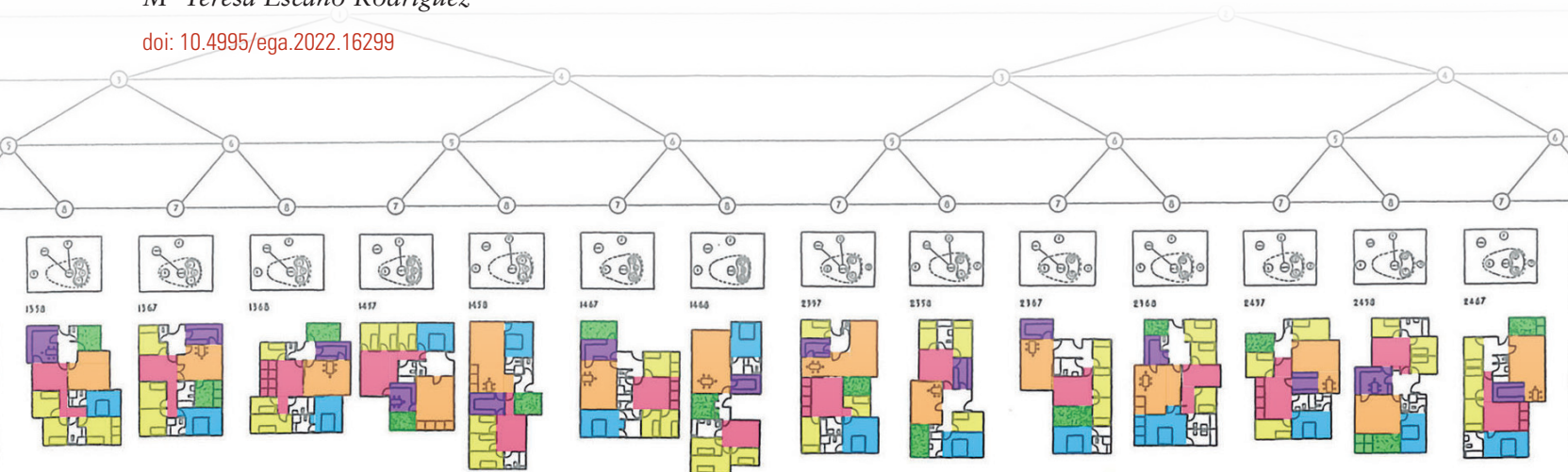


EL MÉTODO MORFOLÓGICO APLICADO A LA ARQUITECTURA EN LA HOCHSCHULE FÜR GESTALTUNG DE ULM

THE MORPHOLOGICAL METHOD IN ARCHITECTURE AT THE HOCHSCHULE FÜR GESTALTUNG ULM

M^a Teresa Escaño Rodríguez

doi: 10.4995/ega.2022.16299



Unos meses antes de abandonar Ulm, en plena crisis de su rectorado, Max Bill enunció en la *Hochschule für Gestaltung* la posible aplicación al diseño del método morfológico. Bajo el principio de orden que inspiró a Bacon y Mendeléyev, la confrontación de repertorios en tablas y gráficos resultaba ser una herramienta eficaz en la investigación científica y también en el diseño del entorno. Sin embargo, poco sabemos del recorrido de la morfología en la HfG, menos aún en *Architektur/Bauen* cuyos resultados, en competencia con otras escuelas de arquitectura, no alcanzaron la reputación de otros departamentos. El objetivo de este trabajo es

verificar la aplicación de la combinatoria en el trabajo práctico de este Departamento y desentrañar sus métodos, porque son parte fundamental de las propuestas de esta escuela.

