschine, Geist und Computer, Materien und Daten, real und virtuell oder künstlich und natürlich erscheinen nicht mehr so absolut.⁵¹ Auch die Produkte selbst verändern sich. Wenn die letzten Jahrzehnte, laut den Designern von >Troika<, eine Flut an unnützen und nicht benötigten industriellen Artefakten zurück gelassen haben, gilt es, dem heute entgegenzuwirken.⁵² Das neue Credo muss nach Paola Antonelli, der Chefkuratorin für Architektur und Design am MoMA in New York, lauten: Wir brauchen nicht mehr, sondern weniger und bessere Produkte, die, mit dem Vorbild der Natur, einen ökonomischeren Energie- und Materialhaushalt durchsetzen.⁵³ Doch was wird davon wirklich benötigt? Die Bedürfnisse des Menschen sollen statt dem Objekt wieder in den Fokus der Gestaltung geraten, und die Öffnung dieser Prozesse kann dies bewirken.⁵⁴

Bereits 1914 setzte sich Henry van de Velde, ein belgisch-flämischer Architekt und Künstler, für die Individualität im Gegensatz zu einer generellen Standardisierung ein. Er erkannte damals, dass die Produktpalette zwar sehr groß war aber die konkreten Wünsche der Konsumenten oft dennoch verfehlt wurden. Das Eigenständige sah er als Grundbedürfnis des Menschen. Bestrebungen zur Individualisierung gab es fortan häufiger. Da sie mitunter auch kommerziell erfolgsversprechend schienen, kreierte man neben den Massenprodukten zahlreiche Fabrikate bei denen der Kunde einen Teil mitgestalten konnte. Die >Mass customization< zog in die Warenwelt ein und versprach über Kundengespräche oder Konfiguratoren (B.24) die Möglichkeit der kundenindividuellen Anpassung von Massenartikeln. Erste Produkte wie bspw. der >VW Beetle< (B.25) erlaubten dem Kunden gewisse Elemente aus einem vorgegebenen Sortiment selbst auszuwählen, um eigene Kombinationen zu kreieren und hatten so durchschlagenden Erfolg. Ein Paradebeispiel wäre auch das Computerunternehmen >Dell< (B.26), die Firma hat das Konzept revolutioniert und perfektioniert. Über das Internet erstellte Unikate werden massenhaft produziert. Eine Voraussetzung für den Erfolg der Mass customization ist, dass die Produkte den Preis ihrer nicht-individualisierten Konkurrenz nicht

50 Antonelli 2008, 16.

51 Hunt 2005.

52 Freyer 2008, 11.

53 Antonelli 2008, 22.

54 Antonelli 2008, 22.

überschreiten dürfen. Dies konnte nur erreicht werden, wenn die Produktion dafür ebenfalls automatisiert abläuft. Das CAM bot mit den CNC Maschinen diese Möglichkeit, die Maschinen konnten nun ohne Mehraufwand permanent unterschiedliche Ergebnisse produzieren. Die Mass customization wurde bisher, bis auf Ausnahmen, primär von den Unternehmen nur als Erweiterung ihres Sortiments vorangetrieben, als neuartige Strategie konnte sie die generelle industrielle Gangart bis jetzt nur wenig beeinflussen.⁵⁵

Und so hat sich auch für den Konsumenten noch nicht viel verändert. Laut Ronen Kadushin entscheiden nach wie vor die Produzenten über die meisten Aspekte eines Produkts, sie entscheiden was und wie etwas den Konsumenten erreicht. Diese Veränderung meinen heute eine Gruppe junger Designer durchsetzen zu können.⁵⁶ Und zwar mit der Einführung eines Konzepts, das in anderen Bereichen schon gängige Praxis ist. Verwurzelt in der Welt der Computer Software beginnt sich dieses Phänomen nun nahezu über alle Bereiche der menschlichen Produktion auszubreiten und erreicht nun auch das Design: Das Konzept der >open source<⁵⁷. Es entspringt dem Interesse an einem dezentralisierten Zugang zu Wissen und der zugrunde liegenden Idee, dass mehrere Köpfe klüger sind als einer. Es schlägt der emanzipative Geist der >DIY - do it yourself< Bewegung⁵⁸ mit, einer in den 1950ern gegründeten zunehmend kritischen Konsumentengruppe die es Leid war, dem Industriediktat zu folgen. Damals noch als Kultur des Amateurs bezeichnet, ist die international-vernetzte open source Bewegung nun durchaus mit Experten besetzt. Das Betriebssystem >Linux<⁵⁹ (B.27), einem der Vorreiter dieser Idee, zeigt dies und die daraus resultierenden neuen Möglichkeiten weitreichend auf. Mit anderen Programmen legte man erstmals den Code der Software offen. Es gab insofern keine direkten Autoren sondern wurde hier von der versierten Internetgemeinschaft miteinander entwickelt. Heute ist daraus ein konkurrenzfähiges frei vertriebenes Produkt gereift. Viele der erfolgreichsten Beispiele kommen nach wie vor aus dem Software-Lager, oft mit der Motivation Alternativen zur bestimmenden Industrie zu schaffen und größere Freiräume zu kreieren. Heute breiten sich diese Applikationen brandfeuerartig in der Gesellschaft aus. Viele nutzen schon Programme wie

55 Vgl. Kirkham.

56 Kadushin 2010.

57 Geprägt von C. Peterson (1998).

58 Ähnlich dem Arts and Crafts Movement sah man die eigene Kraft als Triebfeder für Veränderungen.

59 Der Linux Betriebssystemkern wurde 1991 vom Programmierer Linus Torvalds initiiert.

bspw. >Mozillas< Webbrowser >Firefox< oder >OpenOffice<. Doch auch andere Zweige ziehen nach, so gibt es z.B. schon >OpenCola< (B.28), dessen Rezept frei zugänglich ist. Der Verzicht auf das Urheberrecht und die Offenlegung der Quelle stellen eine soziale Revolution dar, die viele alte Industrien überflüssig macht.⁶⁰

Die geschlossene Gesellschaft ist, laut Gabrielle Kennedy, gescheitert und ebenso die geschlossene Gestaltung. Das Design muss die Mitschuld an einigen Problemen unserer Zeit akzeptieren, doch viel wichtiger, muss es die Möglichkeit erkennen, zur Lösung dieser einen Beitrag leisten zu können.⁶¹ Das >Open source design< oder kurz >Open design< erkennt dies an und will kollaborativ das Leben im Hier und Jetzt verbessern.⁶² Im Gegensatz zur traditionellen Sicht, in der der Nutzer für das Produkt bezahlt und mit ihm lebt, der Gestalter das Produkt erdenkt und der Auftraggeber das Produkt herstellt und vertreibt, steht Open design für einen gemeinschaftlichen demokratischen Entstehungsprozess.⁶³ In dem erstens globalisiert, die Produkte für Jedermann zugänglich sind und regionalisiert, die Herstellung passiert, und zweitens ressourcenschonend, nur die direkte Nachfrage zur Produktion führen soll.

Das ehemalige Designduo Vogt+Weizenegger setzte hier 1993 einen ersten Fuß in die Tür. Sie vertraten die Meinung, dass Design-Möbel generell teurer sind, weil sie kostenaufwändig produziert werden, um vor Imitation zu schützen. Sie beschlossen daraufhin, auf das >Copyright< zu verzichten, um dessen implizierte Preiserhöhung zu umgehen. Das Projekt >Blaupause< (B.29) war ihr erstes Ergebnis aus dieser Idee. Es bestand aus einer Möbel-Familie, die sie nicht als Produkt sondern als Plan verkaufen. Anleitungen konnten um circa 40 deutsche Mark zur eigenständigen Fertigung erworben werden. Le Van Bo, ein Berliner Designer, folgt dieser Idee mit dem Motto >konstruieren statt konsumieren<, sozial motiviert vertreibt er seine >Hartz IV Möbel< ebenfalls als Bauplan. Der Name seines >24 Euro Stuhl< (B.30) leitet sich von den Materialkosten ab, für den Plan verlangt er kein Geld.

Die Gestalter beider Konzepte legen es ausdrücklich offen, dass die Entwürfe frei verändert und interpretiert werden können. Die Kontrolle über das Aussehen des Endprodukts übergeben sie dem Erbauer. Die Miteinbeziehung des Nutzers ist Kern des Konzepts. Ihrer Meinung nach muss nachhaltiges Design auch anpassungsfähig sein. Der Designer entwickelt einen Handlungsraum bzw. Meta-design, in bzw. an dem der

60 Antonelli 2008, 157-158.

61 Kennedy 2011, 125.

62 Margolin 2006, 39.

63 Stappers 2011, 147.

Nutzer seine Vorstellungen verwirklichen kann. Die Gestaltungsaufgabe des Designers verlagert sich hierbei vor allem auf die Gestaltung des Prozesses. Als Ergebnis der gemeinschaftlich-gedachten Produktentwicklung erweitern sich die Rollen der Beteiligten. Teil-Gestalter, Teil-Forscher, Teil-Moderator, Teil-Vermittler und Teil-Prozessmanager sind bspw. die mit den anderen Protagonisten überschneidenden erweiterten Aufgaben des Designers im interagierenden Entwicklungsverlauf.⁶⁴

Ähnliche Entwicklungen brachte bereits das funktionalistische Design der Moderne hervor. Gerrit Rietveld meinte, dass gutes Design für Jedermann zugänglich sein sollte. 1934, als Europa noch in den Fängen der Wirtschaftskrise war, entwarf er den deshalb >Crate chair< (B.31). Ebenfalls als Teil einer Möbelreihe, entwickelte er ihn aus den Bestandteilen weggeworfener Holzkisten, die damals üblicherweise zur Verschiffung von Waren verwendet wurden. Die Objekte vertrieb er kostengünstig⁶⁵ als Bausatz mit Material und Plan. Diese Produkte konnten sich damals aber noch nicht weitläufig durchsetzen, die Reichweite des Vertriebs war einfach noch zu kurz. Heute können durch das Internet Menschen global erreicht werden. Doch laut Joris Laarman, einem niederländischen Designer, gab es noch ein weiteres Problem. Nur Wenige konnten mit der Information aus den Plänen überhaupt etwas anfangen. Es fehlte schlichtweg an einem ausreichenden Netzwerk an fähigen Handwerkern, die diese Objekte bauen konnten.⁶⁶ Dieses Problem ist heute im Begriff sich aufzulösen.

Nicholas Negroponte schrieb 1998, „[...] Face it - the Digital Revolution is over. Yes, we are now in a digital age [...]“.⁶⁷ Heute beruft sich Dries Verbruggen vom >Unfold Design Studio< darauf, und meint mit dem >post digital age<, wenn man sich am Anfang der digitalen Revolution noch für ein dafür oder dagegen entscheiden konnte, ist dies heute gar nicht mehr relevant. Im Gegensatz dazu stellt sich eher die Frage das Digitale wieder zu analogisieren. Diesen Link schafft die >digitale Fabrikation<. Sie übersetzt digitale Daten von zweidimensionalen Zeichnungen und dreidimensionalen Modellen in physikalische Objekte. Subtraktive Verfahren wie bspw. das zweidimensionale Laser-cutten oder das zwei- und mehrachsige CNC-fräsen stellen den Anfang dar, sie arbeiten aus Platten und Blöcken die Modelle heraus. Ihr Einsatz ist jedoch durch ihr Verfahren

64 Stappers 2011, 147.

65 Heute ist der Crate chair ein Klassiker und um 960Euro zu erwerben. Laut <http://www.rietveld-shop.com/collection-34.html> (Stand:08.03.2012).

66 Joris Laarman, zit. n. Kennedy 2011, 121.

67 Negroponte 1998.

beschränkt. Die direkte Übersetzung brachten >Rapid Verfahren<⁶⁸. Ihre Arbeitsweise ist additiv, was bedeutet, dass sie Modelle Schicht für Schicht aus flüssigen oder pulverförmigen Materialien durch Hinzufügen oder Verschmelzen aufbauen. Ihre Besonderheit ist, Hohlräume, Hinterschneidungen oder Überstände herstellen zu können und so nahezu mit keinem Modell überfordert zu sein.⁶⁹ Ursprünglich im Prototypenbau verwendet, sind die Verfahren wie das selektive Lasersintern, die Stereolithografie oder das 3D Printen (B.32) mittlerweile durchaus ausgereift, um in der Großproduktion Einsatz zu finden. Im sogenannten >Rapid manufacturing< werden die Maschinen bereits für die Massenfertigung eingesetzt. Aber auch diese Verfahren haben noch Beschränkungen, einerseits durch maximale Größenvorgaben der Produkte und andererseits durch den noch hohen Preis der Industriemaschinen. Dennoch überwiegen die vielen Vorteile, wie die hohe Komplexität, Feinheit, Präzision, hohe Wirtschaftlichkeit und die Materialökonomie.⁷⁰ Zudem arbeitet die Forschung an der Verbesserung der Technologien, und da sie im Gegensatz zu den subtraktiven Verfahren nur durch ihren aktuellen Entwicklungsstand beschränkt sind ist es absehbar, dass die Nachteile bald aus der Welt geräumt werden.

Die soziale Emanzipation formte eine Kultur des >hacking<. Im Gegensatz zum vorher entstandenen Softwarehacking geht es nun aber um die Hardware. Computer, Elektrogeräte, Maschinen und sogar Möbel werden zerlegt und nach den eigenen Ideen modifiziert. Die industriellen Instruktionen werden außer Acht gelassen oder neu interpretiert. Man entwickelt neue eigenständige Projekte und teilt diese mit der Internetgemeinschaft. Millionen von >How to< Videos lassen sich im Internet bereits finden und täglich werden es mehr. Das Selbermachen ist Hochkultur und macht vor keinem Bereich Halt. So befinden sich auch schon Anleitungen für CNC-Maschinen darunter. Kleinunternehmern wie die >MakerBot Industries< haben sich aus dieser Bewegung heraus erfolgreich selbstständig gemacht, sie bieten bspw. 3D Printer wie den >Thing-O-Matic< (B.33) bereits um 1099 Dollar⁷¹ für den Heimgebrauch an. Der >RepRap<, ein reiner open source 3D Printer, ist sogar schon zum halben Preis zu erstellen. Die Maschinen stehen den Industriemaschinen technisch noch hinterher, aber auch hier wird an der Verbesserung gearbeitet. Generell sind sie jedoch schwer zu vergleichen, da die Adressaten der Produkte andere sind. Bei den DIY-Entwicklern sind es die >Maker<.

68 Erste Rapid Verfahren wurden in den 1980ern entwickelt.

69 Vgl. Reas/McWilliams 2010, 39.

70 Hauschild/Karzel 2010, 46-47.

71 Laut <http://store.makerbot.com/thing-o-matic-kit-mk7.html> (Stand:08.03.2012).

Sie nennen die Maschinen >Fabber< und bekommen eine immer größere Anhänger-schaft. In den USA werden vereinzelt alte Garagen bereits zu Kleinfabriken umfunktio-niert. Ein Netz aus unabhängigen Heimfabriken ist im Entstehen. Als Vordenker der freien Hardware-Bewegung gilt Neil Gershenfeld, Leiter des >Center for Atoms and Bits< am MIT. 2002 eröffnete er das erste von ihm erdachte >FabLab<, das in kürzes-ter Zeit weltweit zusätzliche Standorte fand. Die Fabrikationslaboratorien sind offene, demokratische High-Tech-Werkstätten für Jedermann. Sozial motiviert, stellen sie Pri-vatpersonen industrielle Fertigungsverfahren zur einfachen Anfertigung von individu-alisierten Einzelstücken oder nicht mehr verfügbaren Ersatzteilen zur Verfügung. Im deutschsprachigen Raum gab es mit Dezember 2011 neun FabLabs⁷². Doch sind es auch vermehrt Standorte, bei denen der Zugang zu diesen Technologien sonst eher schwie-rig wäre. In Indien, Asien oder Afrika (B.34) unterstützen die Laboratorien die Bevölke-rung bereits dabei lokale Probleme zu lösen und die Lebensqualität zu erhöhen.

Gershenfeld sieht in diesen Entwicklungen Ähnlichkeiten zum PC. Die Tatsache, dass jeder einen Computer zuhause hat, war früher unvorstellbar, doch ist es heute Re-alität. Der >Personal fabricator< ist für Gershenfeld die nächste Revolution deren Aus-wirkungen er um ein noch Drastischeres vorraussieht. War es vorher die digitale Welt der Bits die personalisiert wurde, ist es mit dem PF die physische Welt der Atome.⁷³ Sind es auch heute noch großteils technik-versierte Maker die in FabLabs, bei Online-Anbietern oder anderen Institutionen Objekte drucken, stimmen ihm viele Experten zu, dass in ein paar Jahren solche Heimdrucker in unseren Haushalten Platz finden werden. Produkte könnten online gekauft und zu Hause produziert werden. Jeder Haushalt wäre so eine Fabrik. Dies hätte viele Vorteile bspw. müssten die Produkte nicht mehr welt-weit transportiert werden, was großen ökologischen Einfluss hätte. Der heutige Stand der Dinge ist jedoch noch weit hinterher. Vor allem die Entwicklung von nachhaltigen Materialien steht noch weitgehend an. Dennoch sind die Fabber mögliche Vorboten dieser Zukunft. Auch Onlineplattformen für downloadbare 3D Modelle bestehen be-reits. >Thingiverse.com< (B.35), das Universum der Dinge, bietet bspw. bereits unzählige druckbare Modelle an. Jeder kann frei Modelle rauf- und runterladen.

Im Design zeichnen sich bereits ähnliche Entwicklungen ab, bspw. stellte >Droog Design< auf dem >Salone Internazionale del Mobile< 2011 in Mailand eine Online Platt-form namens >Design for Download< vor. Bei diesem Projekt sollen bereits alle Glieder

72 Laut <http://de.wikipedia.org/wiki/FabLab> (Stand:12.03.2012).

73 Gershenfeld 2005, 3.

der Möbelproduktionskette abgedeckt werden.⁷⁴ Der Zugang zum Open design ist breit und die Möglichkeiten vielschichtig, aber alle Entwickler denken dabei an einen neuen personalisierten Produktkreislauf. Die Gestaltung, die Produktion und der Vertrieb von Produkten nehmen darin neue Positionen ein. Begründet mit der Notwendigkeit Design zu erschaffen, das aktiv Probleme löst und mit dem Motor der neuen Technologien, ar-beiten Designer heute an der, laut Tommi Latitio, ultimativen Design-Herausforderung unserer Zeit, der Welt und ihren teils-fehlgeleiteten Verwicklungen. Die Art und Weise wie wir essen, uns fortbewegen, konsumieren und mit anderen interagieren, macht die Welt zu dem, was sie ist. Und heute verlangen die Ergebnisse daraus eine Wende, die mit traditionellen Methoden nicht zu bewerkstelligen ist. Eine einzige Lösung kann hier nicht mehr gefunden werden, es Bedarf vieler gleichzeitig. Open design glaubt einen Teil dieser Aufgaben beantworten zu können.⁷⁵ Es steht für den Paradigmenwechsel vom >all for one and one for all< zum >all for all and one for one<. Die Durchsetzung dieser Bestrebungen hängt jedoch vom Nutzer ab. Er muss die Möglichkeiten sehen und für sich wahrnehmen. Die Gegenwart zeigt das Aufkommen dieser aktiven Konsumenten. Die sogenannten >net natives< ” [...] akzeptieren immer weniger standardisierte Produkte, weil sie in ihrem Kommunikationsverhalten anders sozialisiert wurden“⁷⁶ , meint Frank Piller. Die neuen Prosumenten erwachsen aus den Möglichkeiten des Inter-nets und beleben alte sozialistische Werte wie die Gemeinschaft, die Kooperation und die klassenlose Leistungsgesellschaft wieder.⁷⁷ ”Wie die Generation der toten Revoluti-onäre haben auch wir die Aufgabe, unser Geschick zu formen.“⁷⁸ Ausgang offen.

74 Croci 2011.

75 Vgl. Latitio 2011, 192.

76 Frank Piller, zit. n. Brackel 2011.

77 Vgl. Erez 2011.

78 Toffler 1980, 441.

Bücher

- Freyer, Conny (Hg.): Digital by design - crafting technology for products and environment, London 2008.
- Gershenfeld, Neil: Fab - the coming revolution on your desktop - from personal computers to personal fabrication, New York 2005.
- Hauschild, Moritz; Karzel, Rüdiger: Digitale Prozesse - Planung - Gestaltung - Fertigung, München 2010.
- Kennedy, Gabrielle: Joris Laarman`s experiments with open source design, in: Open design now - how design cannot remain exclusive, Amsterdam (Abel, Bas van (Hg.)) 2011, S.118-127.
- Laitio, Tommi: From best design to just design, in: Open design now - how design cannot remain exclusive, Amsterdam (Abel, Bas van (Hg.)) 2011, S.190-201.
- Polster, Bernd: Disegno, Dessin, Design, in: Das Designbuch - 1 Jahrhundert 400 Designer 1000 Objekte, Augsburg (Abendroth, Uta (Hg.)) 1999, S.417-421.
- Reas, Casey; McWilliams Chandler: Form + code in design, art and architecture, New York 2010.
- Stappers, Pieter Jan: Creation & co:user participation in design, in: Open design now - how design cannot remain exclusive, Amsterdam (Abel, Bas van (Hg.)) 2011, S.140-151.
- Toffler, Alvin: Die dritte Welle - Zukunftschance - Perspektiven für die Gesellschaft des 21.Jahrhunderts, München 1980.

Ausstellungskataloge

- Antonelli, Paola: Design and the Elastic Mind, in: Design and the elastic mind, Ausstellung New York (Museum of Modern Art) 2008, Katalog New York (Hruska, Libby; Roberts, Rebecca (Hg.)) 2008, S.14-27.
- Antonelli, Paola: All together now!, in: Design and the elastic mind, Ausstellung New York (Museum of Modern Art) 2008, Katalog New York (Hruska, Libby; Roberts, Rebecca (Hg.)) 2008, S.157-159.
- Margolin, Victor: Vogt + Weizenegger und die postkapitalistische Avantgarde, in: V+W Design_matrix, Ausstellung Herford (MARTa Herford) 2006, Katalog Berlin (Marta Herford(Hg.)) 2006, S.38-47.

Zeitschriften

- Schindler, Christoph: Die Mittel der Zeit - Herstellungsinnovationen im Holzbau, in: Arch+, (2008), 188, S.92-95.

Internetveröffentlichungen

- Brackel, Benjamin von: Mach`s dir selbst, <http://www.freitag.de/datenbank/freitag/2011/33/mach-s-dir-selbst/print>, (Stand:13.03.2012).
- Croci, Valentina: Download for design (13.06.2011), <http://www.domusweb.it/en/design/download-for-design/>, (Stand:10.01.2012).
- Green, Lee: Good design is good business, <http://www.ibm.com/ibm100/us/en/icons/gooddesign/>, (Stand:28.02.2012).
- Gropius, Walter: Bauhaus-Manifest (1919), http://www.kunstzitate.de/bildendekunst/manifeste/bauhaus_1919.htm, (Stand:27.02.2012).
- Hilbert, Martin; Lopez, Priscila: How to measure the world`s technological capacity to communicate, store and compute information? (2011), <http://www.martinhilbert.net/HilbertLopez%20InfoCapacityMethod.pdf>, (Stand:05.03.2012).
- Hunt, Jamer: A manifesto for postindustrial design (12.2005), http://dcrit.sva.edu/wp-content/uploads/2005/12/Manifesto_Jamer_Hunt.pdf, (Stand:10.01.12).
- Kadushin, Ronen: Open design manifesto (09.2010), <http://www.ronen-kadushin.com/uploads/2440/Open%20Design%20Manifesto-Ronen%20Kadushin%20.pdf>, (Stand:10.01.2012).
- Kirkham, Pat: Mass production, http://www.moma.org/m/explore/collection/art_terms/10114/0/o.iphone_ajax?klass=term, (Stand:23.01.2012).