PALABRAS CLAVE: MORFOLOGÍA, MÉTODO MORFOLÓGICO, CAJA DE ZWICKY, HOCHSCHULE FÜR GESTALTUNG DE ULM

Shortly before leaving the Hochschule für Gestaltung (HfG) Ulm, in the midst of the crisis of his rectorship, Max Bill introduced to the school of design the application of morphology to design. Under the principle of order that had inspired Bacon and Mendeleyev, the confrontation of repertoires in

tables and graphs proved to be an effective tool for scientific research and environmental design. However, relatively little is known about the course of morphology at the HfG, even less so about Architektur/Bauen, whose results, in competition with other schools of architecture, did not reach garner much of a reputation at other departments. The aim of this work is to investigate the application of combinatorics in the practical work of this HfG department, and to unravel such methods as a fundamental contribution to the proposals of this design school.

KEYWORDS: MORPHOLOGY, MORPHOLOGICAL METHOD, ZWICKY BOX, HOCHSCHULE FÜR GESTALTUNG ULM



Con el objeto de seguir la labor interrumpida de su homónima en Dessau, en 1953 arrancaba en Ulm la nueva *Hochschule für Gestaltung* (-1968), estructurada en un curso preliminar común –*Grundlehre*– y cuatro departamentos –*Architektur, Produktform, Visual Kommunikation, Information*–. La enseñanza se desarrollaría también en torno a trabajos prácticos, con un currículo de *learning-by-doing* apoyado ahora en conocimiento científico. Este modelo se habría iniciado ya en la Bauhaus con Albers, quien requería a sus estudiantes justificar sus resultados en sesiones públicas para que tomaran conciencia de los procesos. También Gropius, valedor de la HfG, alentaba en su etapa americana a una formación en arquitectura que, además de la experiencia directa, se sustentara en métodos científicos e incluyera la enseñanza de métodos.

‘Esta es la era de los métodos, y la universidad, que ha de ser la representante de la vida del intelecto humano, será una universidad de métodos’, señalaba Maldonado (1977, p.102) haciéndose eco de las propuestas de C.S. Peirce como modelo de la integración de la teoría y la praxis de métodos que habría de orientar la escuela. El propósito de sus profesores de diseñar “desde la cuchara hasta la ciudad” con rigor científico dio lugar a una amalgama de estrategias, técnicas y procedimientos trasladados de diversas disciplinas que los “ulmer” denominaron el “Ulm invisible” para su reconocimiento junto a los resultados visibles.

La primera manifestación de un método de diseño

Max Bill, uno de los fundadores, dejó valiosas pruebas en sus escritos de los procesos de sus diseños, a los

que no se ha prestado suficiente atención. En la jornada de la *Werkbund* suiza y alemana Baden-Württemberg celebrada en Ulm, Bill (1956) expone la posible aplicación al diseño de la morfología, empleada en biología para el análisis y clasificación de las formas naturales, y propuesta en los años 40 como método de investigación por el astrónomo Fritz Zwicky. El método consiste en generar mediante combinatoria un campo de variantes de diseño partiendo de unos parámetros característicos. El diseñador dispondría así de un gran número de alternativas, reduciendo errores y factores subjetivos, antes de tomar una decisión.

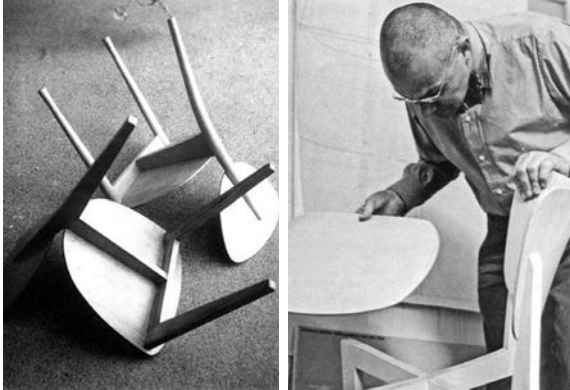
Bill reconocía (1956) que la investigación de posibilidades jugaba un importante papel en su obra plástica, y que la había aplicado también al diseño con resultados satisfactorios. Debía referirse a sus sillas con estructura en T y cruciforme (Fig. 1a-b) porque en 1952 escribía sobre una silla (Bill 1952): primero, es necesario fijar su función, sentarse, y determinar cómo y durante cuánto tiempo –número de patas, respaldo–; después se agregan otras funciones: desplazamiento, peso, limpieza, y, finalmente, el material y los recursos técnicos y económicos. Se descartan en cada etapa las alternativas que no cumplan los objetivos hasta llegar a una silla que satisfaga todos ellos.