Internetveröffentlichungen

- Mitchell-Turgeon, Judy-Ann: Products designed to fail (25.10.2011), <http://theconcordian.com/2011/10/25/products-designed-to-fail/>, (Stand:23.01.2012).
- Negroponte, Nicholas: Beyond digital (06.12.1998), <http://www.wired.com/wired/archive/6.12/negroponte.html>, (Stand:24.01.2012).
- Erez, Tal: Design 2.0 (01.02.2011), <http://www.talerez.com/texts/design-2-0/>, (Stand:15.11.2011).

Audiovisuelle Medien

- Dannoritzer, Cosima: Kaufen für die Müllhalde, Frankreich 2010.

Bücher (ergänzend)

- Abel, Bas van (Hg.): Open design now - how design cannot remain exclusive, Amsterdam 2011.
- Abendroth, Uta (Hg.): Das Designbuch - 1 Jahrhundert 400 Designer 1000 Objekte, Augsburg 1999.
- Reas, Casey; Fry, Ben: Processing - a visual handbook for visual designers and artists, Cambridge 2007.
- Iwamoto, Lisa: Digital fabrications - architectural and material techniques, New York 2009.

Ausstellungskataloge (ergänzend)

- Design and the elastic mind, Ausstellung New York (Museum of Modern Art) 2008, Katalog New York (Hruska, Libby; Roberts, Rebecca (Hg.)) 2008.
- Joe Colombo - Die Erfindung der Zukunft, Ausstellung Mailand (Triennale di Milano) 2005; Weil am Rhein (Vitra Design Museum) 2006; u.a., Katalog Ditzingen (Kries, Mateo; Vegesack, Alexander von (Hg.)) 2005.
- V+W Design_matrix, Ausstellung Herford (MARTa Herford) 2006, Katalog Berlin (Marta Herford(Hg.)) 2006.

Internetveröffentlichungen (ergänzend)

- Antonelli, Paola: States of design 03 - tinkering (04.06.2011), <http://www.domusweb.it/en/design/states-of-design-03-thinkering-/>, (Stand:25.10.2011).
- Davies, Russel: Not just electronics... - post digital ramblings (2011), http://www.mu.nl/public/file/After%20the%20Bit%20Rush/MU_Russell-Davies_Essay.pdf, (Stand:25.01.2012).
- Hinchy, Madeleine: Design for download - an interview with droog`s Agata Jaworska (16.08.2011), <http://blog.vogueliving.com.au/2011/08/16/design-for-download-an-interview-with-droogs-agata-jaworska/>, (Stand:09.02.2012).
- Lomèe, Thomas: Open source design 05 - the esperanto of objects (28.06.2011), <http://www.domusweb.it/en/design/open-source-design-05-the-esperanto-of-objects/>, (Stand:02.11.2011).

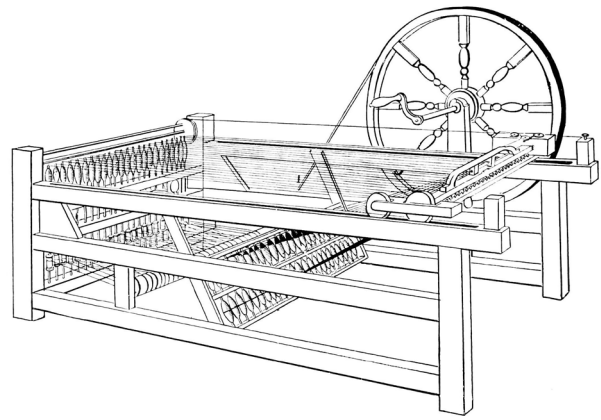
Audiovisuelle Medien (ergänzend)

- Hustwit, Gary: Objectified, USA 2009.

all for all and one for one

- Bildindex

B.2



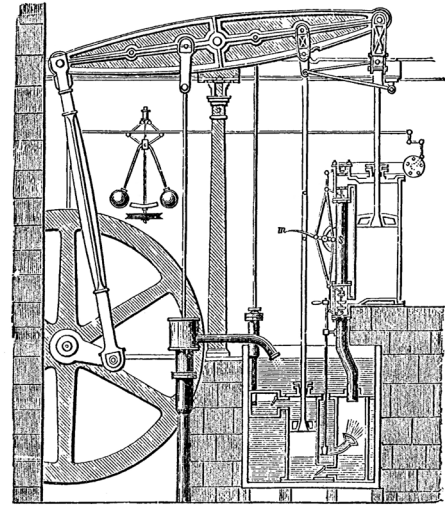
+ Spinnmaschine von James Hargreaves

B.4



+ Stuhl 214 von Michael Thonet

B.1



+ Dampfmaschine von James Watt

B.3



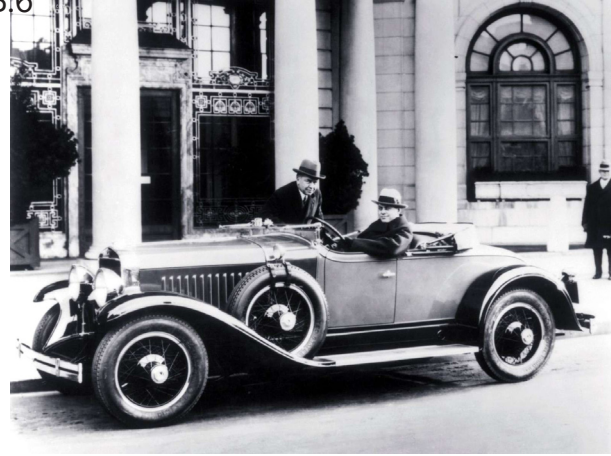
+ One Dollar Watch von Robert H. Ingersoll

B.5



+ Modell T von Henry Ford

B.6



+ 1927er Chevrolet Lasalle von Harley Earl

B.8



+ Tisch Schröder von Gerrit Rietveld

B.10



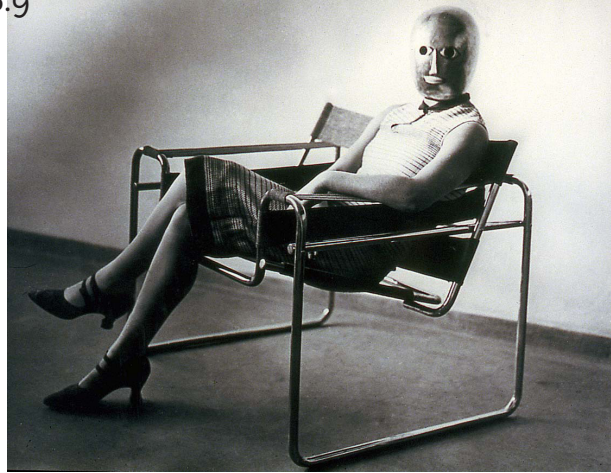
+ Rasierer für Schick von Raymond Loewy

B.7



+ Maschinemöbel von Richard Riemschmid

B.9



+ Stuhl Wassily von Marcel Breuer

B.11



+ Plastic Side Chair von Charles und Ray Eames

B.12



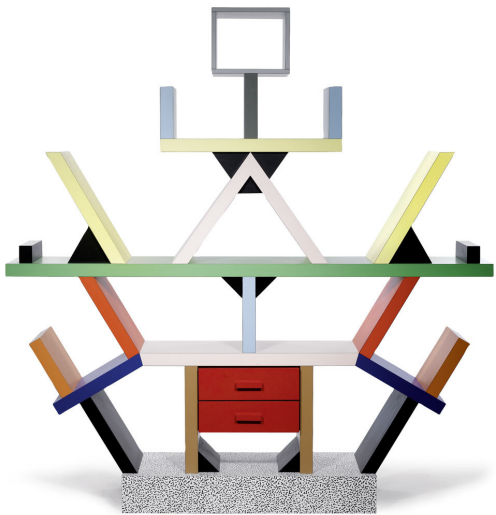
+ Tulip Chair von Eero Saarinen

B.14



+ Tisch Loevet von Ikea - erste Selbstmontage

B.16



+ Carlton cabinet von Ettore Sottsass

B.13



+ Eröffnung der IKEA Filiale in Stockholm 1963

B.15



+ S chair von Verner Panton

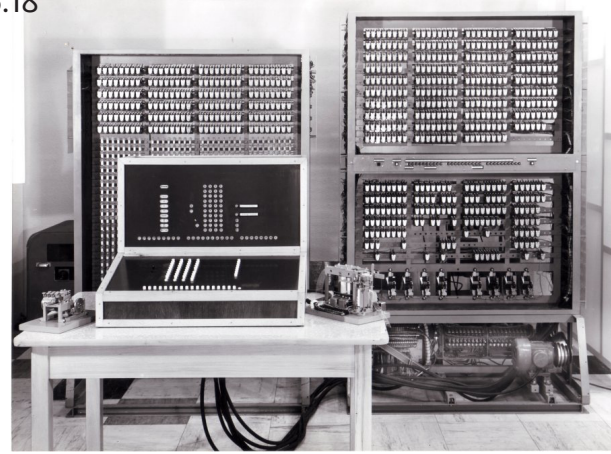
B.17



+ Consumer's Rest Lounge Chair von Stilleto

all for all and one for one

B.18



+ Rechner Z3 von Konrad Zuse

B.20



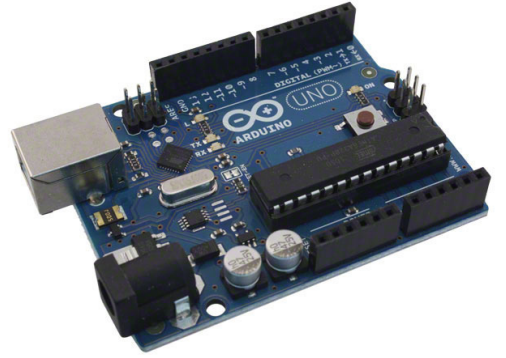
+ Apple II von Steve Wozniak ab 1977

B.22



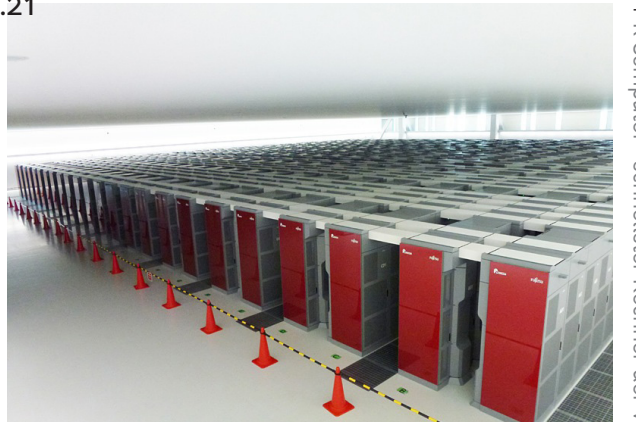
+ CNC Maschine - zur Holzverarbeitung

B.19



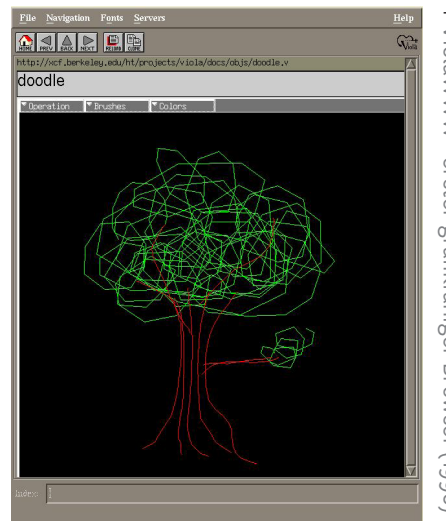
+ Arduino - open source Kleinrechner

B.21



+ K Computer - schnellster Rechner der Welt (2011)

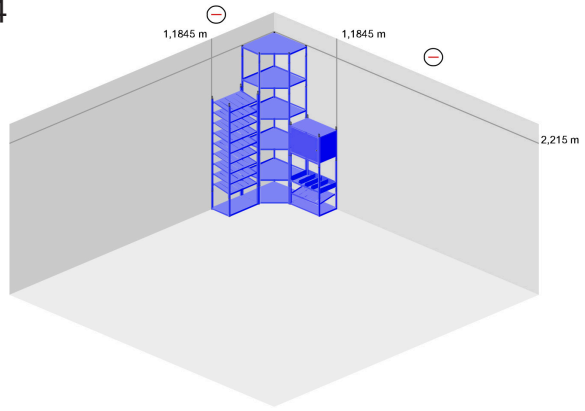
B.23



+ ViolaWWW - erster grafikfähiger Browser (1990)

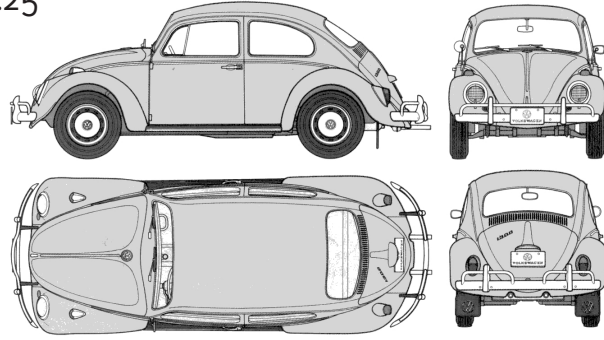
+

B.24



+ Regal Konfigurator von Keller-Kalmbach

B.25



+ VW Käfer - teil-individualisierbar

all for all and one for one

B.30



+ 24 Euro Stuhl von Le Van Bo



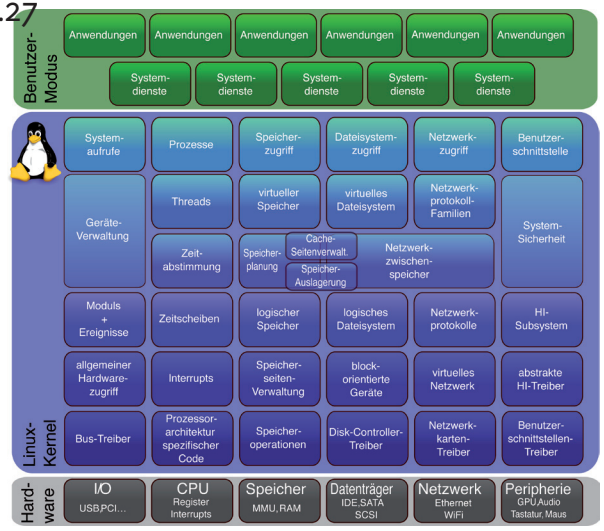
+ Crate chair von Gerrit Rietveld

B.26



+ Dell Laptop - Mass customized

B.27



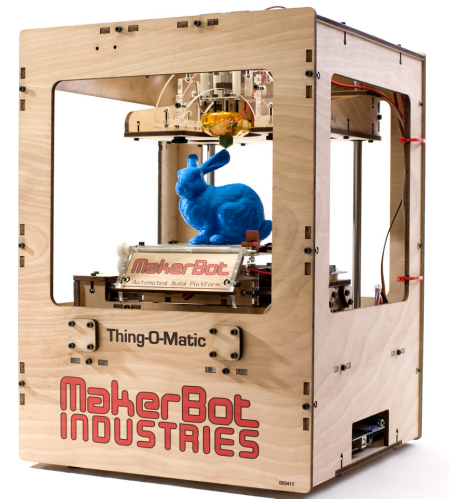
+ Struktur des Linux Kernels

B.32



+ Industrieller 3D Printer

B.33



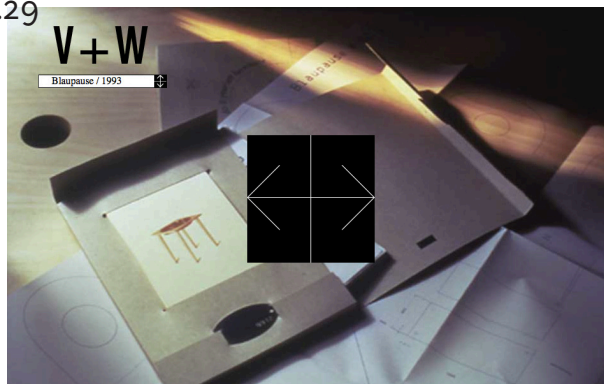
+ Thing-O-Matic von MakerBot Industries

B.28



+ Geschmackszutaten von OpenCola

B.29



+ Blaupause von Vogt+Weizenecker

B.34



+ Mobiles FabLab in Südafrika

B.35



+ Trillerfeife - ein freies Objekt von Thingiverse

- B.1** (Stand: 23.02.2012)
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/70/SteamEngine_Boulton%26Watt_1784.jpg
- B.2** (Stand: 23.02.2012)
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/eo/PSM_V39_D306_Hargreave_improved_spinning_jenny.jpg
- B.3** (Stand: 23.02.2012)
http://www.antique-pocket-watch.com/image-files/ingersoll_dpwi.jpg
- B.4** (Stand: 24.02.2012)
http://www.thonet.de/de/150jahre-bugholzstuhl-214.html - 214_Teile_download.jpg
- B.5** (Stand: 24.02.2012)
<http://wettengl.info/Blog/Dokumente/Do41-Model%20T-Assembly-Henry%20Ford.jpg>
- B.6** (Stand: 24.02.2012)
http://www.netcarshow.com/cadillac/1927-lasalle/1600x1200/wallpaper_01.htm
- B.7** (Stand: 27.02.2012)
http://www.titel-magazin.de/data/images/20_overlay_22863_0.jpg
- B.8** (Stand: 27.02.2012)
<http://www.malikkallery.com/images/product-hirez/details/mc-t-1603/MC-T-1603.jpg>
- B.9** (Stand: 27.02.2012)
<http://dailyknickerbocker.com/wp-content/uploads/2011/02/Wassily-Chair.jpg>

- B.10** (Stand: 27.02.2012)
http://imgo.etsystatic.com/il_fullxfull.97163680.jpg
- B.11** (Stand: 28.02.2012)
<http://www.vitra.com/de-de/home/products/eames-plastic-side-chair-dsx-d/gallery/#/17/oc5df09bb138a06.jpg>
- B.12** (Stand: 28.02.2012)
http://www.mattblatt.com.au/files/product/images/1585/tulip_fibre5.jpg
- B.13** (Stand: 01.03.2012)
http://www.ikea.com/ms/de_DE/img/about_ikea/press_room/PR_images/kungens-kurva-schlange.jpg
- B.14** (Stand: 02.03.2012)
http://www.focus.de/fotos/tisch-loevet-----1956-erstes-ikea-moebel-zur-selbstmontage-mit_mid_452535.html
- B.15** (Stand: 02.03.2012)
<http://cmcdesignstudio.com/blog/wp-content/uploads/2011/02/panton-chair1.jpg>
- B.16** (Stand: 01.03.2012)
http://www.kollerauktionen.ch/images/Auktion/g46/g46high-res/298_1.jpg
- B.17** (Stand: 02.03.2012)
<http://4.bp.blogspot.com/-XPXaW8Hq7zQ/Tt6llqjQC-I/AAAAAAAAAIM/bzRUDolpoic/s1600/frank+schreiner+consume+rs+rest+chair+godsavedaism.JPG>
- B.18** (Stand: 03.03.2012)
http://www.horst-zuse.homepage.t-online.de/_wp_generated/wpf8f307b6.jpg

- B.19** (Stand: 05.03.2012)
<http://media.digikey.com/Photos/Arduino/A000046.jpg>
- B.20** (Stand: 05.03.2012)
http://dl.maximumpc.com/galleries/25oldpcs/apple_ll_01_full.jpg
- B.21** (Stand: 05.03.2012)
<http://gigglehd.com/zbxe/6424792>
- B.22** (Stand: 05.03.2012)
<http://image.made-in-china.com/4fojoopCNEWtOsaDuT/CNC-Woodworking-Machine-with-Rotary-Axis-FC-1325AY-.jpg>
- B.23** (Stand: 05.03.2012)
<http://www.techcn.com.cn/uploads/201008/1282660428uikDwoix.jpg>
- B.24** (Stand: 06.03.2012)
<http://www.keller-kalmbach.at/index.php?id=246&L=0>
- B.25** (Stand: 06.03.2012)
<http://autoautomobiles.narod.ru/autoautomobiles/volkswagen/volkswagen-beetle-1300-1963.gif>
- B.26** (Stand: 06.03.2012)
<http://www.laptopcomputers.co.nz/wp-content/uploads/2012/02/Dell-Laptops.jpg>
- B.27** (Stand: 06.03.2012)
http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Linux_Kernel_Stuktur.svg&filetimestamp=20091107100810
- B.28** (Stand: 07.03.2012)
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ee/OpenCola_Ingredients.jpg/1024px-OpenCola_Ingredients.jpg

- B.29** (Stand: 07.03.2012)
http://www.hermannaugustweizenegger.de/v_w.php?id=62
- B.30** (Stand: 08.03.2012)
http://4.bp.blogspot.com/_nkzDf_4DpO4/S8YlazCAyDI/AAAAAAAAAZs/WIWF2uQ23rA/s1600/Le+Van+Bo_HartzlV-Moebel.jpg
- B.31** (Stand: 08.03.2012)
http://p2.la-img.com/369/17801/6027335_1_l.jpg
- B.32** (Stand: 08.03.2012)
http://io1.i.aliimg.com/photo/vo/105405157/3D_printer.jpg
- B.33** (Stand: 09.03.2012)
http://www.vam.ac.uk/users/sites/default/files/power_of_making_makerbot1.jpg
- B.34** (Stand: 09.03.2012)
http://scripts.mit.edu/~emu/fab/wp-content/uploads/2009/12/za_trailer_2211_800x600.jpg
- B.35** (Stand: 09.03.2012)
http://thingiverse_beta.s3.amazonaws.com/assets/of/9e/c8/22/cb/3950547666_3ec7ba3edo_0.jpg

Ein offenes Konstruktionssystem.

+ NODO

”Structure is not about framing or making skeleton but about giving meaning to connectivity.”¹

NODO ist ein offenes Konstruktionssystem. Offen zur universellen Verwendung steht es vor allem für die Öffnung des Gestaltungsprozesses sowie des Produktkreislaufes selbst. Nicht das Endprodukt ist Sinnbild, sondern die Fülle an Möglichkeiten die während des Prozesses offen liegen.

Das NODO Konstruktionssystem baut auf drei Komponenten auf:

NODO.system - Die Systemelemente und die Logik deren Anwendung.

NODO.framework - Die interaktive Schnittstelle zur Gestaltung.

NODO.cycle - Der kreisförmige Ablauf des Prozesses.

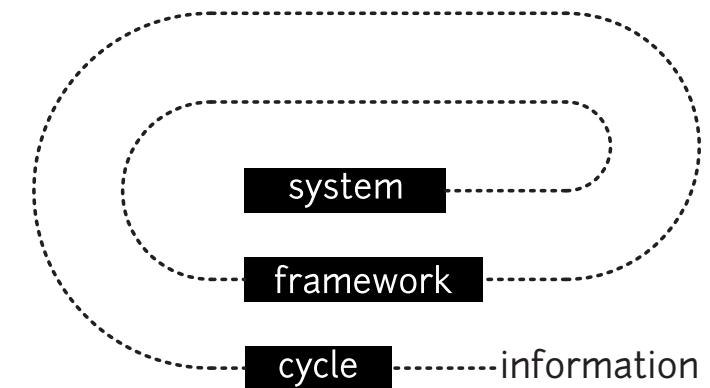
NODO definiert das programmierbare Möbel über eine konfigurierbare Konstruktion. Mit dem Hintergrund eine Verbindung zwischen Digitalem und Realem zu schaffen, vollzieht sich in der Wandlung vom Punkt zur Linie, zum System, zur Struktur die Analogisierung eines digitalen Netzes. Das Produkt ist dessen Information, die Information ist das Produkt.

1 Balmond 2011.

+

NODO

Ein offenes Konstruktionssystem.



Die grundsätzlichen Elemente des Bauens sind a priori in der Natur vorhanden. Wesentliche konstruktive Prinzipien werden von ihr seit Ewigkeiten umgesetzt. Pflanzen und Tiere besitzen in ihrem Körper höchst vollkommene Strukturen, die ihrer speziellen Aufgabe besser angepasst sind als die besten vom Menschen erbauten Konstruktionen.² Im Laufe der Evolution entstanden effiziente, materialoptimierte Lösungen in biologischer Vielfalt. Ein Libellenflügel bspw. baut auf einem organischen Struktursystem, dessen Zellstrukturen sich dabei dem Lastfall angepasst haben.³

Viele natürliche Strukturen sind Beispiel hoher Effizienz und natürlicher Schönheit. Sie alle verbinden dieselben Bauprinzipien wie z.B.:

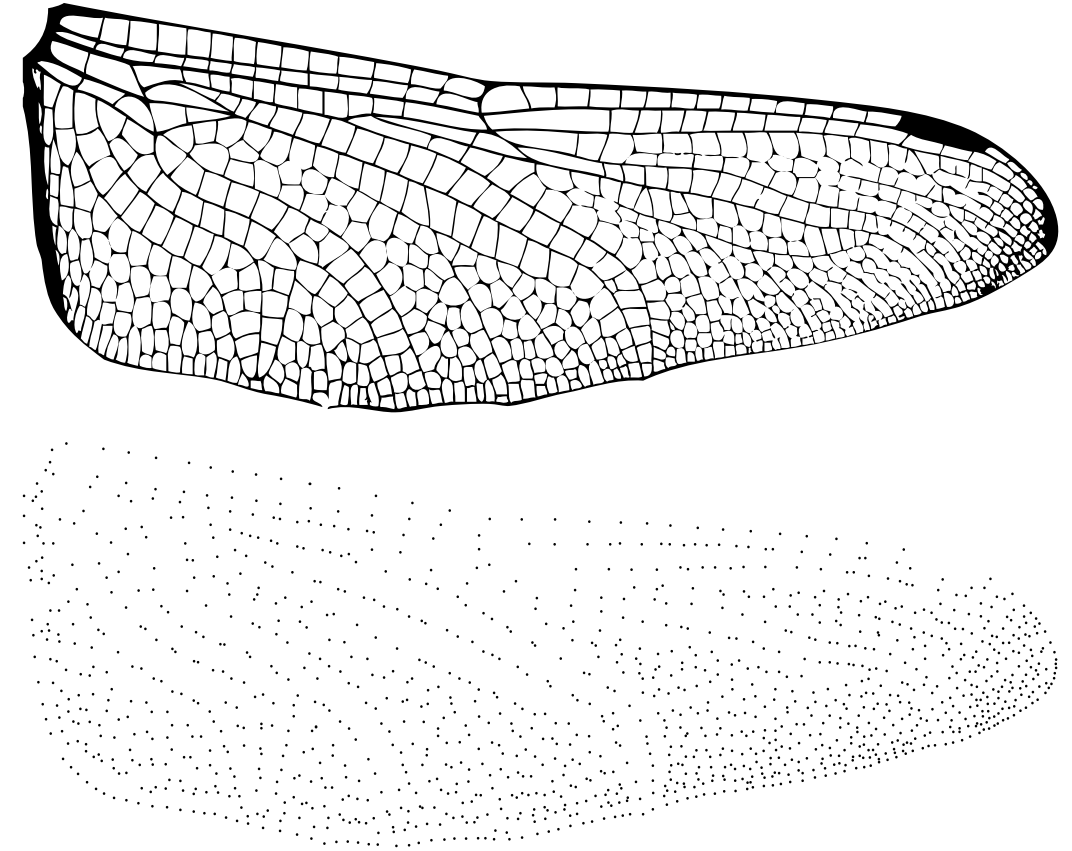
- Mit einem Mindestaufwand ein Höchstmaß an Wirkung zu erreichen.
- Sicherheitsbedacht so zu bauen, dass die normale Beanspruchung nur einen Bruchteil dessen ausmacht, was im Notfall ertragen werden kann.
- Oder auch Bauprozesse einfach und schnell zu gestalten.⁴

Seit Jahrtausenden ahmt der Mensch bewusst und unbewusst diese natürlichen Strukturen nach. In ihnen liegt die Vergangenheit der Konstruktionsysteme und auch ihre Zukunft.

2 Mengerinhausen 1975, 22.

3 Hauschild/Karzel 2010, 24.

4 Vgl. Mengerinhausen 1975, 22-23.



Angefangen beim Zeltbauprinzip der Urvölker über die hölzernen Gerippe mittelalterlicher Fachwerksbauten, sind räumliche Stabwerke immer schon Abbilder des konstruktiven Verständnisses und der technischen Möglichkeiten ihrer Zeit. Regelmäßig oder unregelmäßig, bestehen sie meist aus stabförmigen Einzelgliedern, die nur in Knotenpunkten gruppenweise vereinigt sind. Die Form, dessen Effizienz und Einfachheit sind für die Entwicklung solcher Bauweisen erfolgsbestimmend. Seit jeher erarbeitet man neue Konstruktionssysteme und auch die Industrialisierung führte zu einem neuen Prinzip: Dem >industriellen Bauen<. ⁵ “[...] Veränderungen aller Produktionsmethoden [...] müssen daraufhin abzielen, dass die Bauteile typisiert und industriell vervielfältigt werden. [...]” ⁶

5 Mengerlinghausens 1975, 11-19.

6 Walter Gropius, zit. n. Mengerlinghausens 1975, 20.

1940 entwarf Konrad Wachsmann eines der ersten industriellen Bausysteme. Mit dem universellen Knoten als Grundelement entwickelte er ein Konstruktionssystem mit dem unterschiedliche Konfigurationen möglich sind. Den Bedingungen der Industrialisierung folgend, soll sich das Bauwerk durch die Multiplikation von Zelle und Element indirekt entwickeln.⁷

Heute sind über hundert unterschiedliche Systeme erhältlich, wovon Max Mengerlinghausens >MERO< System wahrscheinlich das Bekannteste darstellt. Aufbauend auf Raster, Modul und klar definierten Gesetzmäßigkeiten lassen sich Raumkompositionen aus Stäben und Knoten in vielfältigen Maßstäben errichten. Sparsamkeit, Sicherheit, Einfachheit und Schnelligkeit sind die dafür aus der Natur übernommenen Baugrundsätze.⁸

7 Wachsmann 1959, 208.

8 Mengerlinghausens 1975, 22-23.

Heute werden diese Grundsätze mit der Vielfalt erweitert. War die Anzahl der unterschiedlichen Bauteile früher aus den Bedingungen der fließbandorientierten Fertigung möglichst gering zu halten, ist heute die Form kein maßgeblicher Kostenfaktor mehr. Die digitale Fabrikation befreite die Fertigung von der kostenbedingten Einschränkung der Individualität. Der Einsatz von CAD-CAM ermöglicht es, Konstruktionen zu personalisieren. “Das System der Raster passt sich der Form an - und nicht die Form dem System.”⁹ Die Variable ersetzt die Konstante und ermöglicht den Wechsel von modularen zu parametrischen Systemen, in denen statt der einfachen Repositionierung einzelner gleicher Systemelemente die Gesamtkonstruktion flexibel kreiert und transformiert werden kann. Die einzelnen Teile sind Ergebnis des komplexen Entstehungsprozesses.¹⁰

9 Hovestadt 2008, 11.

10 Reas/McWilliams 2010, 95.

Digitale Planung und Produktion eröffnen heute das Potenzial spezifischer Lösungsvarianten, die zu neuen Strukturformen in der räumlichen Gestaltung führen.¹¹ Die modernen Informationstechnologien ermöglichen es, uns noch tiefer in den Entstehungsprozess einzugreifen und dadurch noch offenere Bausysteme zu gestalten.

11 Hauschild/Karzel 2010, 24.

+
NODO.system - CHARACTER

Das NODO.system ist ein offenes Konstruktionssystem. Die räumlichen Konstruktionen entstehen im kubischen Raumvolumen. Die Grundelemente Stab und Knoten stehen in assoziativer Wechselwirkung zueinander und sind weder in ihrer Form noch in ihrer Lage standardisiert, sondern parametrisiert.

Das System ist für den Einsatz in der Innenarchitektur bzw. dem Möbelbau entwickelt. Der Handlungsraum ist mit einer kubischen Größe von zwei Metern Seitenfläche definiert und alle Systemelemente daraufhin abgestimmt.

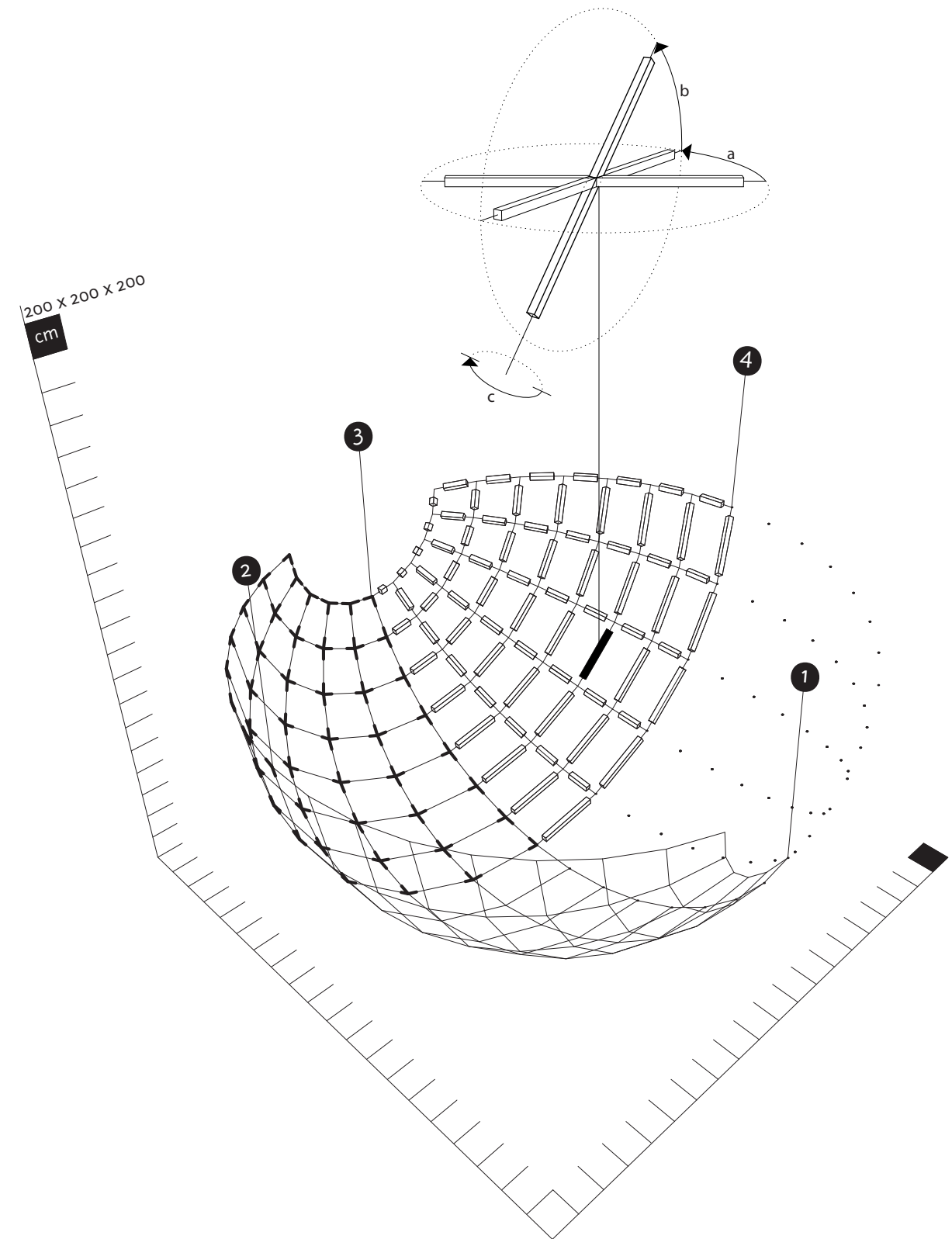
+
NODO.system - MEMBER

1-4 Vom Punkt zur Linie, zum System, zur Struktur.

3 Ausgehend von frei positionierbaren Raumknotenpunkten wird ein System aus Geraden und Knoten gebildet. Die Geraden repräsentieren die Stäbe in der Systemskizze. Mit vorgegebendem Knotenabstand wird die jeweilige Länge derer berechnet.

4 Abhängig von ihrer Lage werden die in ihrer Querschnittsform definierbaren Elemente räumlich positioniert. Bestimmend für das Gesamtsystem ist dabei, dass sich die Achsen aller Stäbe genau im zugehörigen Knotenmittelpunkt schneiden.

a-c Ihre Lage wird vom System über drei Rotationen definiert. Die ersten beiden in Z- und Y-Achse stellen die vorgegebene Grundlogik dar, in der jede Orientierung eigen definiert ist. Drehung **c** ist optional, sie rotiert in Stabachse und beeinflusst immer das Gesamtsystem.



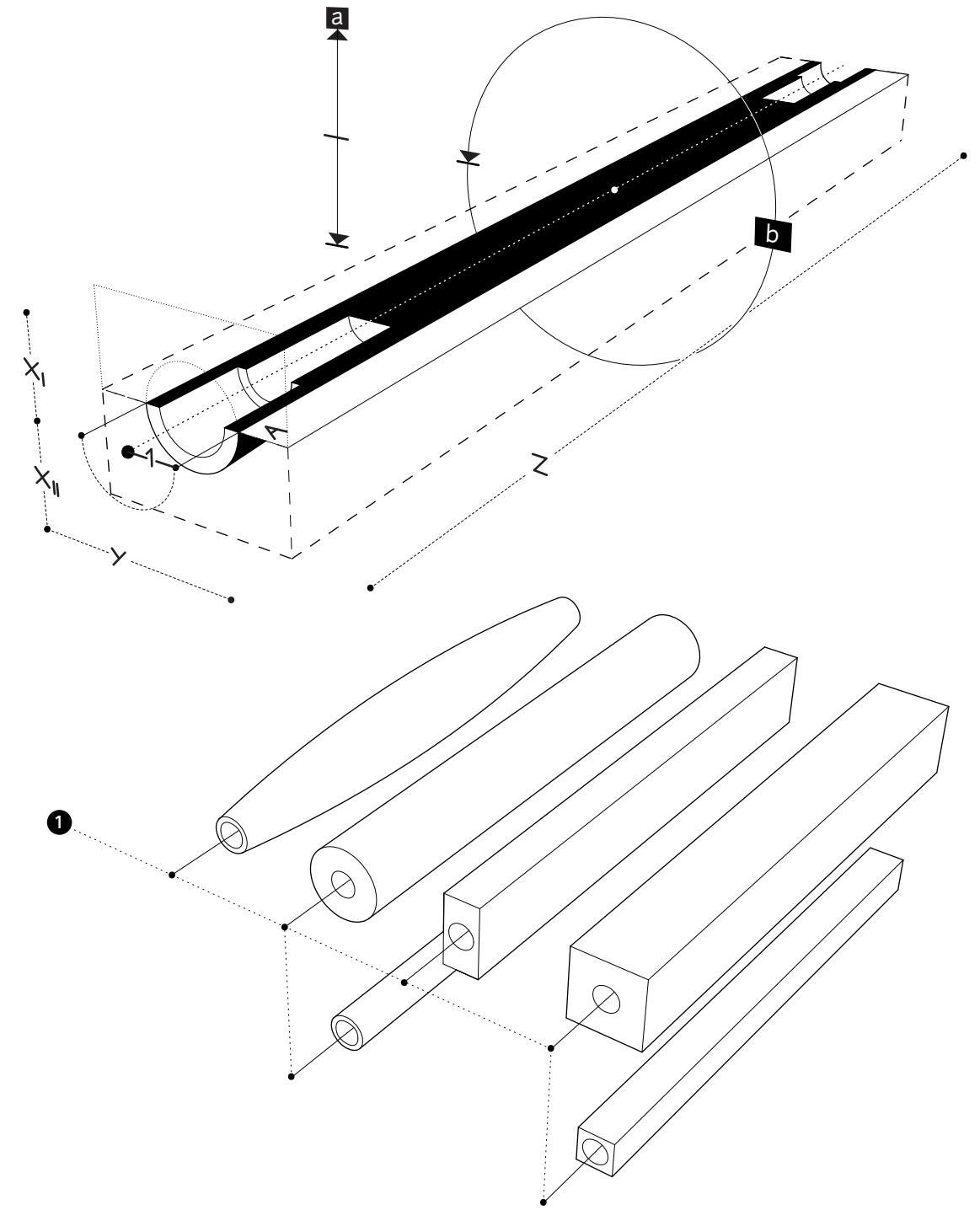
Die Stäbe besitzen je nach Projekt meist unterschiedliche Längen, ihr Querschnitt bzw. das Formprinzip des Querschnitts bleibt hingegen im ganzen System gleich.

X-Y-Z Ausgehend vom Begrenzungskubus können unterschiedliche Stabformen gewählt werden. Im Zentrum jedes Elements liegt die zylindrische Funktionseinheit, bestehend aus den in Achsrichtung geführten Tiefenbohrungen zur Befestigung, sowie einem Sicherheitsabstand zur Gewährleistung der Funktionstauglichkeit. Dieser Zylinder mit dem Radius von 1 cm definiert die Mindestquerschnittsgröße, die maximale Größe ist durch den Kubuschnitt mit 4x4 cm vorgegeben.

A Auf die Restfläche wird die Silhouette des Stabs aufgetragen und entweder für Rundstäbe um 360° über die Stabachse rotiert **a**, bzw. für rechteckige Querschnitte über die Stabachse gespiegelt und beidseitig extrudiert **b**.

1 Die Wahl der Stabform sollte immer in Abstimmung mit der Nutzung getroffen werden. Nicht jede Form ist für jede Funktion geeignet. Grundsätzlich ist ein möglichst kleiner Querschnitt zu bevorzugen, da er überflüssiges Material einspart und so die Kosten reduziert.

Die Form des Stabes hat auf das Aussehen der Struktur großen Einfluss. Beispielsweise entfällt bei runden Stäben die Rotation in Stabachse und dadurch ein etwaiges Charakteristikum einer eckigen Elementwahl. Konvexe Zylinder verstärken hingegen noch ein weiteres Merkmal. Im Gegensatz zu den gleichförmig extrudierten Querschnitten führt die Verjüngung zu den Stabenden zu einem organischen bzw. gewachsenen Eindruck und unterstreicht die Einzigartigkeit jedes einzelnen Elements.

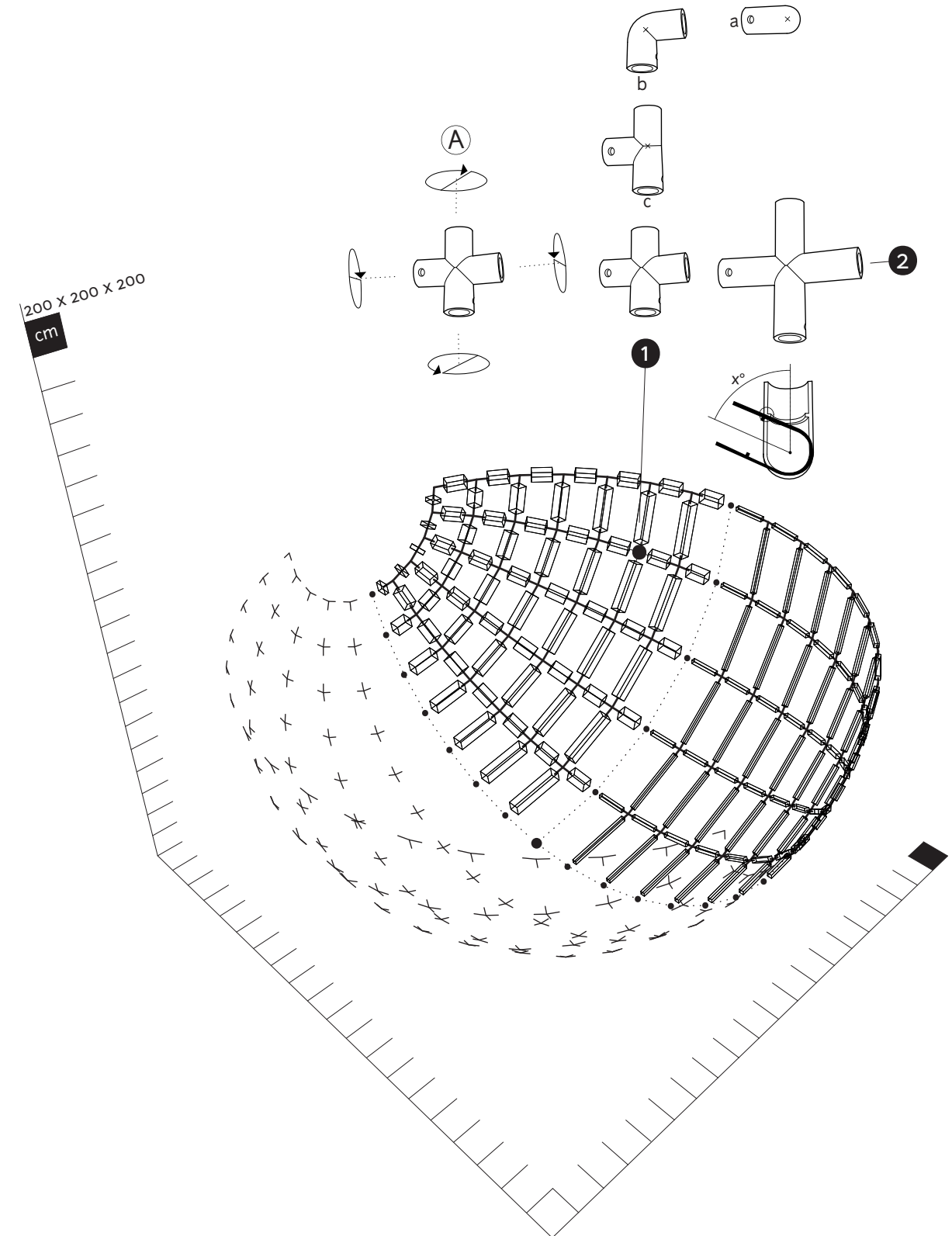


Das verbindende Element ist maßgeblich für Form und Effizienz einer Konstruktion verantwortlich und seine Einfachheit trägt zur Qualität bei. Vorhergehende Systeme haben hier, zur Sicherstellung der Funktionalität, die meisten Einschränkungen mit sich gebracht.

Im NODO.system folgt jeder Knoten dem Entwurf des Erstellers. Weder Winkelmaß, noch Anschlusspunkte machen hier Vorgaben, wenn auch zu sagen ist, dass das Einhalten statischer und konstruktiver Grundsätze zu bedenken ist.

1-4 Um die unterschiedlichsten Arten von Möbeln mit den jeweiligen Beanspruchungen zu ermöglichen, ist ein durchschnittliches Belastungsszenarium bedacht. Die leichte oder schwere äußere Krafteinwirkung wird von den Stäben in die Knoten eingeleitet, um dort von den Grundelementen **1** oder **2** abgetragen zu werden.

a-c Ausgangspunkt jedes Knotens ist das Grundelement **a**. Es positioniert sich mit dem Kugelzentrum an einem Knotenpunkt und richtet sich in Stabrichtung aus. Je nachdem wieviele Stäbe sich in diesem Knotenpunkt treffen, werden neue Grundelemente in dieser Logik hinzugefügt. Beginnend von zwei sich treffenden Stabachsen sind so Knoten mit unterschiedlich vielen Anschlüssen möglich. Wichtig ist dabei nur die Beachtung des Winkels x° . Sollte dieser zu steil sein, überschneiden sich die Grundelemente so, dass der Stab nicht mehr ganz, oder gar nicht mehr eingeschoben werden kann. Um dieses Risiko zu minimieren wird in zwei Winkelklassen unterschieden. Grundelement **1** unterstützt Achsenwinkel bis 60° das Elemente **2** bis maximal 30° . **A** Die Stabrotation wird durch das Loch ersichtlich. Sie zeigt die Mitte der jeweiligen Stabunterseite an und muss zur Verschraubung freiliegen.