Provocando el desconcierto en la *Werkbund*, Bill (1956) describía el desarrollo de posibles cucharas, ilustrado después por Bonsiepe (Fig. 2): primero, determinamos los parámetros partiendo de los rasgos característicos del objeto –material, mango, cuenco, precio, medios de producción– y otros nuevos que consideremos añadir. Después, expandimos cada rasgo: todos los materiales posibles, todos los medios de produc-

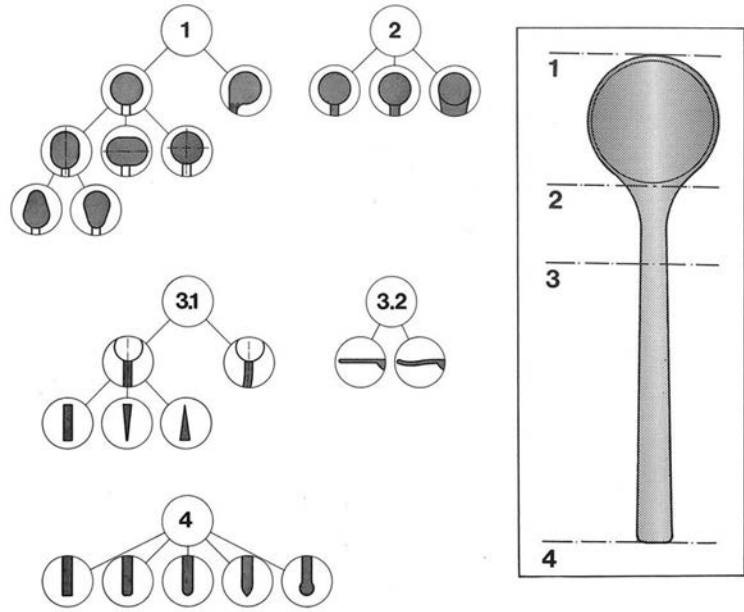
In order to continue the interrupted work of its counterpart in Dessau, the new Hochschule für Gestaltung was established in Ulm in 1953 (-1968), with a one year’s foundation course –*Grundlehre*– and four departments –*Architektur, Produktform, Visual Kommunikation, Information*. Teaching would also be developed around practical work, with a learning-by-doing curriculum now supported by scientific knowledge. This model had already been applied at the Bauhaus by Josef Albers, who required his students to justify their results in public sessions, in order to make them fully aware of their processes. During his American period, Walter Gropius, a promoter of the HfG, also encouraged an architectural education that, in addition to direct experience, was based on scientific methods and included the teaching of methods. “This is the era of methods, and the university, which has to be the representative of the life of the human intellect, will be a university of methods”, T. Maldonado (1977, p.102) pointed out, echoing C.S. Peirce’s proposals of a model of the integration of theory and praxis of methods that would guide the school. The aim of the teachers to design “from the spoon up to the city” with scientific rigor gave rise to an amalgam of strategies, techniques and procedures transferred from various disciplines that the “Ulmer” called the “invisible Ulm” to give it recognition, alongside the visible results.

Max Bill, one of the founders of the Ulm Design School, left valuable evidence in his writings of his design processes, to which not enough attention has been paid. At the Swiss and German Werkbund Baden-Württemberg conference in Ulm, Bill (1956) presented the possible design application of morphology, as used in biology for the analysis and classification of natural forms and proposed in the 1940s as a research method by the astronomer Fritz Zwicky. The method consists of generating, by combinatorics, a field of design variants based on characteristic parameters. The designer would then have a large number of alternatives, reducing errors and subjective factors, before making a decision.