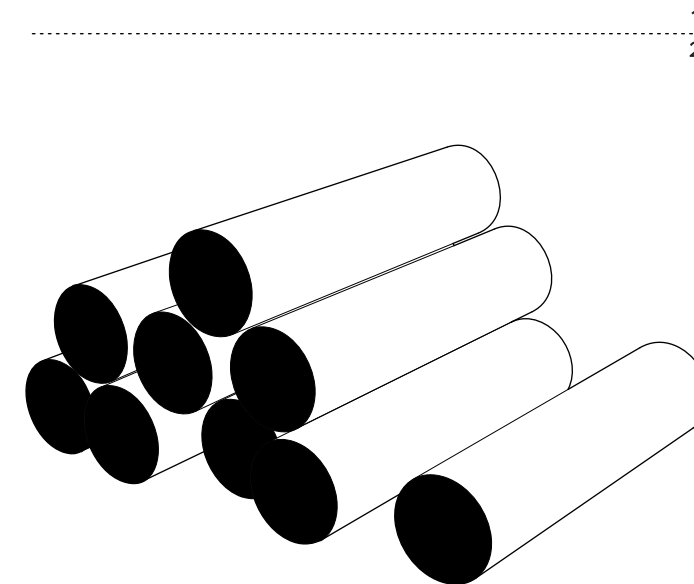
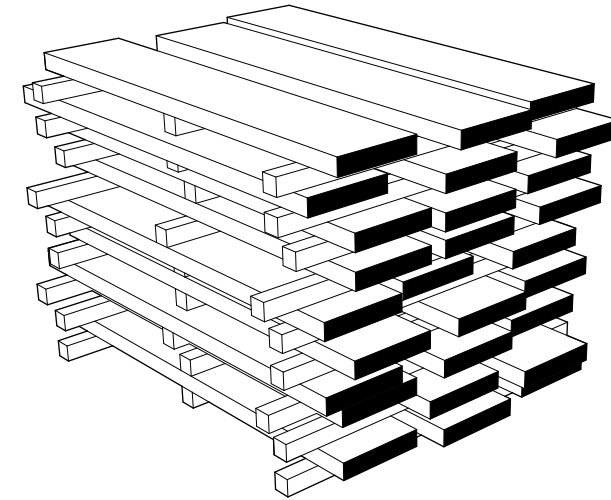
Das NODO.system stellt dem Nutzer die Wahl der Materialien prinzipiell frei, die Einhaltung gewisser Gesichtspunkte selektiert die Auswahl jedoch nach ihrer Brauchbarkeit. Die Grundvoraussetzung sind die eigenverantwortliche Unterstützung einer nachhaltigen Produktentwicklung, sowie die bestmögliche Abdeckung der Nutzungsvoraussetzungen.

1 Die Stäbe stellen in der Fertigung sowie in ihrer Anwendung Anforderungen, die nicht von jedem Material abgedeckt werden können. Holz bietet hier die besten Konditionen. Grundsätzlich ist es als nachwachsendes und wiederverwendbares Material ökonomisch und durch die globale Verfügbarkeit vielerorts zugänglich und leistbar. In der Fertigung bietet es für die Stäbe durch seine leichte Verarbeitbarkeit die beste Grundlage und auch in der Anwendung erfüllt es die Vorgaben. Je nach Holzart und

Oberflächenbehandlung können unterschiedliches Aussehen sowie unterschiedliche Belastungsszenarien bestmöglichst abgedeckt werden. Die Entscheidung trifft der Nutzer.

2 Die Knoten werden dreidimensional gedruckt. Diese Verfahren bieten unterschiedliche Materialien an und deren Palette erweitert sich ständig. Die Voraussetzungen hierbei stellen die Nachhaltigkeit und die Stabilität. Großteils werden Kunststoffe verwendet, aber auch Metalle und Naturstoffe kommen bereits zum Einsatz. Für das NODO.system bietet sich bspw. Edelstahl an. Seine Festigkeit und Beständigkeit sind sehr hoch und die Wiederverwertbarkeit ist möglich.

1-2 Die Wahl der Materialien für die Verlängerungselemente steht nicht frei. Die Funktionsweise bedingt für Link_1 und 3 die Verwendung von Hartholz und für Link_2 Metall.



1-5 Jede Struktur besitzt dieselben Bestandteile. Deren Anzahl richtet sich nach dem Objekt.

1 Stäbe

Jede Struktur besteht mindestens aus zwei Stäben die sich in einem Punkt treffen und einen gemeinsamen Knoten bilden.

2-4 Die Verlängerung besteht aus zwei oder drei Elementen, die ineinander verschoben werden. Ihre benötigte Anzahl richtet sich nach den Knotenanschlüssen. Bei Stäben mit nur einem Knotenanschluss wird eine Verlängerung benötigt, bei zwei Anschlüssen zwei. Die jeweiligen Längen sind über das gesamte System gleich.

2 Link_1

Die Rundstäbe bilden das Verbindungsstück zum Stab und sind im Radius 2mm kleiner als das Knotengrundelement.

3 Link_2

Der Durchmesser der Rohre ist ident mit dem des Grundelements. Im Fall eines Teleskopstabes wird an einem Ende im Abstand von 6 cm einseitig ein Loch gebohrt.

4 Link_3

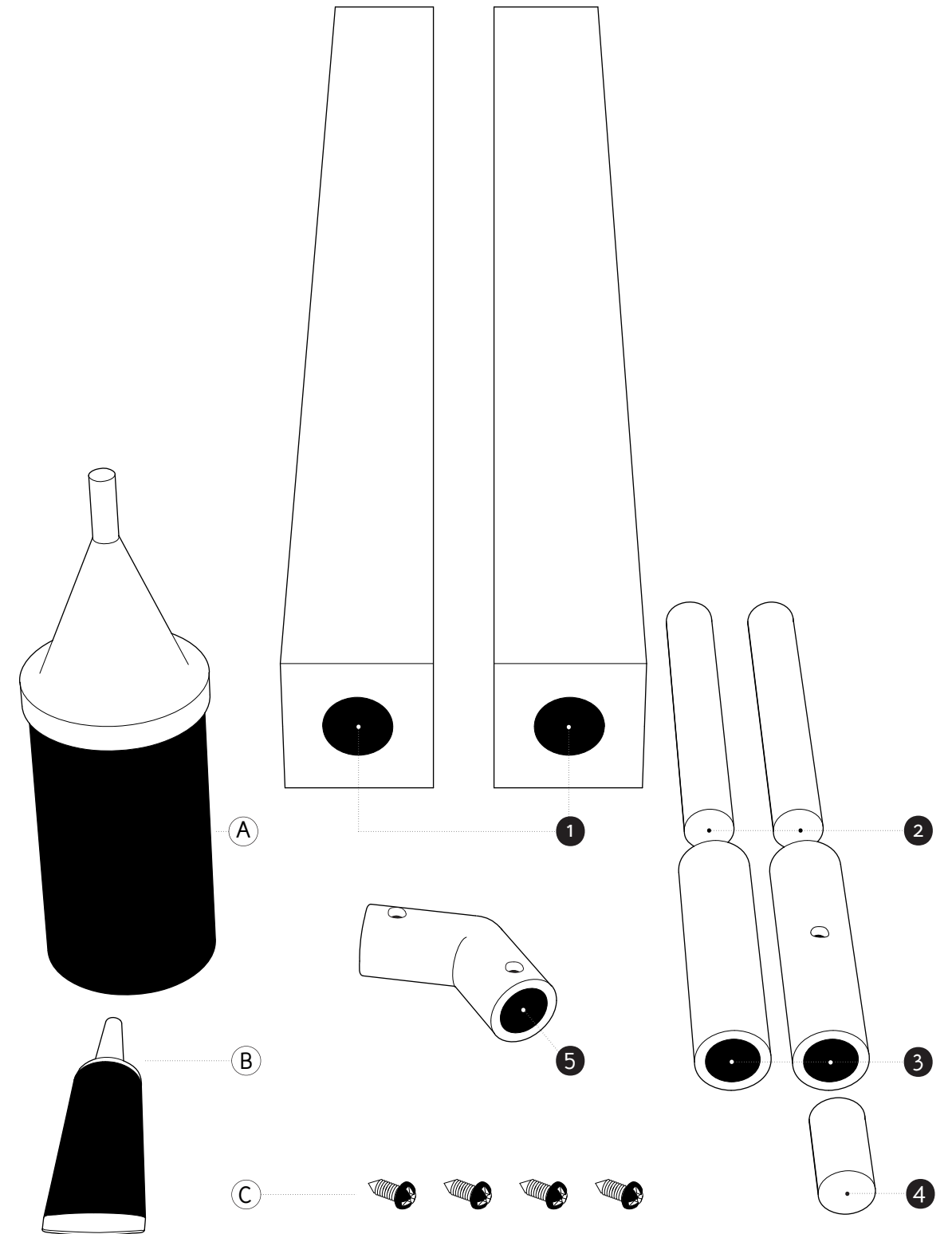
Dieser Rundstab wird nur bei Teleskopstäben benötigt. Seine Länge ist mit 2 cm fixiert, der Durchmesser ist ident mit Link_1.

5 Knoten

Jede Struktur besteht mindestens aus einem Knoten mit mindestens zwei Anschlussstellen.

A-B Zur Fertigung wird ein Holzleim sowie ein Zweikomponenten-Klebstoff benötigt.

C Das Knotenelement und Link_3 werden mittels Schrauben befestigt, im Teleskopfall auch Link_1 und 2.



Die Fertigung der einzelnen Teile kann eigenständig oder von Handwerkern durchgeführt werden, sie ist abhängig von den Wünschen des Nutzers, sowie der Funktion des Möbelstücks.

Die Stäbe besitzen je nach Projekt unterschiedliche Längen. Sie werden der Länge nach sortiert und nummeriert.

B1-B2 Beidseitig werden bei jedem Stab zwei in Stabachse geführte Bohrungen ausgenommen.

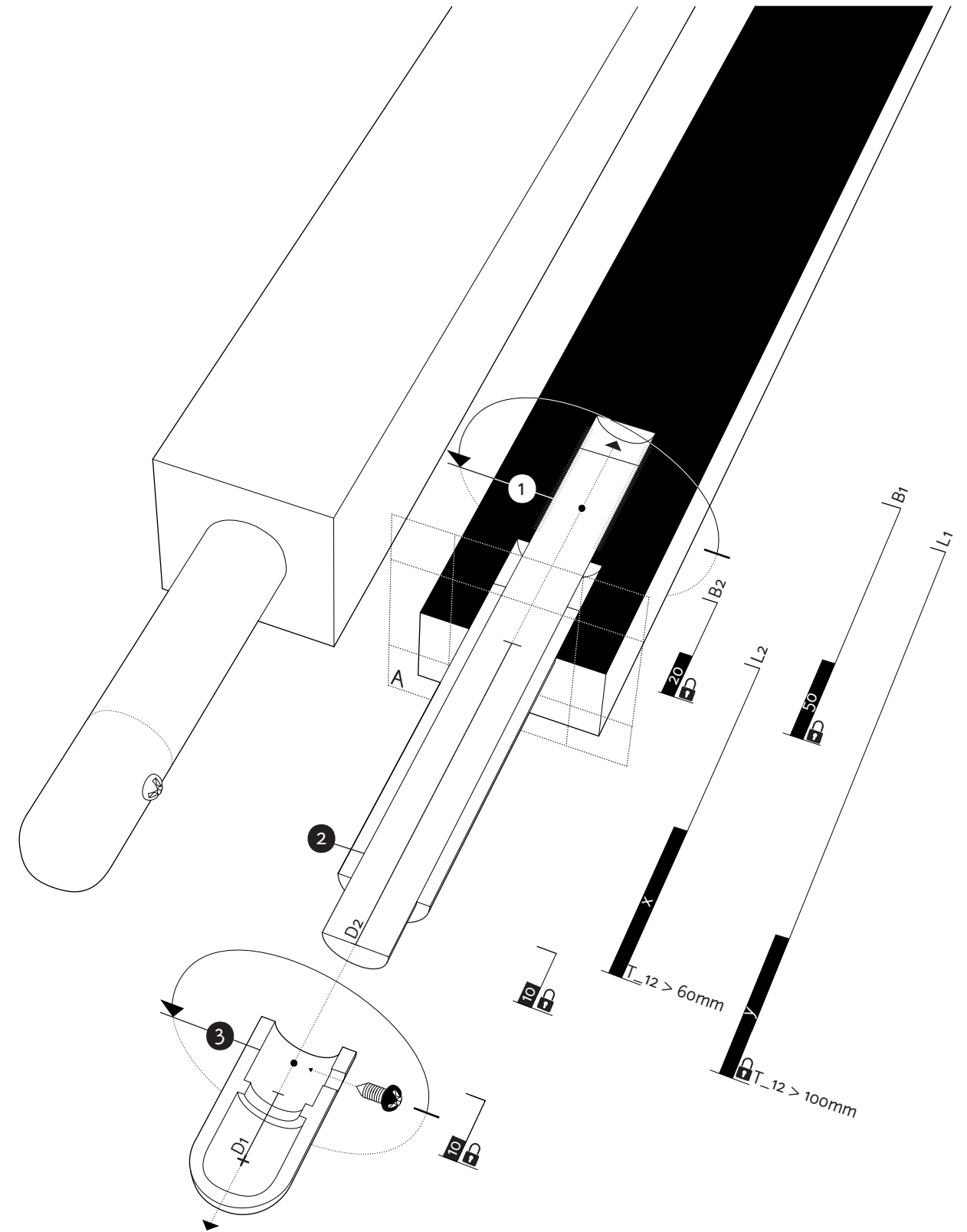
D1-D2 Die Distanz **D**, ist möglichst kurz festzulegen. Sie beschreibt die Länge vom Knotenpunkt zum Stabansatz und wird mit Abzug der Grundelementslänge von der Verlängerung überbrückt.

Montage:

- 1 Den Verlängerungsstab **L1** mit Holzleim in die tiefe Lochöffnung des Stabs kleben.
- 2 Die Verlängerung **L2** auf **L1** stecken. Das Rohr **L2** bleibt beweglich.
- 3 Das Stabende in den Knotenanschluss stecken, die Mitte der Stabbreite zur Mitte des Schraubenkopfes verdrehen und die Elemente Knoten und **L1** verschrauben.

Demontage:

- 4 Zum Abbau können die Schrauben entfernt und die Struktur wieder in Stab und Knoten zerlegt werden.



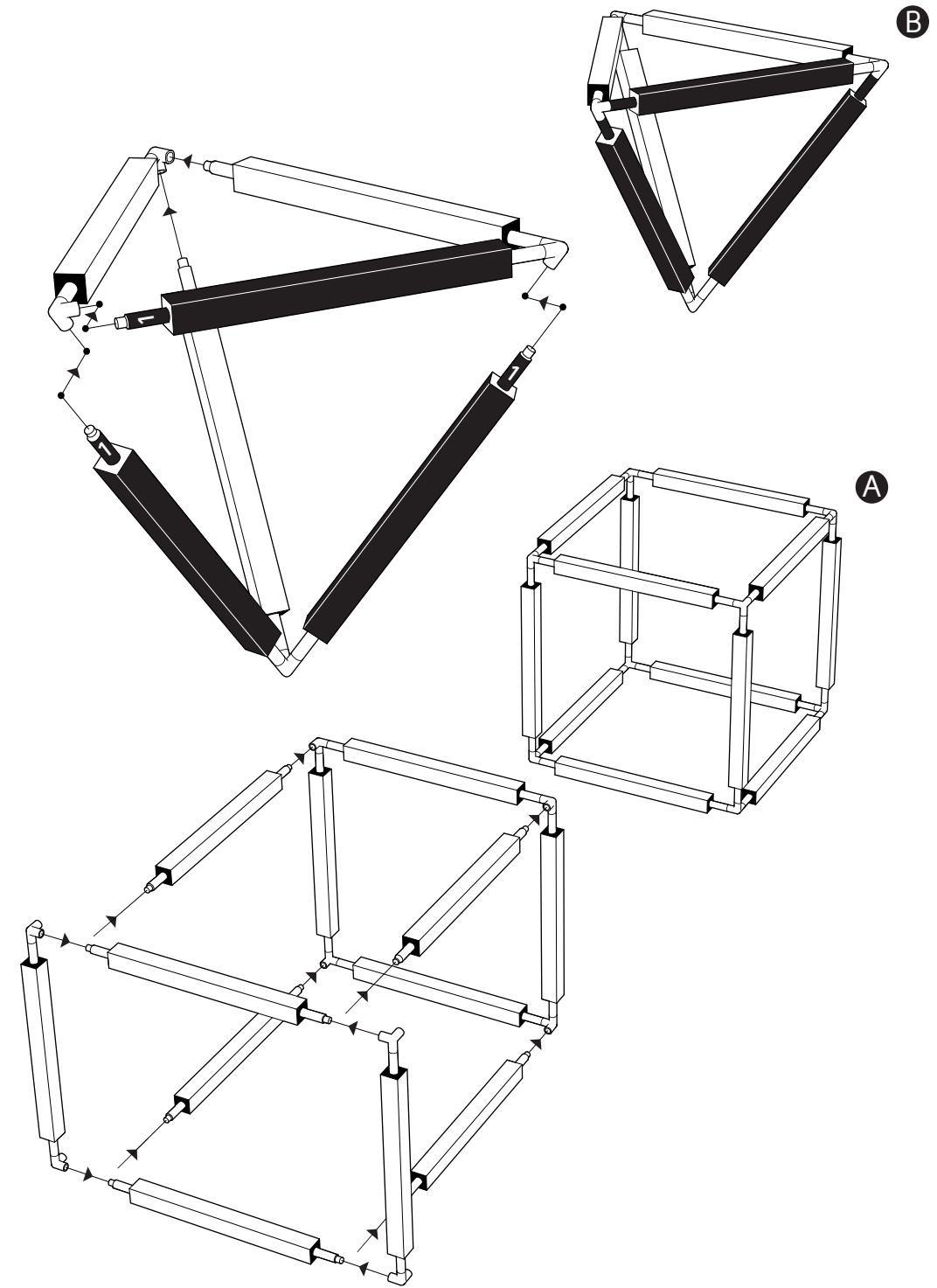
Im Wesen dieser Konstruktionsmethode liegt, dass nicht alle Geometrien mit vorgefertigten Stabelementen baubar sind. Die Ursache dieses Problems liegt in der Montage. Die Methode bedingt, dass die Stäbe in Richtung der Stabachse in den Knotenanschluss geführt werden. Wenn nun keine zwei Stäbe einer Öffnungsfläche parallel sind, ist das gerade Aufsetzen aller Stabelemente nicht mehr möglich.

Um diese Problematik zu lösen gibt es im NODO.system ein zweites Anschlussprinzip, welches sich der Teleskopmethode bedient. Im beschriebenen Fall wird ein Stab dieser Fläche mit dem ausziehbaren Ende versehen und kann so nach der Einbringung in ein Stabende in die entsprechende Knotenanschlussstelle eingeschoben werden.

A Am Beispiel eines Würfels ist das Grundprinzip gut zu erkennen. Jede Seitenfläche besitzt parallele Stäbe, die das Einführen in Stabachse ermöglichen. Kein Teleskopstab ist nötig um diese Struktur zusammenzubauen.

B Eine dreiseitige Pyramide demonstriert den Problemfall. Keine der Seitenflächen besitzt parallele Stäbe und ist mit der Standardmethode nicht baubar. Um dies zu lösen genügt das Anbringen eines Teleskopstabendes **1** pro Seitenfläche. Im Fall der Pyramide wären es drei alternative Anschlüsse die Struktur baubar zu machen.

In den meisten Fällen handelt es sich bei den Strukturen um Mischformen, die Flächen mit parallelen und nicht parallelen Stäben beinhalten. Mit der Beachtung der Grundregel sind die Problemstellen einfach zu lokalisieren.



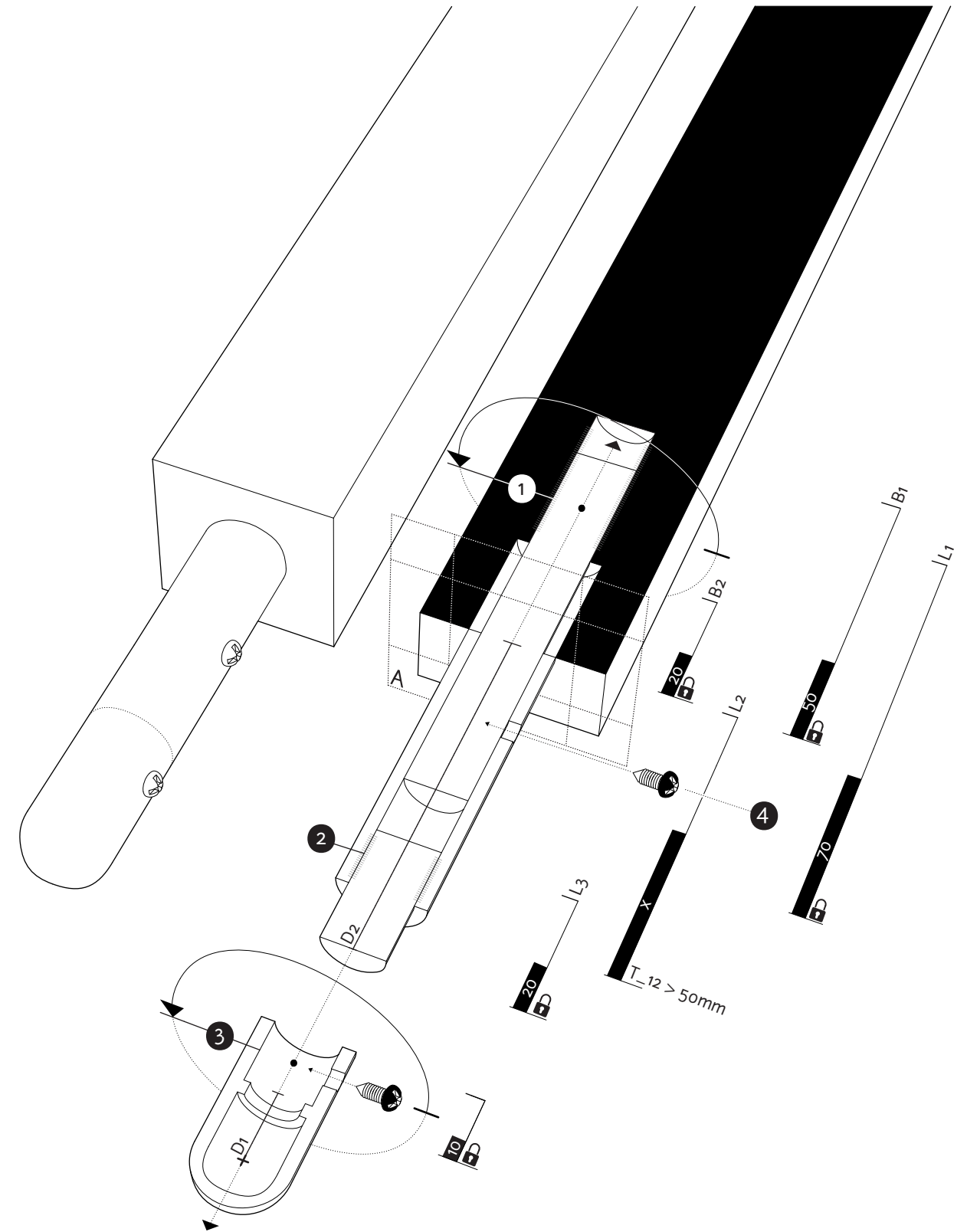
In der Produktion macht der Teleskopstab erstmals keinen Unterschied. Die Stäbe werden mit gleich tiefen Löchern versehen und das Knotenelement besitzt die gleiche Ausformung. Unterschiede treten erst bei der Anfertigung der Verlängerung auf. Die Überbrückung von Knoten und Stab besteht nun aus drei Elementen mit unterschiedlichen Längen. Die Konstruktionsweise bleibt dieselbe wie beim Normalstab, mit dem Unterschied, dass der Stab L1 auseinandergetrennt und versetzt wird um einen Zwischenraum für den Auszug zu schaffen.

Montage:

- 1 Den Verlängerungsstab **L1** mit Holzleim in die tiefe Lochöffnung des Stabs kleben.
- 2 Das Rohr **L2** 1 cm tief mit Zweikomponenten-Klebstoff bestreichen und den Rundstab **L3** zur Hälfte einschieben. Nach Aushärtung der Klebestelle das Element bis zum Anschlag auf den Stab **L1** aufsetzen.
- 3 Den Stab in Position bewegen und die bereits verklebten Verlängerungsstücke **L2-L3** in die Knotenanschlussstelle schieben und verschrauben.
- 4 Abschließend die Mitte der Stabbreite zur Mitte des Schraubenkopfes am Knoten verdrehen und die Elemente verschrauben.

Demontage:

- 4 Zum Abbau können die Schrauben entfernt und die Struktur wieder in Stab und Knoten zerlegt werden.



Aus Gründen der Funktionalität oder zur zusätzlichen Stabilisierung können manche Möbelstücke das Schließen einzelner Struktursegmente benötigen. Dabei werden die zu bedeckenden Öffnungen mit angepassten Elementen wiederabnehmbar verschlossen. Im System ist einerseits das Einbringen von Plattenelementen möglich, sowie andererseits die Umwicklung zweier Stabelemente mit einem biegsamen Material.

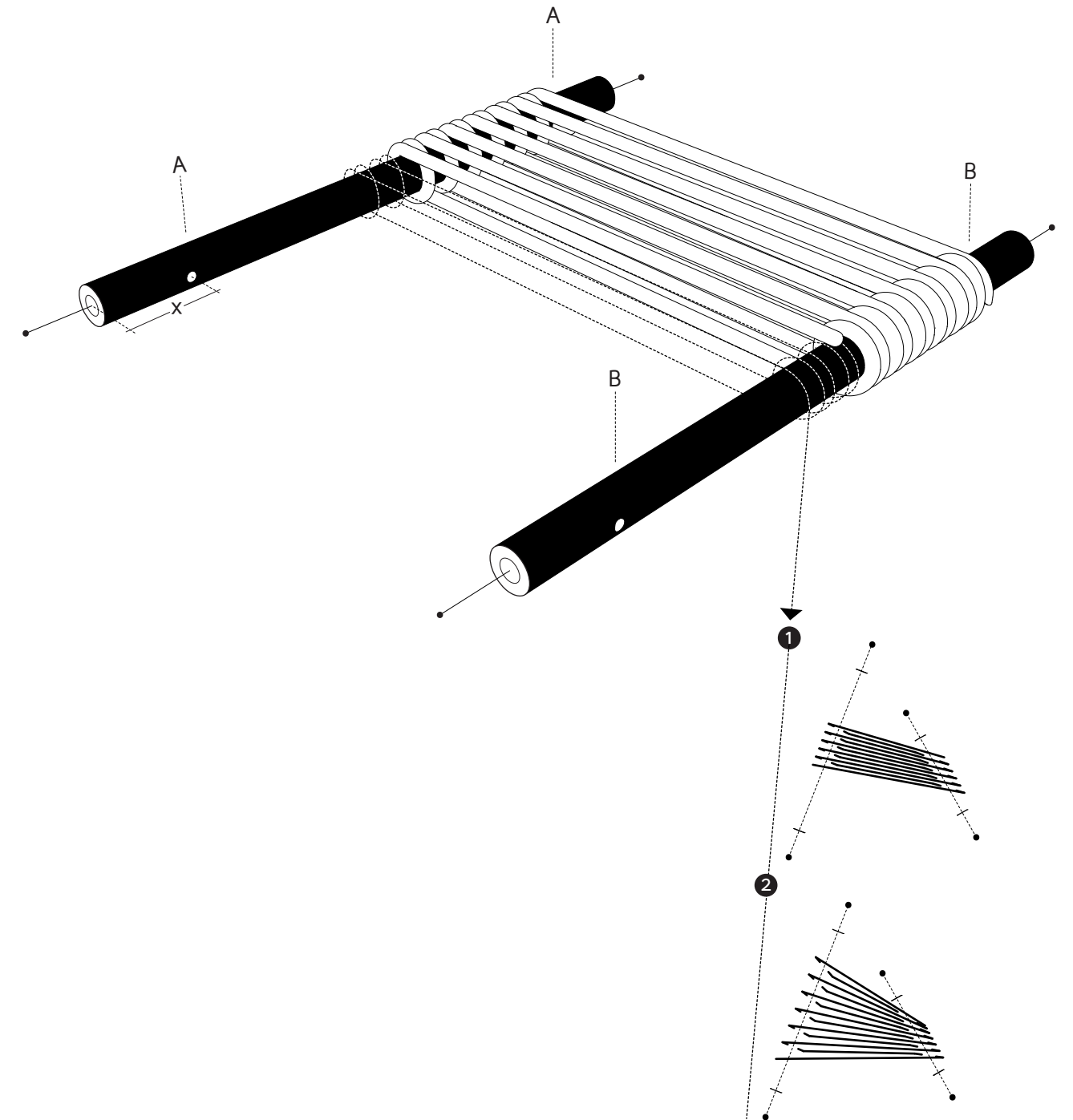
Neben vielen hochentwickelten Web- und Flechtmethoden im Möbelbau gründet die vom System vorgeschlagene Methode auf einem einfachen Prinzip das einerseits eigenständig durchgeführt werden kann und andererseits die Demontage sowie die wiederholte Anbringung des Verschlusses ermöglicht. Andere Methoden mit gleichem Anspruch sind jedoch ebenso möglich wie auch zulässig.

Die Umwicklung stellt einen zusätzlichen Arbeitsakt dar der sich in der Fertigung in zwei Schritten vollzieht:

A-B An jedem umwickelten Stab sind mindestens zwei Bohrungen in Richtung des zweiten zu umwickelnden Stabes zu bohren. Sie definieren den Anfang und das Ende des Verschlusses. Ihr Abstand **x** zum Stabende soll min. 2,5 cm betragen, ihr Durchmesser max 1 cm.

Die Wicklung beginnt mit einem Knoten an der Innenseite von **A**, führt durch **A** nach aussen, umrundet den Stab zu einem Viertel nach oben und geht von dort innenseitig durch **B**. Danach wird das Seil immer wieder hin und hergeführt und umrundet bei jeder Seite einmal zusätzlich den Stab zur Festigung. Das Ende ist gleich wie der Anfang und schließt mit einem Knoten.

1-2 Bei nicht parallel laufenden bzw. ungleich langen Stäben kann zwischen zwei Sonderführungen gewählt werden.



Trotz vielfältiger Anwendungsmöglichkeiten besteht jeder digitale Rechner aus den selben austauschbaren Bestandteilen: den physischen Komponenten, der >Hardware< und den immateriellen Daten der >Software<. Die beiden Teile stehen in ständiger Wechselbeziehung zueinander, während die Hardware einerseits den Speicher und das Rechenwerk bereitstellt, legt die Software die Instruktionen für das Rechenwerk als Programm im Speicher ab, wo die Daten wiederum von der Hardware ausgelesen und berechnet werden. Die Instruktionen werden mittels Programmiersprache eingegeben und vom Computer, von einem vom Menschen lesbaren Code, in einen für den Computer exekutierbaren binären Code konvertiert, diese Konvertierung transformiert ihn zur Software.¹²

12 Reas/McWilliams 2010, 15.

Vielfältig einsetzbar bilden solche Computerprogramme die Werkstatt vieler Gestalter. CAD oder >DTP - desktop publishing < Anwendungen haben seit langem ihren Platz in den Büros gefunden und sich dort unverzichtbar gemacht. Meist sind es kommerzielle Softwaresysteme, die für spezielle Anwendungen entwickelt universell einsetzbar sind, oder ganze Softwarepakete die über ihren Umfang mehrere Anwendungsbereiche abdecken können. War es früher vermehrt die Umsetzungsphase in der der Rechner Anwendung fand, ist es heute zunehmend auch der Entwurf. Entwurfsentscheidungen bauen teils auf der Basis konzeptionell festgelegter Gestaltungsprogramme. Beim klassischen Entwerfen definiert man die Prinzipien eher weich, in der generativen Gestaltung hingegen, werden klar definierte Freiräume für Variation und Optimierung geschaffen.¹³

13 Hauschild/Karzel 2010, 29.

Einige CAD Hersteller reagieren auf diese Forderung nach mehr Kontrolle mit unterschiedlichen Möglichkeiten zur Interaktion mit ihrer Software, die sich in der Leistungsfähigkeit und Komplexität unterscheidet. Meist geht diese Freiheit jedoch nicht über eine flexible Steuerung der programmeigenen Funktionen hinaus und so führt die teils aussichtslose Suche nach maßgeschneiderter Software immer mehr Entwerfer zur eigenständigen Programmierung. Es ist der Wunsch nach größerer Freiheit und stärkerer Unabhängigkeit. Mehr individuelle Kontrolle und weniger generische Lösungen führen zu neuen Softwaretypen. Diese Programme sind meistens nicht im Umfang der industriell hergestellten Anwendungen, jedoch verfolgen sie ein anderes Ziel. Es geht meist darum klare Aufgaben präziser, zielgerechter und vor allem offener und direkter bewältigen zu können.¹⁴

14 Vgl. Reas/McWilliams 2012.

Das Ergebnis aus der raumgestalterischen Beschäftigung mit Programmierung ist oft die Miteinbeziehung konkreter Verarbeitungsprozesse. Ob digitale Rechenschritte, oder analoge Fertigungsschritte, im Kern jeder Ausführung liegt eine Abfolge spezifischer Handlungen, die zum gewünschten Ziel führt. Heute ist es die Fusion der digitalen und analogen Handlungen die eine neue Selbstverständlichkeit erzeugt. "Daten und Material, Programmierung und Konstruktion werden ineinander verflochten."¹⁵

15 Gramazio/Kohler 2010, 42.

Das NODO.framework wurde in >Processing< geschrieben. Einer von Casey Reas und Ben Fry am Massachusetts Institute of Technology entwickelten Programmiersprache die speziell für Gestalter und Künstler entwickelt wurde. Sie baut auf der Programmiersprache Java auf und verwendet eine vereinfachte Syntax. Die integrierte Entwicklungsumgebung stellt die Programmoberfläche dar. Sie besteht aus einem simplen Texteditor zum Schreiben von Code, einem Nachrichtenbereich in dem Processing Rückmeldungen gibt, sowie einer Konsole die den Text des erstellten Programms ausgibt. Weiters beinhaltet sie Spalten zur Codestrukturierung, eine Funktionsleiste für einfache Aktionen wie das Ausführen und Anhalten von Programmen wie auch noch eine Reihe an hintergründigen Menüs. Die gestarteten Programme werden in eigenen Fenstern ausgeführt.¹⁶

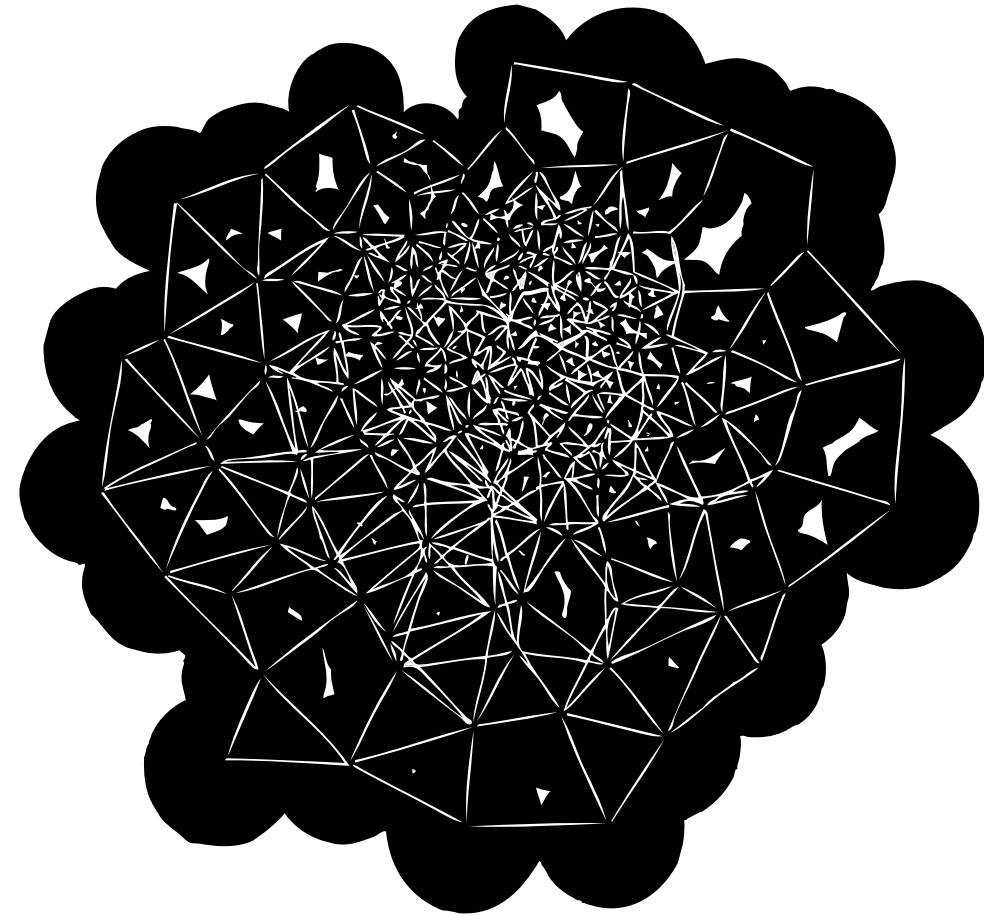
16 Reas/Fry 2007, 9.

Processing ist ein FLOSS (free/libre/open source software) Projekt. Jeder Interessierte kann Processing gratis herunterladen und damit experimentieren. Mittlerweile ist eine große Gemeinschaft entstanden, die in Foren diskutiert und zusammen das Programm erweitert. Im Sinne der gemeinsamen Weiterentwicklung gibt es eine Vielzahl an Bibliotheken, die die Funktionen von Processing optional erweitern. Aufsätze für Geometrie, Bildbearbeitung oder digitale Fabrikation sind ebenfalls frei verfügbar und ebenso frei veränder- und anpassbar.¹⁷

Eine Reihe an Glaubensgrundsätzen setzte das Fundament für Processing. Zwei davon sind, erstens die Überzeugung, dass Software ein einzigartiges Medium mit einzigartigen Qualitäten ist und zweitens, dass das Programmieren nicht nur für Techniker Mehrwert besitzt.¹⁸

17 Reas/Fry 2010, 3.

18 Reas/Fry 2007, 1-2.



Das NODO.framework ist der Baukasten des Systems. In dessen Kern liegt die sogenannte >coordList<, in ihr sind alle Start- und Endpunkte der Stäbe gespeichert und alle Funktionen bauen auf ihr auf. Der Code des NODO.framework ist in zehn Funktionspakete unterteilt. Der Reiter **code** bildet dabei den Grundstock. In ihm ist der Aufbau, sowie der Ablauf der Software definiert.

1 drawObj

Die über das Bedienfeld eingegebenen Koordinaten werden gespeichert, oder wieder gelöscht.

2 loadObj

Gespeicherte Dateien werden geladen und ausgewertet.

3 getIndices

Die coordList wird auf spezielle Koordinaten untersucht. Knotenpunkte, Anzahl der Anschlüsse sowie die dazugehörigen Stabnummern werden extra gespeichert.

4 calculateVecs

Berechnungen wie z.B. die Ermittlung der Stablängen werden durchgeführt.

5 showObj

Beinhaltet Funktionen zur Darstellung des Systems.

6 buildMembers

Hier werden die Stäbe einzeln räumlich positioniert und in die richtige Lage verdreht.

7 detectCollisions

Zur Erkennung von Überschneidungen einzelner Stäbe wird jeder Stab mit jedem anderen Stab verglichen.

8 secondFrame

Im zweiten Fenster werden die Knoten an der selektierten Stelle erstellt.

9 GUI (graphical user interface)

Die Benutzeroberfläche wird erstellt. Sie umfasst alle Bedienelemente und die zugehörigen Funktionen wie bspw. das Speichern.

```
Processing
code 1 2 3 4 5 6 7 8 9
/*
+
NODO.framework v.1
AN OPEN CONSTRUCTIONSYSTEM.
DA| Georg Fassl
*/
println("NODO.framework v.1");
NODO.framework v.1
```


Die Programmoberfläche öffnet dem Benutzer ein Fenster zur Programmierung. Alle Informationen treffen hier gebündelt ein und stehen zur Auswertung und Veränderung bereit.

Mit Anlehnung an Jakob Niensens >ten usability heuristics< liegt dem GUI die Idee eines ästhetischen und minimalistischen Design zu Grunde. Die Auswertung der vorhandenen Information stand hierbei im Vordergrund. Der Dialog sollte keine Informationen enthalten, die irrelevant ist oder nur selten benötigt wird.¹⁹

Die Benutzeroberfläche ist in vier Funktionsbereiche gegliedert.

A mainWindow

Das Hauptbedienfeld steht mit **DRAW** oder **LOAD** am Start jeder Bearbeitung und beinhaltet alle Grundfunktionen. **EDIT** bietet die Konfigurationsoptionen und **SELECT** fordert die Wahl eines der zwei Grundelemente.

19 Vgl. Nielsen 1994.

B createWindow

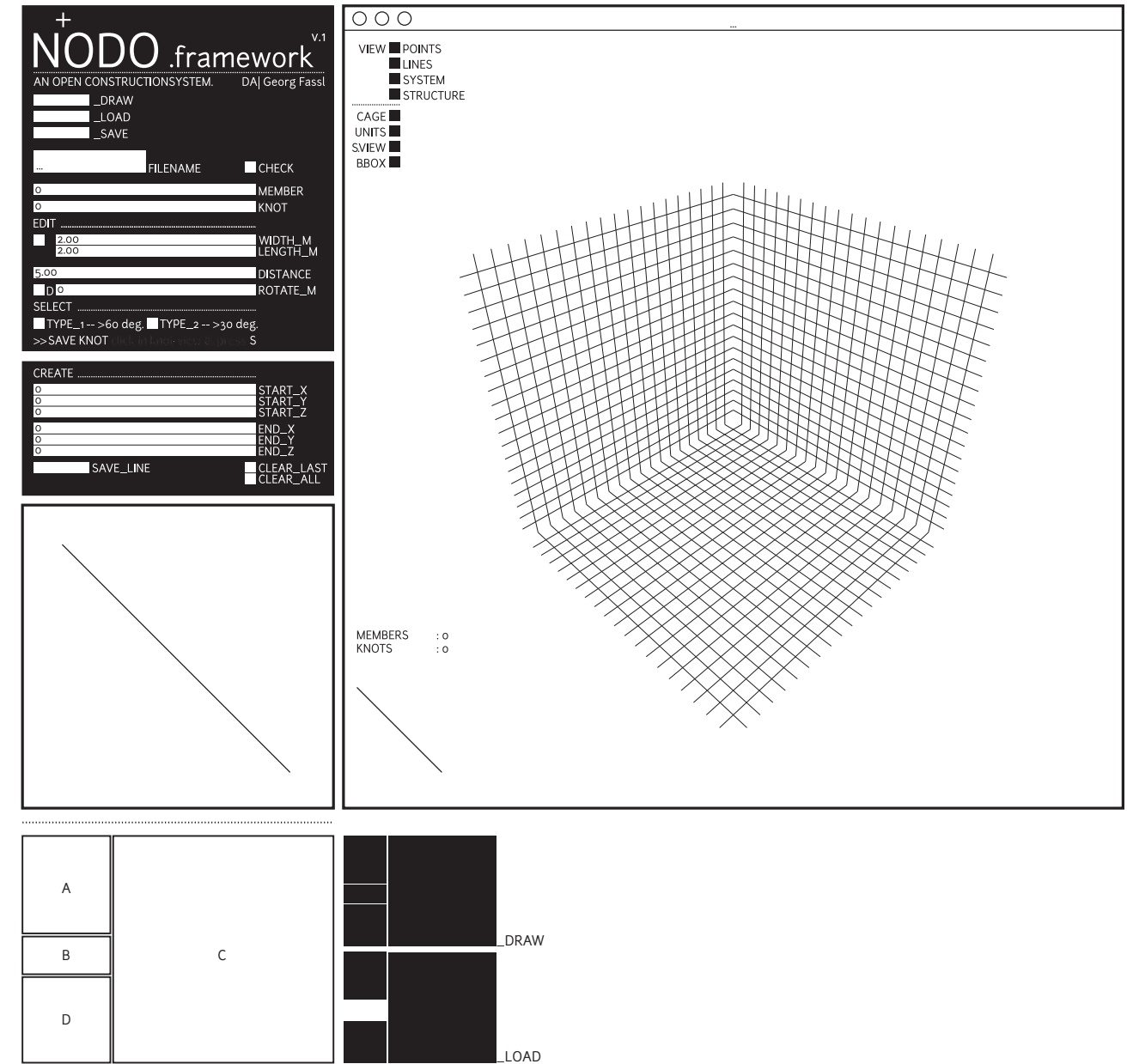
CREATE dient der Erstellung von Systemen und bietet Bedienflächen zur Koordinateneingabe.

C mainViewport

Im Hauptansichtsfenster wird das System dargestellt. Es bietet verschiedene Möglichkeiten zur Repräsentation und gibt visuelles Feedback, ob eine Konstruktion fertigbar ist, oder nicht. Das ganze Fenster besitzt einen interaktiven 3d-Modus und erlaubt so das genaue Betrachten mittels Rotation und Zoom. Zusätzliche Ansichtsoptionen dienen zur Erleichterung der räumlichen Vorstellung und im linken unteren Eck werden die Eckdaten der Struktur sowie Informationen über den selektierten Stab angezeigt.

D knotViewport

Hier wird der selektierte Knoten, im frei rotierbaren 3d-Modus angezeigt und auf Wunsch gespeichert.

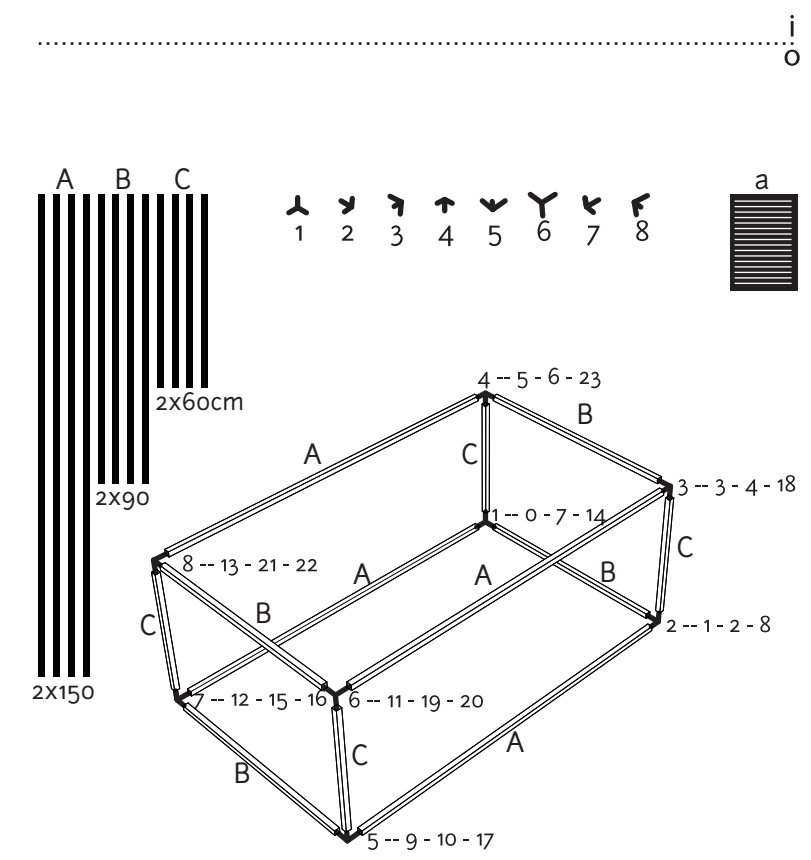
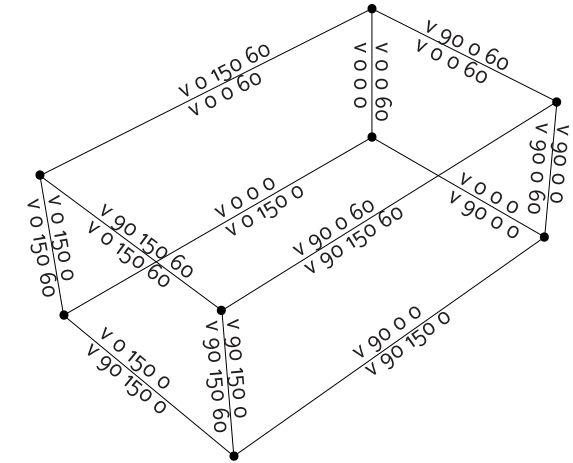


Jede Gerade ist die kürzeste Verbindung zweier Punkte, woraus bei mehrfacher Anwendung ein Gebilde entsteht. Ein System aus Start- und Endpunkten stellt die erforderliche Eingabe dar. Die Möglichkeit diese Koordinaten in das Programm zu übergeben ist entweder das Laden vorgefertigter bzw. gespeicherter Dateien oder das direkte Eingeben in das Programm.

Als Zusatzoption besteht die Möglichkeit .obj Dateien zu importieren. Dieses Dateiformat dient zur Beschreibung von Geometrie und wird von vielen CAD Programmen unterstützt. Beim Erstellen ist zu beachten, dass die Geometrie nur gelesen werden kann wenn sie aus einzelnen Geraden besteht.

Das System wird in der Software zur Struktur gewandelt. Die Bestandteile Stab und Knoten werden in entsprechender Anzahl erstellt und mittels Nummerierung benannt. Die Ausgabe ist Information.

Die Knoten **1-9** werden einzeln im .stl Format (SurfaceTesselationLanguage) abgespeichert. Dieses Format beschreibt die Oberfläche von 3d-Körpern mit Hilfe von Dreiecksfacetten und ist in der Fertigung mittels generativen Fertigungsverfahren gängig. Die restlichen Angaben befinden sich in einer Textdatei **a**. Die Stabparameter **A-C**, die Knotenpositionen, sowie die Nummern ihrer Anschlussstellen befinden sich ebenso in dieser Datei, wie die grundsätzlichen Konstruktionsdetails. Zusammen mit der bildlichen Darstellung im .pdf Format sind die erforderlichen Angaben zur Fertigung abgedeckt.



Die ausgegebenen Dateien dienen der Speicherung, Fertigung und Verbreitung der Objekte.

file.pdf Das Bild kann ausgedruckt werden und dient als Schaubild zur Hilfe beim Aufbau.

file.txt Der Text kann ebenso ausgedruckt werden und beinhaltet alle wichtigen Angaben. Gleichzeitig ist er auch die digitale Projektdatei. Beim Öffnen dieser Datei im Programm wird die Struktur wieder erstellt.

file.txt-Legende

- +
NODO.framework
- p** Projekttitel
 - d** Datum + Uhrzeit
 - m** Stabanzahl
 - k** Knotenanzahl
 - w** Stabbreite
 - l** Stablänge
 - r** Rotationswinkel
 - t** Grundelementstyp
 - l1** Verlängerung 1
 - l2** Verlängerung 2
 - l3** Verlängerung 3
 - l_A** Normalstab **l_B** Teleskopstab
 - l**-Länge **d**-Durchm. **t**-Wandstärke
-
- x -- x** Knotennr. -- Stabanschlussstelle ...
 - x -- c** Stabnr. -- Stabanschlussnr. X|Y
 - < x** Längen-Sortierreihenfolge
 - h** Stabhöhe
 - v** XYZ-Koordinate des Start-Punkt
 - v** XYZ-Koordinate des End-Punkt

file.txt



+
NODO.framework
p quader
d 12.4.2012 | t 15:54:12
m 12
k 8
w 2.00 cm
l 2.00 cm
r 0°
t 1
l1 l_A- 10.0/l_B- 7.0cm d_AB- 0.5cm
l2 l_A- 6.0/l_B- 5.0cm d_AB- 0.7cm t_AB- 0.2cm
l3 l_B- 2.0cm d_B- 0.5cm
1 -- 0 - 7 - 14
2 -- 1 - 2 - 8
3 -- 3 - 4 - 18
4 -- 5 - 6 - 23
5 -- 9 - 10 - 17
6 -- 11 - 19 - 20
7 -- 12 - 15 - 16
8 -- 13 - 21 - 22

file.pdf



1 -- c 0|1 < 5 7 -- c 12|13 < 1
h 80.00 cm h 50.00 cm
v 0.0 0.0 0.0 v 0.0 150.0 0.0
v 90.0 0.0 0.0 v 0.0 150.0 60.0

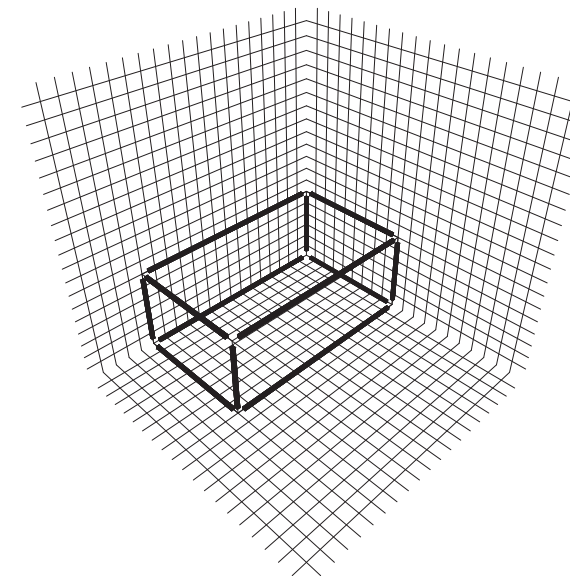
2 -- c 2|3 < 1 8 -- c 14|15 < 9
h 50.00 cm h 140.00 cm
v 90.0 0.0 0.0 v 0.0 0.0 0.0
v 90.0 0.0 60.0 v 0.0 150.0 0.0

3 -- c 4|5 < 5 9 -- c 16|17 < 5
h 80.00 cm h 80.00 cm
v 90.0 0.0 60.0 v 0.0 150.0 0.0
v 0.0 0.0 60.0 v 90.0 150.0 0.0

4 -- c 6|7 < 1 10 -- c 18|19 < 9
h 50.00 cm h 140.00 cm
v 0.0 0.0 60.0 v 90.0 0.0 60.0
v 0.0 0.0 0.0 v 90.0 150.0 60.0

5 -- c 8|9 < 9 11 -- c 20|21 < 5
h 140.00 cm h 80.00 cm
v 90.0 0.0 0.0 v 90.0 150.0 60.0
v 90.0 150.0 0.0 v 0.0 150.0 60.0

6 -- c 10|11 < 1 12 -- c 22|23 < 9
h 50.00 cm h 140.00 cm
v 90.0 150.0 0.0 v 0.0 150.0 60.0
v 90.0 150.0 60.0 v 0.0 0.0 60.0



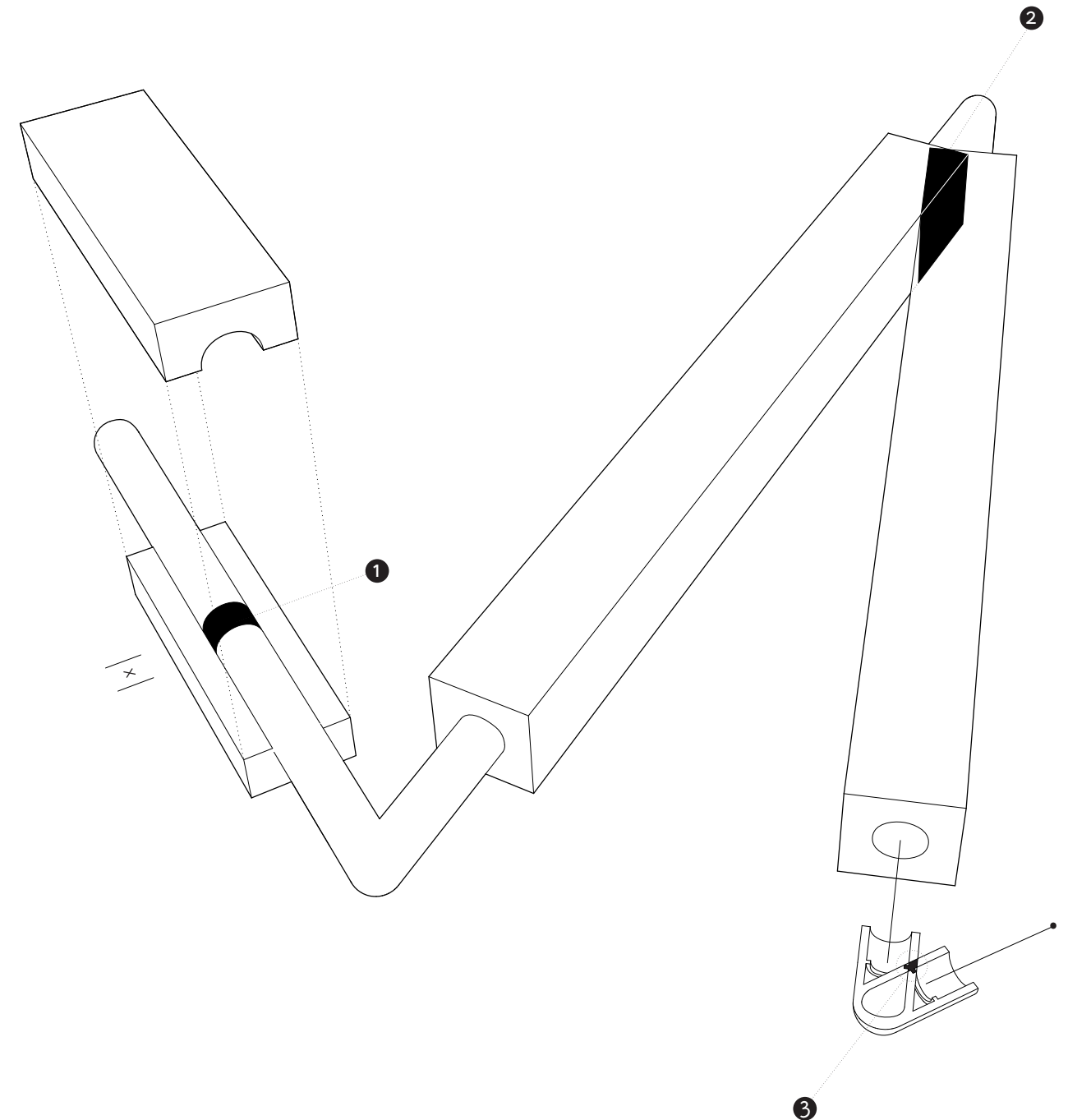
Die Funktionalität bzw. Fertigbarkeit der erstellten Struktur muss sichergestellt sein. In der ersten Version durchläuft das Objekt mehrere Prüfungen, die dies gewährleisten sollen. Einerseits sind es die programmseitig vorgegebenen Parameter, die bspw. die Machbarkeit der Systemelemente sichern, andererseits sind es drei eigenständige Kontrollen, die die Machbarkeit an jedem einzelnen Objekt gezielt überprüft. Fehler werden hierbei vom Programm an der jeweiligen Stelle farblich gekennzeichnet.

1 Die Sicherstellung der Nichtüberschneidung, der am Stab beidseitig auszuführenden Befestigungsbohrungen. Diese Prüfung markiert bei Fehlern den jeweiligen Stab blau und ist durch Verkürzung der >DISTANCE< zu beheben.

2 Die Prüfung von Stabdurchschneidungen. Dieser Test wird vom Nutzer durch die Betätigung des >CHECK< Button initiiert. Hier wird jeder Eckpunkt

eines Stabes auf Überschneidung mit den anderen Stäben überprüft. Bei Durchdringung eines angrenzenden Stabes wird dieser rot markiert. Dieses Problem kann durch die Verlängerung der >DISTANCE< bzw. durch die Veränderung des Stabquerschnittes behoben werden.

3 Der dritte Test ist eigenständig durchzuführen und bezieht sich auf die Knoten. Die Knoten müssen im knotView-Port auf Überschneidung der Anschlüsse geprüft werden. Zwei Grundwinkel von 30 oder 60 Grad dürfen hier zwischen zwei Stäben nicht unterschritten werden.



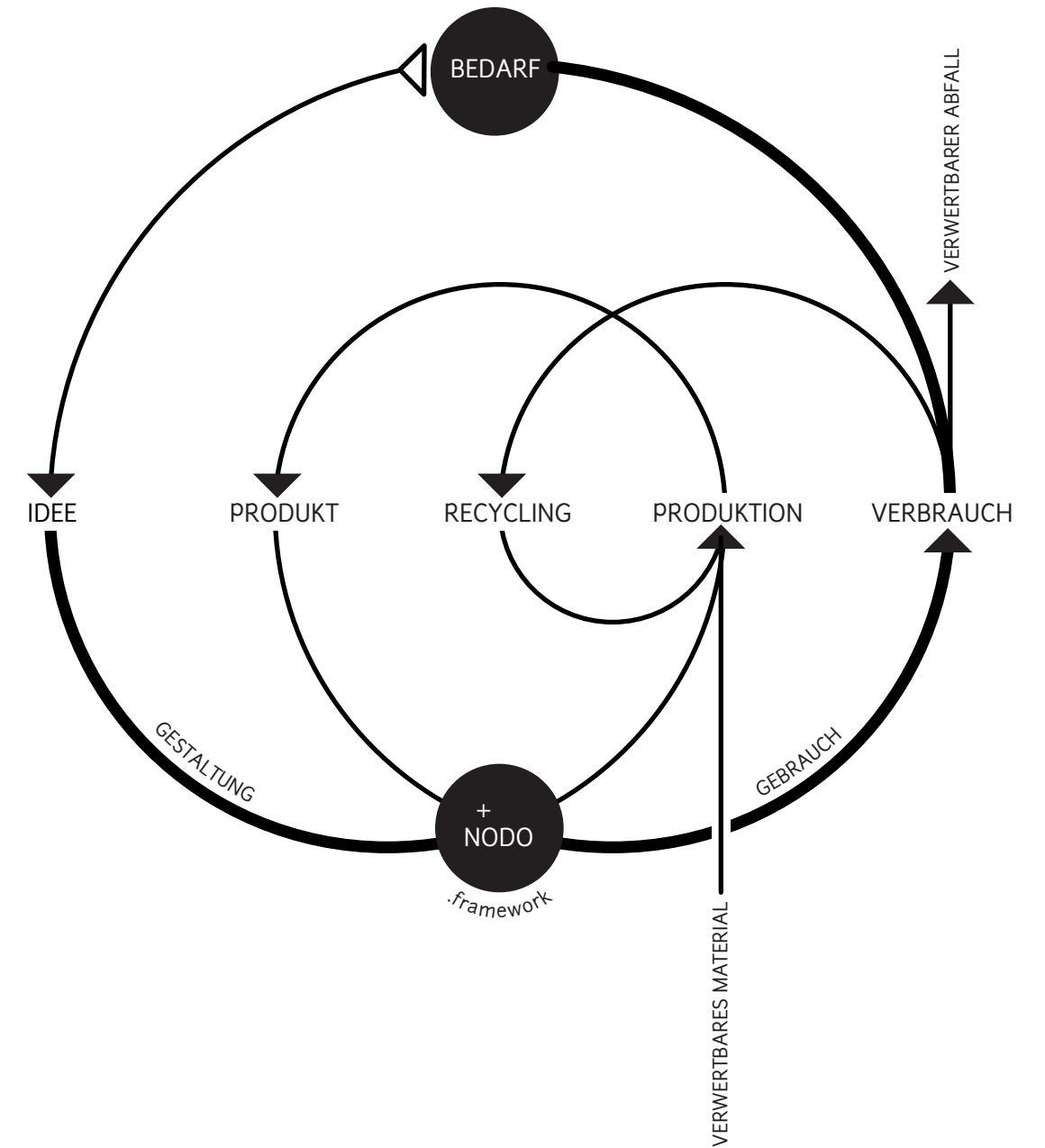
Der NODO Kreislauf baut auf zwei Säulen auf: dem aktiven Konsumenten und den modernen Informationstechnologien. Stand jahrzehntelang die Industrie am Anfang der Produktionskette, stellt der NODO.cycle den Verbraucher selbst an den Beginn. Der Nutzer sorgt nicht nur für spezifische Anleitungen, sondern setzt den gesamten Prozess auch erst in Gang. Seine direkte Nachfrage bestimmt den Bedarf, der durch die Erstellung nach eigenen Vorstellungen präzise gedeckt werden kann.

Die Möbel aus dem NODO.framework sind weltweit zugänglich. Als Dateien können sie über das Internet vielen Menschen zum Download angeboten werden.

Die Fertigung findet lokal statt. Die Dateien werden entweder an Handwerker aus der direkten Umgebung weitergegeben, oder selbst zur Anwendung gebracht. Auf Abruf vor Ort produziert,

wirkt einerseits die entfallende Vorproduktion der generellen Überproduktion entgegen und andererseits können lange Transportwege und großer Lagerbedarf reduziert werden. Die Kosten richten sich dabei ausschließlich auf die Wahl der Produktionsart, der Größe und des Materials des konkreten Stücks.

Durch die Verwendung verwertbarer Materialien ist ein nachhaltiger Produktkreislauf ermöglicht, in dem verbrauchte Objekte durch Umfunktionalisierung oder Verwertung wieder in ein neues Produkt miteinfließen. Der Kreislauf selbst ist theoretisch endlos und soll eigenverantwortlich zu einem ökonomischen und ökologischen Energie- und Ressourcenhaushalt beitragen.



Im Zentrum steht nicht mehr das Endobjekt, sondern der offene Gestaltungsprozess selbst, indem das Ergebnis statt dem Werk einer Person nun das Produkt gemeinsamer Arbeit von Designer, Hersteller und Verbraucher ist. Die jeweiligen Kompetenzen werden ausgespielt und miteinander geteilt.

Das NODO.system und das NODO.framework stellen ein Meta-design und dessen interaktive Schnittstelle dar. Sie öffnen ein Fenster zu einem über Randparameter bestimmten Möglichkeitsraum, in dem der Benutzer durch einen Prozess geführt wird. Einem kuratierten Ablauf von Schritten, die in ihrer Summe sicherstellen, dass am Ende auch ein funktionierendes Ergebnis resultiert.

Es ist nicht mehr das Produkt selbst, das gestaltet ist, sondern der Prozess, der dorthin führt, oder anders formuliert: Der Prozess ist das Produkt!

Lokale Unternehmen können durch den Einsatz von CNC-Maschinen wieder eine größere Rolle spielen. Die Objekte werden als Daten weltweit verschickt und können praktisch überall gefertigt werden.

Das 3d Drucken bietet hier große Zukunftsmöglichkeiten. Zurzeit gibt es Drucker in FabLabs auf Universitäten, vereinzelt in Unternehmen, online auf Plattformen oder in sogenannten Heimfabriken, betrieben von Privatpersonen. Der Kontakt ist vorallem online sehr einfach: Objekt raupladen, Material wählen und bestellen. Heute noch stark beschränkt, wird diese Technologie in der Zukunft in weiterentwickelter Form vermutlich weitverbreitet sein, 3d Copyshops und zunehmender Heimeinsatz sind reale Zukunftsvisionen aber auch Unternehmen, bspw. Tischlereien, könnten diese als zusätzliche Dienstleistung anbieten.

Der Nutzer sorgt nicht nur für spezifische Anleitungen, sondern setzt den Prozess auch in Gang. Er ist aktiver Teil des NODO.cycle und spielt darin die entscheidende Rolle. Art, Form und Funktion des Produktes, das Interpretieren der Möglichkeiten des NODO.framework liegen in seiner Hand. Er steht am Anfang des Prozesses und trägt bis zum Ende die Verantwortung dafür mit.

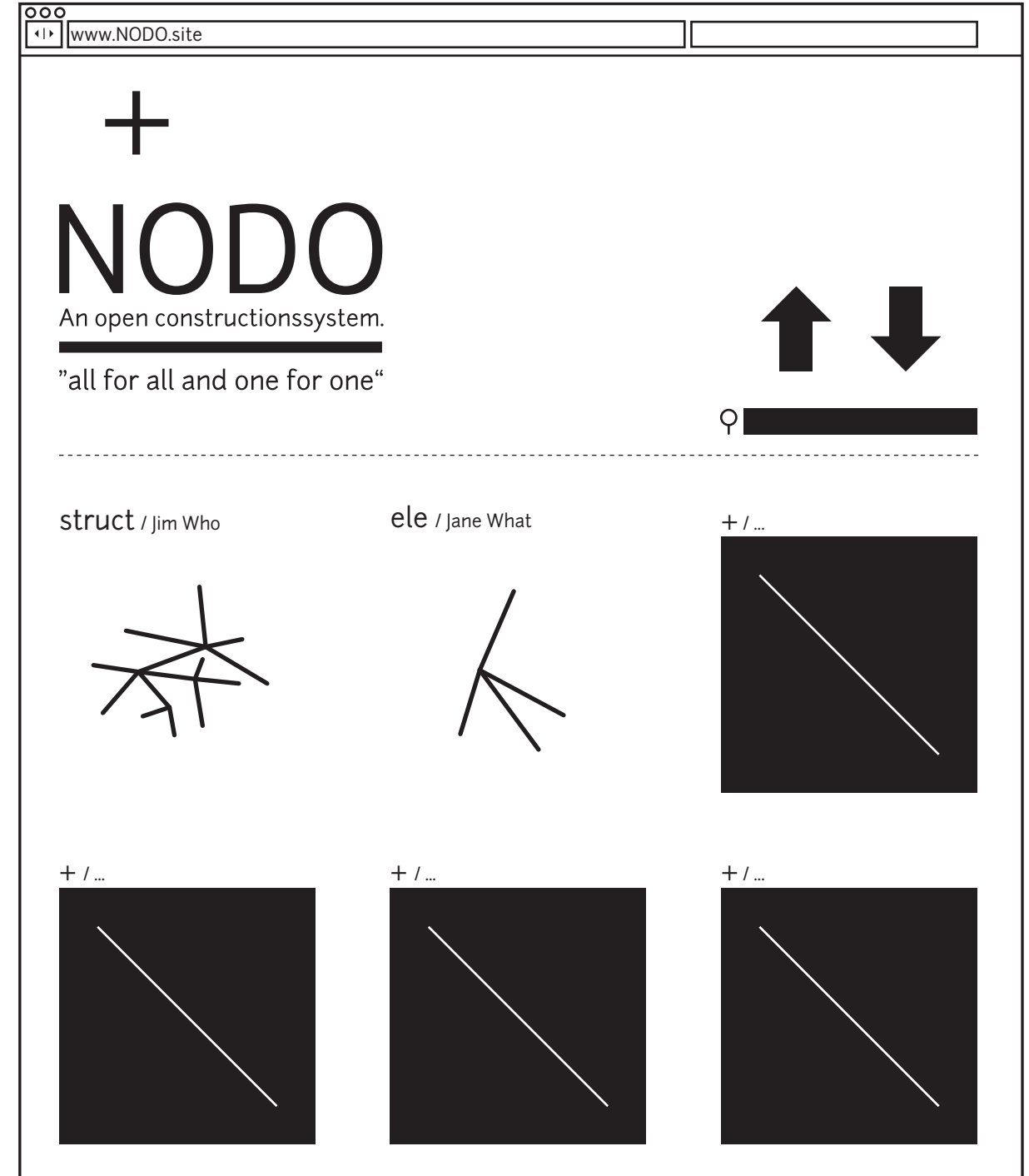
Als Plattform ist die NODO.site angedacht. Auf ihr würden die einzelnen Stränge zusammenlaufen und wieder verbreitet werden. Es wäre ein Ort der Diskussion und des Austausches in dessen Kern der Speicher für Objekte liegt. Prinzip:

Am Beginn steht der Download des NODO.framework. Für jedermann zugänglich liegt die Software neben zusätzlichen Informationen sowie, die Bedienungsanleitung auf dem Server bereit. Betriebssystem-unabhängig und mit geringem Bedarf an Rechenleistung sollte jeder Rechner in der Lage sein das Programm auszuführen.

Viele entwickelte Möbel sind auf der Plattform erhältlich und jeder kann seine Entwürfe dazu hinaufladen. Nicht kuratiert und ohne Qualitätskontrolle geht es um das Ermöglichen von Vielfalt. Die selektive Auswahl trifft jeder Besucher selbst.

Die Objekte sind in Form von Information downloadbar. Für die Ausformulierung dieser Information ist jeder Gestalter selbst verantwortlich. Bedingung für den Upload sind Bild, Beschreibung und Dateien des Objektes.

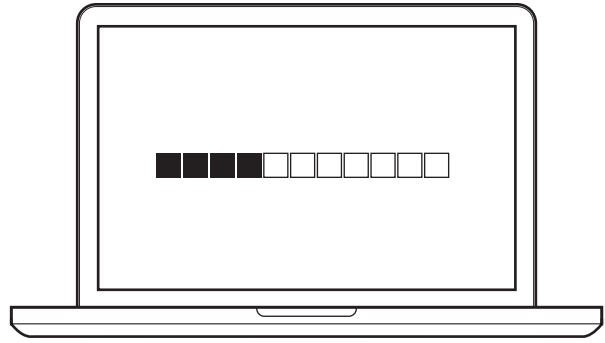
NODO lebt von seinen Akteuren, die Plattform wäre die Möglichkeit sie zu erreichen und gleichzeitig das Instrument sie untereinander zu vernetzen.



+ NODO.cycle

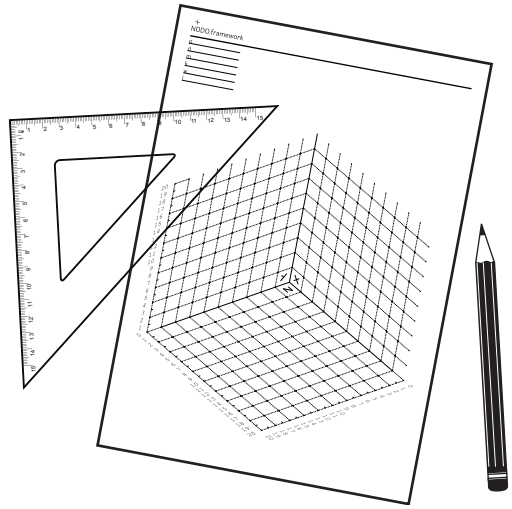
- PROCESS

2



+ Software installieren

4



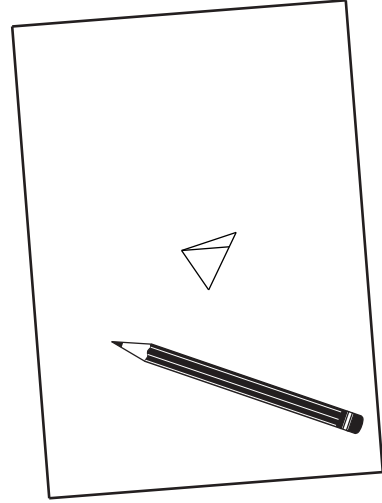
+ Punktkoordinaten definieren

1



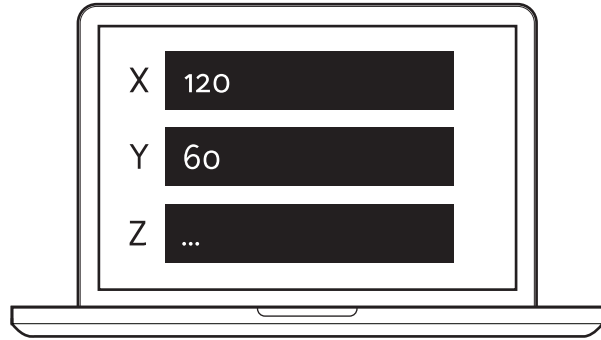
+ NODO.framework downloaden

3



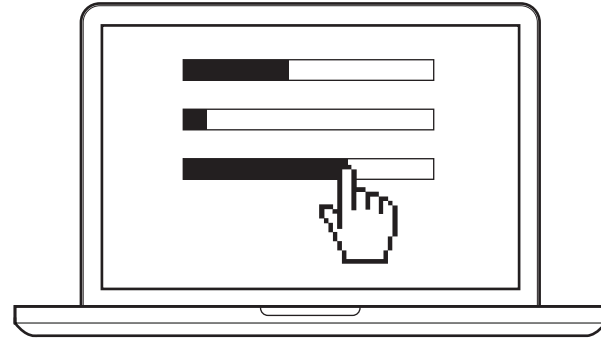
+ Objekt entwerfen

5



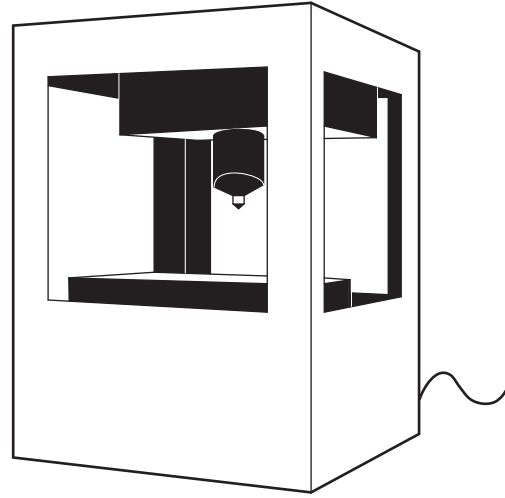
+ Punktkoordinaten eingeben

6



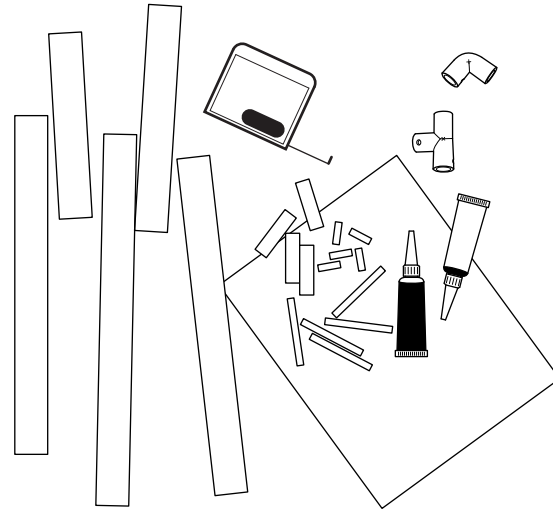
+ Strukturparameter anpassen

8



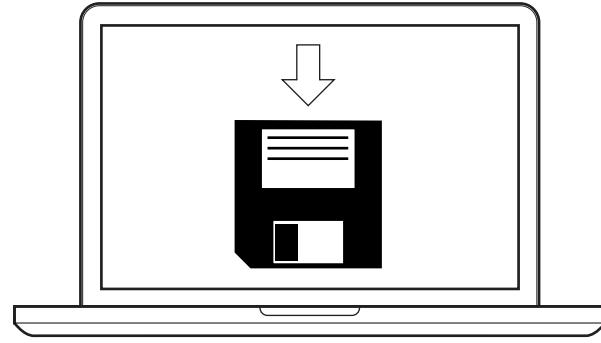
+ Knoten 3D-drucken

10



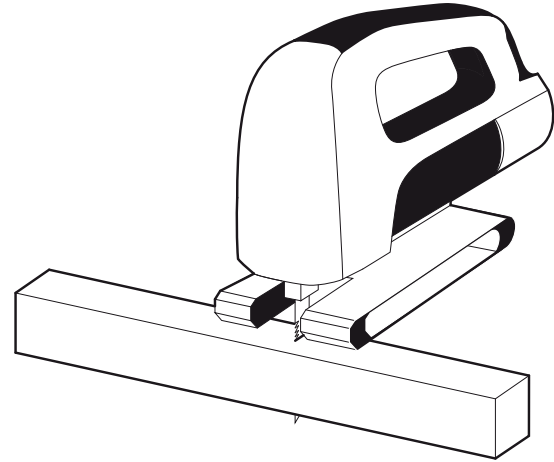
+ Einzelteile zusammenbauen

7



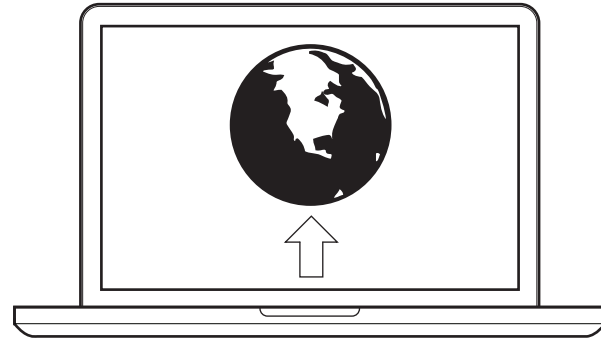
+ Dateien speichern

9



+ Stäbe und Verlängerungen anfertigen

11



+ Möbeldateien teilen

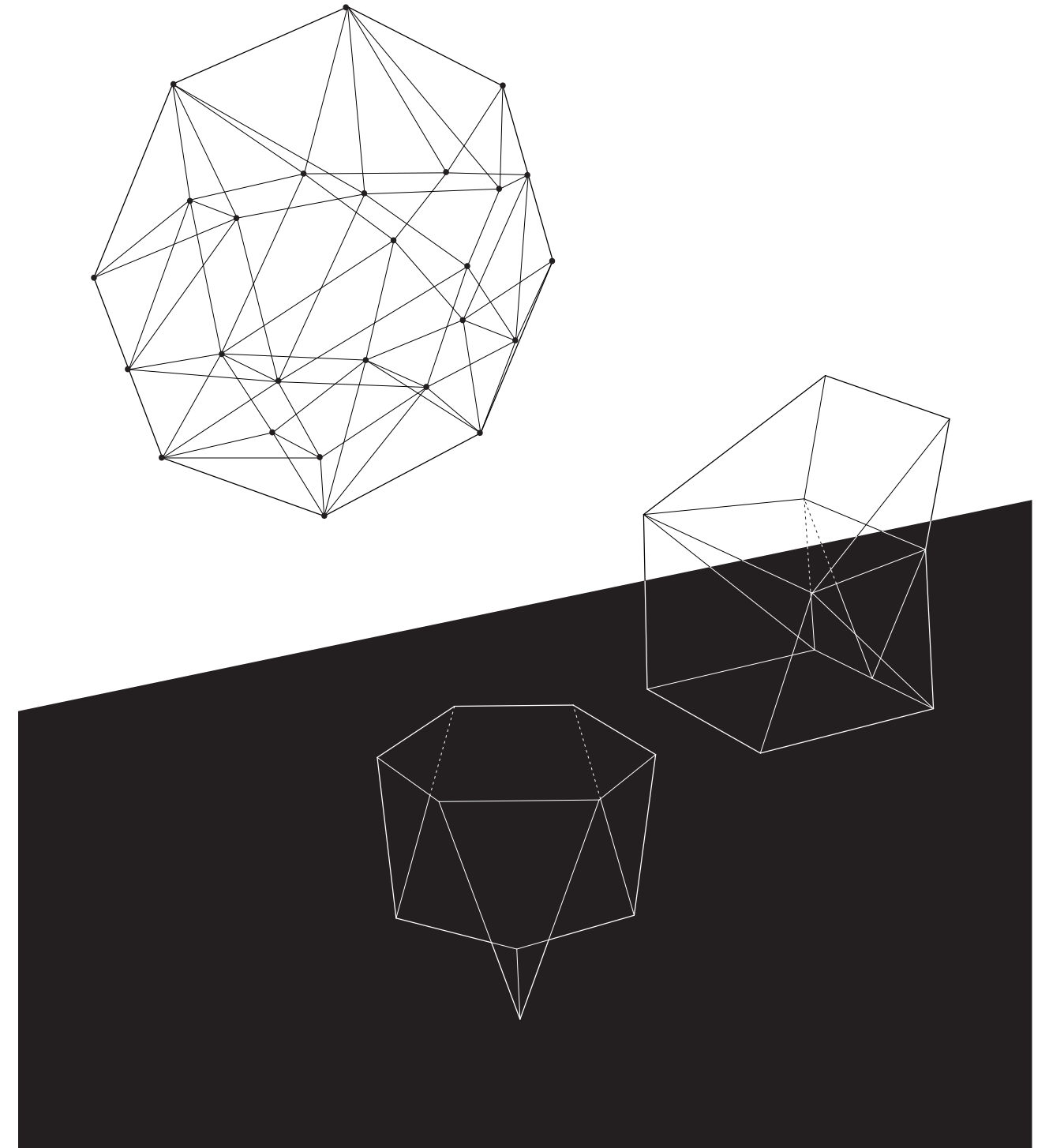
Die Intention hinter NODO war ein einfaches Konstruktionssystem zu gestalten, das es erlaubt, eine große Familie an Möbel zu erstellen. Nutzer können ihren Vorstellungen folgen und unterschiedlichste Objekte gestalten, die trotz ihrer Andersartigkeit in Art und Form einen gemeinsamen Ursprung besitzen. Die ersten Möbel aus diesem Prozess sollen diese Möglichkeiten aufzeigen.

Der Stuhl >CHA<, das Wandregal >SHE< und der Tisch >TAB< stellen gemeinsam die erste Kollektion für den Wohnraum dar.

CHA Die Rückenlehne sowie seine verbreitete Sitzfläche machen den Stuhl >CHA< zu einem bequemen Einsitzer, der durch die symmetrische Grundgeometrie einfach zu montieren ist.

SHE >SHE< ist ein Wandregal mit variablen Lege- und Stellflächen. Die parallelen normal zur Wand stehenden Stäbe können mit Seilen umwickelt und belegt werden. Die komplexe Geometrie führt einerseits zwar zu höherem Montageaufwand, repräsentiert andererseits jedoch die Möglichkeiten des Systems für unregelmäßige Formen.

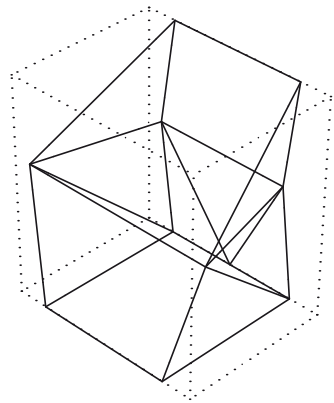
TAB Der Tisch >TAB< ist das kleinste Möbel aus der Reihe. Die wenigen Systemelemente machen den Zusammenbau einfach.



+
NODO.furniture - CHAIR

file.txt

+
NODO.framework
p CHA
d 3.5.2012 | t 09.55.14
m 22
k 11
w 3.00 cm
l 3.00 cm
r 270°
t 2
l1 l_A- 10.0/l_B- 7.0 d_AB- 0.5 cm
l2 l_A- 6.0/l_B- 5.0 d_AB- 0.7 t_AB- 0.2 cm
l3 l_B- 2.0 d_B- 0.5 cm



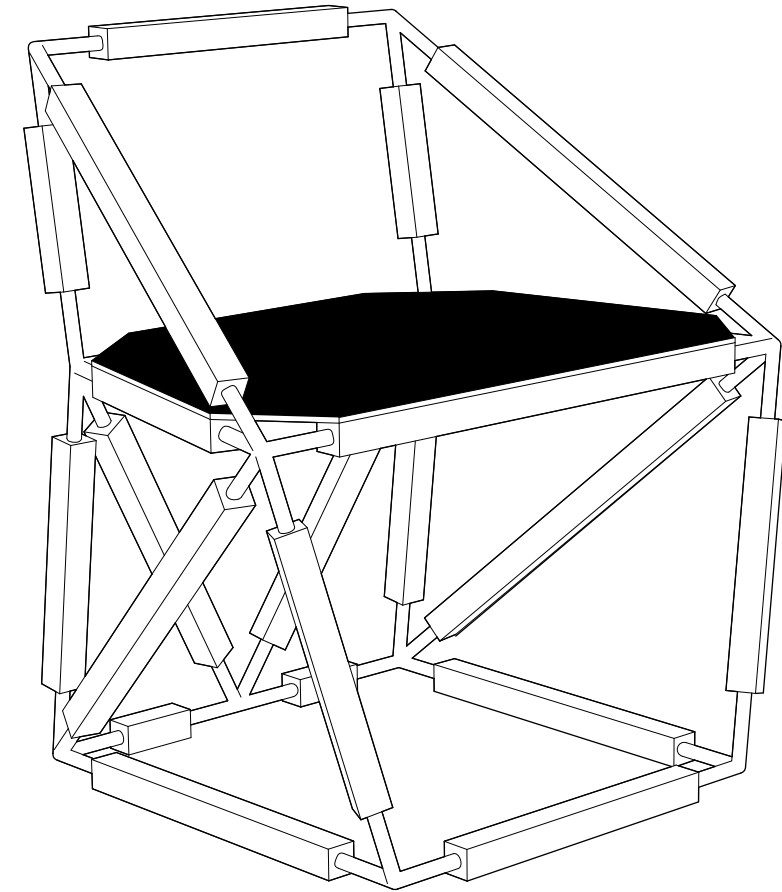
BBox
X- 65cm
Y- 50cm
Z- 70cm



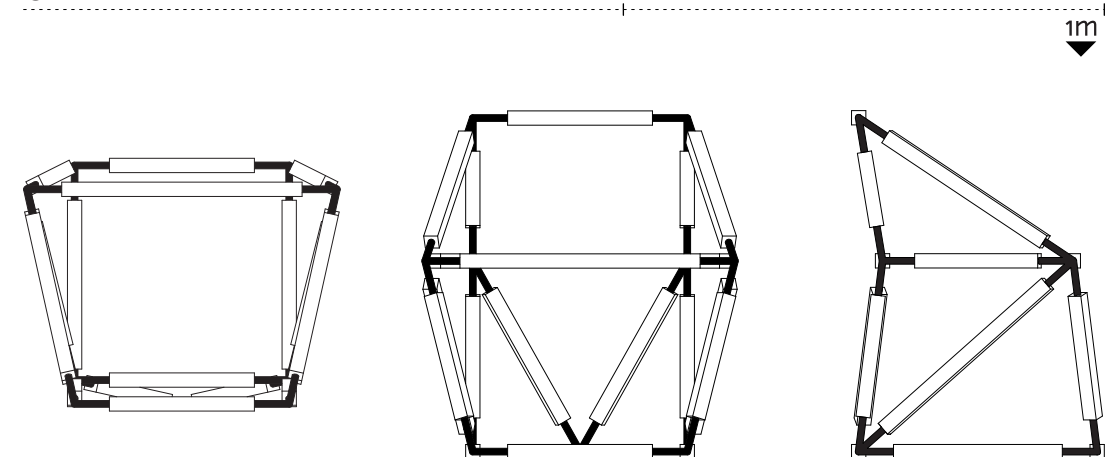
KNOTEN

1 -- 0 - 2 - 4 - 6 - 8
2 -- 1 - 29 - 32
3 -- 3 - 39 - 43
4 -- 5 - 21 - 24 - 38
5 -- 7 - 23 - 25 - 28 - 34
6 -- 9 - 10 - 12 - 15 - 16
7 -- 11 - 30 - 33
8 -- 13 - 40 - 42
9 -- 14 - 18 - 27 - 41
10 -- 17 - 22 - 26 - 31 - 37
11 -- 19 - 20 - 35 - 36

+



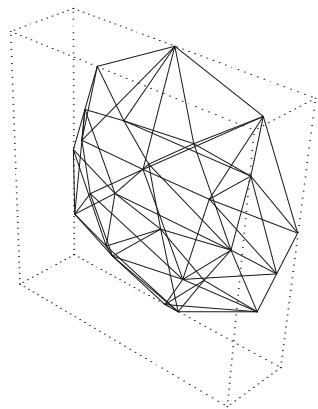
CHA



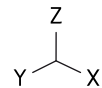
+

file.txt

+
NODO.framework
p SHE
d 3.5.2012 | t 09.55.43
m 77
k 26
w 2.00 cm
l 2.00 cm
r 90°
t 2
l1 l_A- 10.0/l_B- 7.0 d_AB- 0.5 cm
l2 l_A- 6.0/l_B- 5.0 d_AB- 0.7 t_AB- 0.2 cm
l3 l_B- 2.0 d_B- 0.5 cm

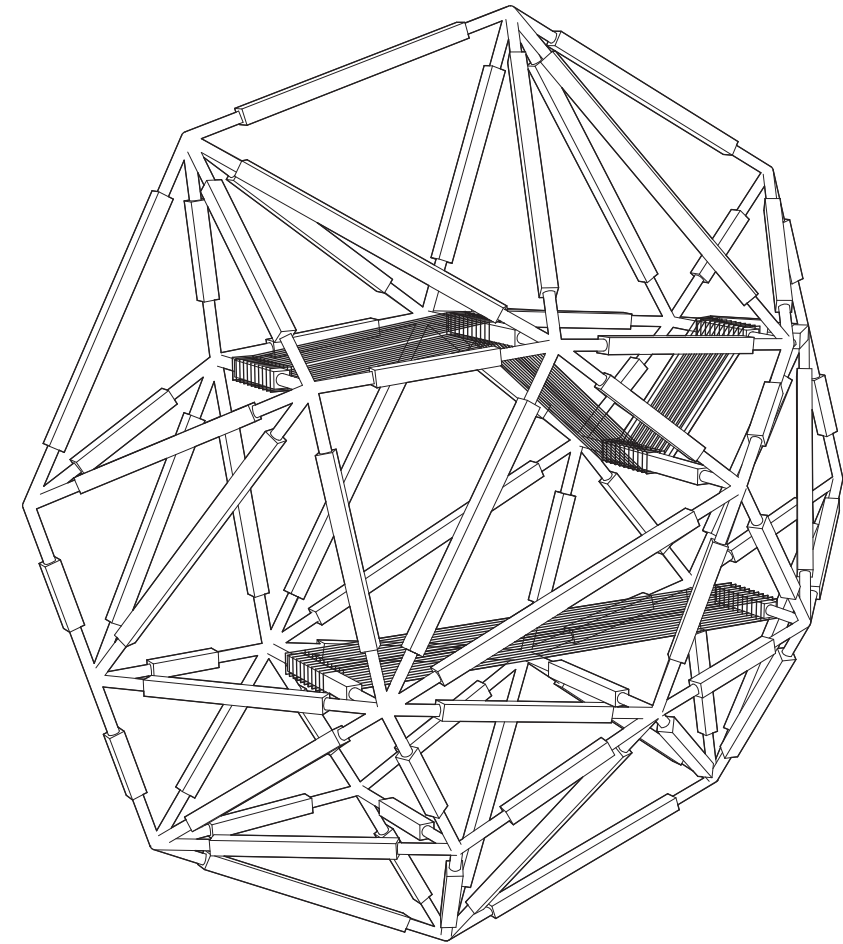


BBox
X- 122cm
Y- 35cm
Z- 122cm

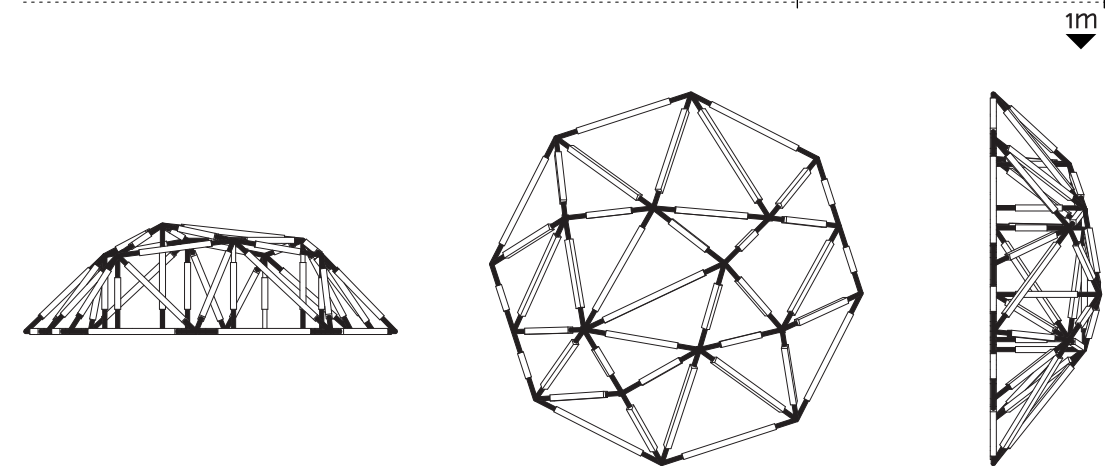


KNOTEN

- 1 -- 0 - 32 - 34 - 37 - 48
- 2 -- 1 - 65 - 66 - 86 - 130
- 3 -- 2 - 10 - 35 - 54 - 59 - 60 - 75
- 4 -- 3 - 87 - 88 - 91 - 92 - 104 - 123
- 5 -- 4 - 38 - 41 - 42 - 45 - 146
- 6 -- 5 - 16 - 18 - 20 - 27 - 46 - 102
- 7 -- 6 - 72 - 74 - 77 - 78 - 112 - 142
- 8 -- 7 - 47 - 49 - 50 - 53 - 55 - 56 - 63 - 136
- 9 -- 8 - 58 - 76 - 89 - 107 - 150
- 10 -- 9 - 73 - 111 - 138
- 11 -- 11 - 13 - 40 - 57 - 79
- 12 -- 12 - 21 - 44 - 52 - 69 - 70
- 13 -- 14 - 43 - 71 - 81 - 121 - 152
- 14 -- 15 - 39 - 116 - 140
- 15 -- 17 - 23 - 24 - 97
- 16 -- 19 - 25 - 29 - 51 - 95 - 126
- 17 -- 22 - 26 - 68 - 83 - 101 - 153
- 18 -- 28 - 31 - 33 - 62 - 64 - 133
- 19 -- 30 - 36 - 61 - 67 - 93 - 151
- 20 -- 80 - 82 - 84 - 99 - 118 - 125
- 21 -- 85 - 90 - 108 - 115 - 135
- 22 -- 94 - 96 - 98 - 100 - 103 - 128
- 23 -- 105 - 106 - 109 - 110 - 113 - 144
- 24 -- 114 - 117 - 119 - 120 - 148
- 25 -- 122 - 124 - 127 - 129 - 131 - 132 - 134 - 137
- 26 -- 139 - 141 - 143 - 145 - 147 - 149



SHE



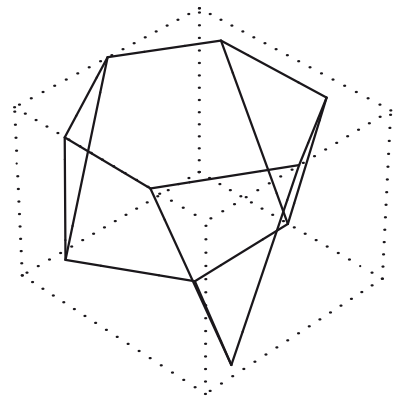


file.txt

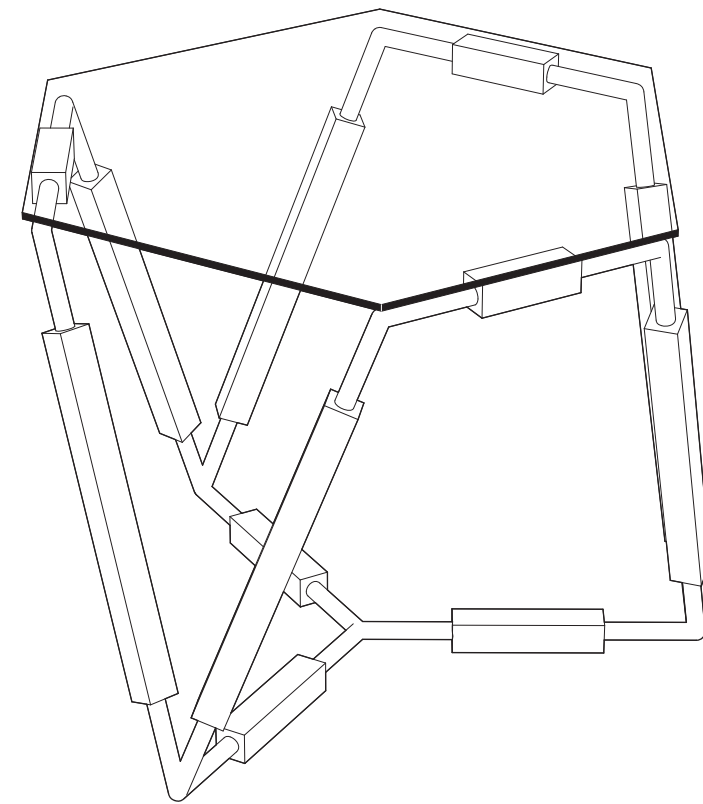
+
NODO.framework
p TAB
d 3.5.2012 | t 09.59.15
m 12
k 10
w 2.50 cm
l 2.50 cm
r 0°
t 2
l1 l_A- 10.0/l_B- 7.0 d_AB- 0.5 cm
l2 l_A- 6.0/l_B- 5.0 d_AB- 0.7 t_AB- 0.2 cm
l3 l_B- 2.0 d_B- 0.5 cm

KNOTEN

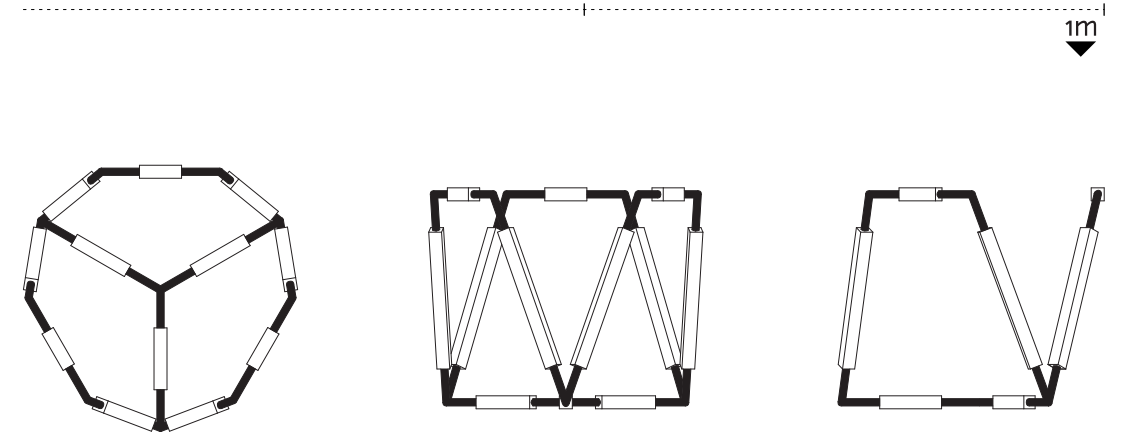
1 -- 0 - 10 - 27
2 -- 1 - 13 - 28
3 -- 2 - 17 - 18
4 -- 3 - 14 - 29
5 -- 4 - 9 - 26
6 -- 5 - 6 - 19
7 -- 7 - 8 - 20
8 -- 11 - 12 - 22
9 -- 15 - 16 - 25
10 -- 21 - 23 - 24



BBox
X- 51cm
Y- 49cm
Z- 40cm



TAB

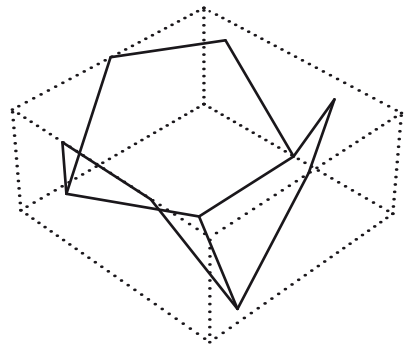


Jedes Möbel aus dem System besteht prinzipiell nur aus Information. Die Auswertung dieser für eine konkrete Umsetzung obliegt dabei jedem Einzelnen selbst. Die Materialität sowie die Form der Elemente kann nach eigenen Vorstellungen gewählt werden. Auch die Geometrie selbst kann bei Bedarf von jedem interpretiert und umgestaltet werden.

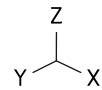
A-B Am Beispiel der Varianten des Tisches >Tab< zeigen sich einige einfache Möglichkeiten der Personalisierung.

In der Version **A** wurde die Grundform in die Breite skaliert und ein kreisförmiger Stabquerschnitt gewählt. In Version **B** sind die Punktkoordinaten unregelmäßig verzerrt und beidseitig verjüngte Stäbe eingebaut.

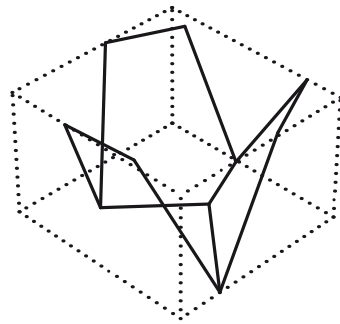
TAB / v.A



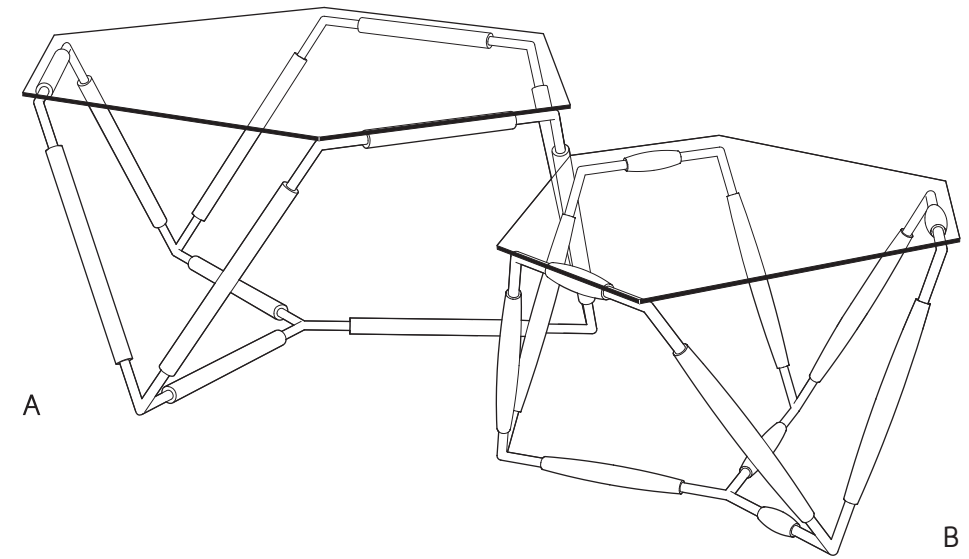
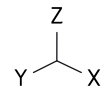
BBox
X- 86cm
Y- 84cm
Z- 40cm



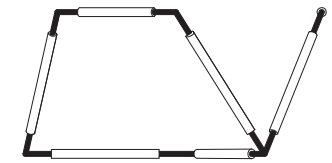
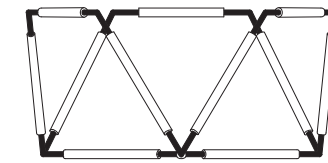
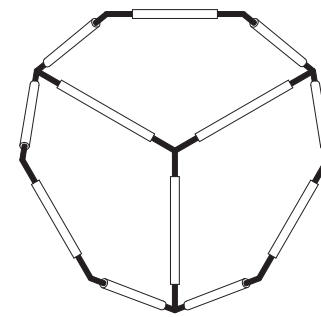
TAB / v.B



BBox
X- 63cm
Y- 59cm
Z- 40cm

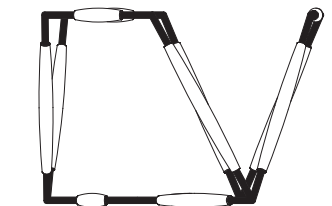
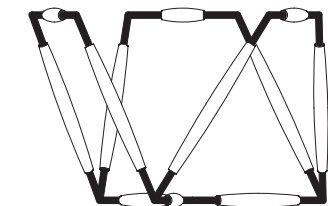
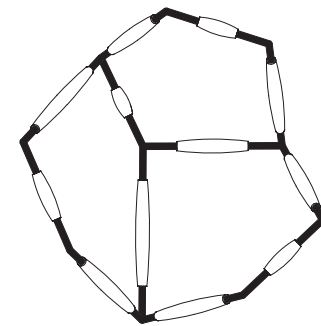


TAB / v.A



1m

TAB / v.B



1m

Wichtiger Teil des Prozesses ist Informationen zu kommunizieren. Jedes Objekt ist zwar mit der Programmausgabe zu fertigen, zusätzliche Angaben tragen aber einerseits zur Unterstreichung der Intention und Schärfung etwaiger Charakteristika bei und andererseits dienen Hilfestellungen zur genaueren und besseren Umsetzung der Idee.

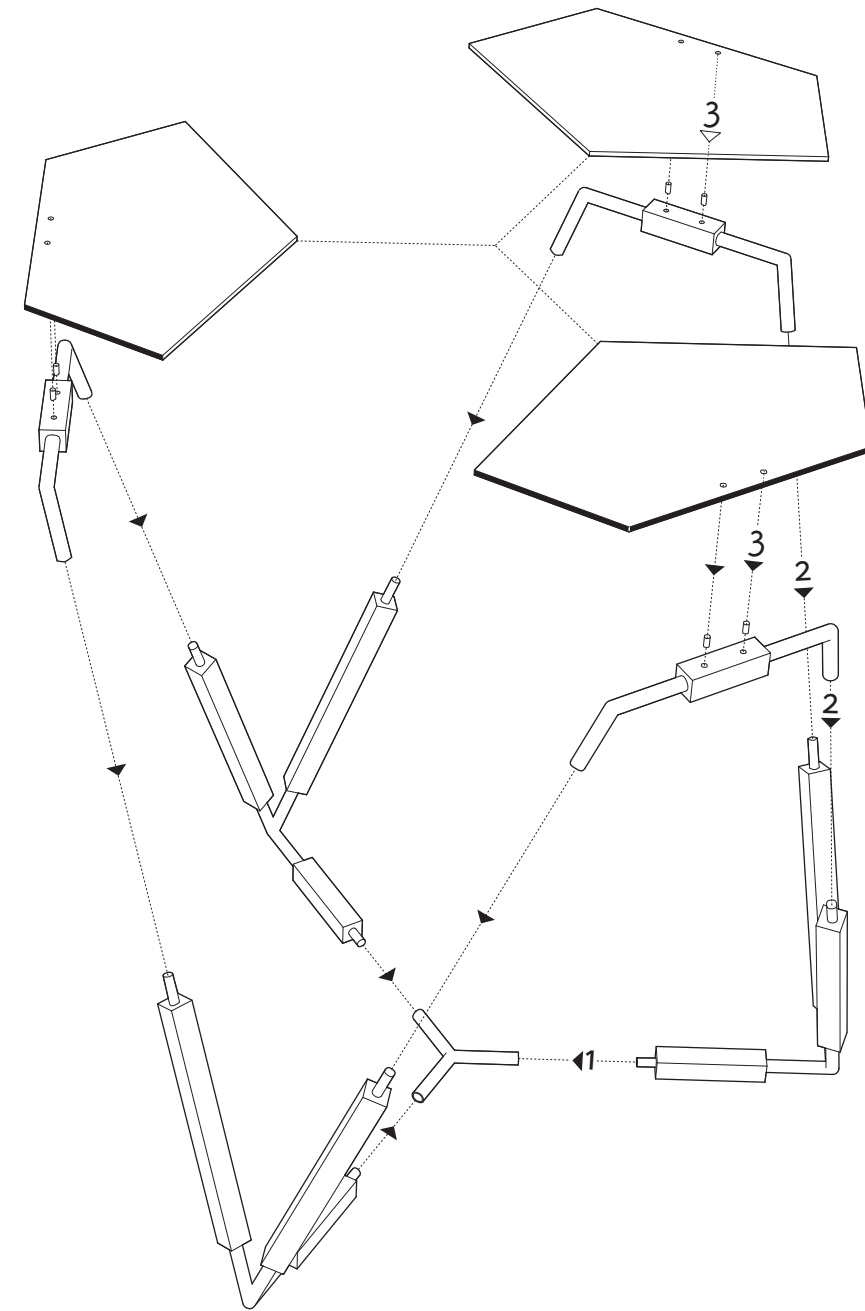
Als Mindestanhang sollte eine Bauanleitung beigelegt werden. Der Gestalter eines geteilten Objektes sollte die Montageschritte seines Möbels bestmöglichst dokumentieren bzw. Anweisungen dafür bereitstellen um weiteren Nutzern den Aufbau einfach zu gestalten.

TAB - Bestandteile:

12	Stäbe
10	Knoten
1	Deckfläche
18	Verlängerungen- Standard
6	Verlängerungen- Teleskop
30	Schrauben
6	Holzdübel

TAB - Montage:

- 1** Die neun vertikalen Stäbe an jeweiligen gemeinsamen Knoten befestigen und anschließend die Elemente am Mittelknoten zusammenführen.
- 2** Alle drei Auflagegestäbe mit je zwei Bohrungen versehen und mit den Knoten verschrauben. Zum Verbinden der Strukturteile die sechs Teleskopenden der vertikalen Stäbe in die Knoten einführen.
- 3** Abschließend die sechs Dübel in die Bohrlöcher leimen und die Deckplatte aufsetzen.



Bücher

Hauschild, Moritz; Karzel, Rüdiger: Digitale Prozesse - Planung - Gestaltung - Fertigung, München 2010.
 Mengerlinghausen, Max: Raumbachwerke aus Stäben und Knoten, Würzburg 1975.
 Reas, Casey; Fry, Ben: Getting started with Processing, Sebastopol 2010.
 Reas, Casey; Fry, Ben: Processing - a visual handbook for visual designers and artists, Cambridge 2007.
 Reas, Casey; McWilliams Chandler: Form + code in design, art and architecture, New York 2010.
 Subramanian, Narayanan: Space structures - principles and practice, Essex 2006.
 Wachsmann, Konrad: Wendepunkt im Bauen, Wiesbaden 1959.

Zeitschriften

Hovestadt, Ludger: Überwindung des Rasters, in: Arch+, (2008), 189, S.10-11.
 Gramazio, Fabio; Kohler, Matthias: Die digitale Materialität der Architektur, in: Arch+, (2010), 198/199, S.42-43.

Internetveröffentlichungen

Balmond, Cecil: (02.11.2011), <http://www.facebook.com/BalmondStudio>, (Stand:10.11.2011).
 Nielsen, Jakob: Ten usability heuristics (1994), http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html, (Stand:15.11.2011).
 Reas, Casey; McWilliams Chandler: Designing programs (2012), <http://www.creativeapplications.net/theory/designing-programs-theory/>, (Stand:09.04.2012).

Bücher (ergänzend)

Abel, Bas van (Hg.): Open design now - how design cannot remain exclusive, Amsterdam 2011.
 Iwamoto, Lisa: Digital fabrications - architectural and material techniques, New York 2009.

Zeitschriften (ergänzend)

Oxman, Rivka; Oxman, Robert: The new structuralism - design, engineering and architectural technologies, in: Architectural Design, (2010), 4, S.14-23.
 Scheurer, Fabian: Materialising complexity, in: Architectural Design, (2010), 4, S.86-93.
 Schindler, Christoph: Die Mittel der Zeit - Herstellungsinnovationen im Holzbau, in: Arch+, (2008), 188, S.92-95.
 Schindler, Cristoph: Die Standards des Nonstandards, in: GAM 06 - Nonstandard structures, (2010), 6, S.180 -193.

Ausstellungskataloge (ergänzend)

Wendepunkte im Bauen - von der seriellen zur digitalen Architektur, Ausstellung München (Architekturmuseum der TU München) 2010, Katalog Regensburg (Nerdinger, Winfried (Hg.)) 2010.

Internetveröffentlichungen (ergänzend)

Croci, Valentina: Download for design (13.06.2011), <http://www.domusweb.it/en/design/download-for-design/>, (Stand:10.01.2012).
 Erez, Tal: Design 2.0 (01.02.2011), <http://www.talerez.com/texts/design-2-0/>, (Stand:15.11.2011).
 Hinchy, Madeleine: Design for download - an interview with droog's Agata Jaworska (16.08.2011), <http://blog.vogueliving.com.au/2011/08/16/design-for-download-an-interview-with-droogs-agata-jaworska/>, (Stand:09.02.2012).

Internetveröffentlichungen (ergänzend)

Hunt, Jamer: A manifesto for postindustrial design (12.2005), http://dcrit.sva.edu/wp-content/uploads/2005/12/Manifesto_Jamer_Hunt.pdf, (Stand:10.01.12).
 Kadushin, Ronen: Open design manifesto (09.2010), <http://www.ronen-kadushin.com/uploads/2440/Open%20Design%20Manifesto-Ronen%20Kadushin%20.pdf>, (Stand:10.01.2012).
 Lomèe, Thomas: Open source design 05 - the esperanto of objects (28.06.2011), <http://www.domusweb.it/en/design/open-source-design-05-the-esperanto-of-objects/>, (Stand:02.11.2011).
 Maurer, Luna; Paulus, Edo; Puckey, Jonathan; Wouters, Roel: Conditional design - a manifesto for artists and designers (2008), <http://conditionaldesign.org/manifesto/>, (Stand:09.02.2012).
 Wick, Hanna: Drucken in der dritten Dimension - Wie generative Fertigungsverfahren die Industrie verändern (07.09.2011), http://www.nzz.ch/nachrichten/hintergrund/wissenschaft/drucken_in_der_dritten_dimension_1.12376362.html, (Stand:14.11.2011).

Nachwort

Wie schon das Industriezeitalter wurde auch das Informationszeitalter von neuen technischen Errungenschaften eingeleitet. Technologien sind Werkzeuge, die erst über ihre Verwendung eine Bestimmung erfahren und diese war lange Zeit durch den alleinigen Zugang der Industrie motiviert. Die Technologien für die Industrie, die Industrie als Produzent für alle Konsumenten. All for one and one for all.

Auch moderne Informations- und Kommunikationstechnologien waren anfänglich nur einem kleinen Kreis zugänglich. Heute eröffnen sie einen globalen Raum, indem neue Bedingungen einen Boden für ein neues demokratisches Miteinander schaffen. Diese neue Praxis des aktiven Miteinanders erschließt den Menschen Zugang zu vormals verschlossenen Prozessen und gibt ihnen selbst die Hebel in die Hand. Das führt zu neuen Formen der Gestaltung, in der jeder selbst Entscheidungen trifft und auch die Verantwortung dafür trägt. Mit dem Glauben, an einen offenen Zugang zu Technologien, ist NODO ein programmierbares Möbel für jedermann. All for all and one for one.