Bill acknowledged (1956) that the investigation of different possibilities played an important role in his concrete artwork, and that he had also applied it to design with satisfactory results. He must have been referring to his T-frame and cross-frame chairs (Fig. 1a-b), because, in 1952, writing about a chair (Bill, 1952) he outlined this



1



2

process: First, it is necessary to establish its function –sitting– and to determine how and for how long –number of legs, backrest; then other functions are added: moving, weight, cleaning, and, finally, the material as well as the technical and economic resources. Alternatives that do not meet the objectives are discarded at each stage until a chair is found that satisfies all of them. Stirring up controversy at the Werkbund conference, Bill (1956) described the development of possible spoons, later illustrated by G. Bonsiepe (Fig. 2). In this process, first, we determine the parameters based on the characteristic features of the object –material, handle, cavity, price, means of production– and other new features that we can consider adding. We then expand each on feature, considering all possible materials, all possible means of production, all possible cavity shapes, all possible cross sections, etc. “Within that field one can seek ... surprising new results, since, theoretically, the combination possibilities are limitless.” (Bill, 1956).

The title was already irritating ... As Central Europeans with a solid background, we might expect morphology to be an examination of existing things ... whereas, for Bill, design is an unknown thing (a possibility, a probability), which must be constructed through morphology. (Sperlich, 1956)

Bill was a pioneer in noticing the new possibilities of this method that would be especially conducive in Ulm under a new design concept such as *problem-solving*, an iterative process alternating two elementary actions of variety creation and variety reduction, interspersed with practical routines:

1. Produce variety and ...
2. eliminate variety
3. and produce variety (Curdes, 2011)

ción, las formas posibles de cuenco, las secciones transversales posibles, etc. ‘Dentro de ese campo se pueden buscar... resultados nuevos sorprendentes ya que, teóricamente, la posibilidad de combinación no tiene límites.’ (Bill 1956).

Ya el título irritaba... Como centroeuropeos con una formación sólida, podríamos esperar que la morfología fuera un examen de las cosas existentes..., mientras que para Bill el diseño es una cosa desconocida (una posibilidad, una probabilidad), que debe ser construida mediante la morfología. (Sperlich 1956)

El método morfológico en el *problem-solving*

Bill fue pionero en advertir las nuevas posibilidades de este método que sería especialmente propicio en Ulm bajo un nuevo concepto de diseño como *problem-solving*, un proceso iterativo en el que se alternan dos acciones elementales de creación de variedad y de reducción de variedad intercaladas con rutinas prácticas:

1. Producir variedad y...
2. eliminar variedad
3. y producir realidad (Curdes 2011)

Los metodólogos, llegados en 1958 a la HfG, encabezados por el matemático Rittel, trasladaron este concepto desde las nuevas ciencias

en cuyo ámbito se desarrollaban los primeros lenguajes simuladores del pensamiento humano como un flujo retroalimentado de generación de alternativas y de elección, a través del estudio del proceso de aprendizaje durante la resolución experimental de problemas.

En sus clases teóricas, Rittel animaba a emplear la *Zwicky-Box* en los departamentos, y en el *Grundlehre* bajo su dirección, la morfología se utilizó tanto para estudiar alternativas de diseño (Fig. 3) como de actuación en una cadena de situaciones condicionadas como las implicadas en “teoría de juegos”. Según Rittel (1992 p.75-92), los parámetros de partida no son ni objetivos ni fijos, porque requieren de una decisión previa y pueden variar si no se alcanza un resultado satisfactorio. Después también las alternativas se sometían a filtros lógicos que podían incrementarse hasta llegar a una única solución.

Aparte de estas referencias al método morfológico, su aplicación en el trabajo práctico de los departamentos no resulta en absoluto evidente, menos aún en los dispersos y escasamente documentados trabajos del más desconocido *Architektur*. Ha sido necesario examinar innumerables materiales sobre la escuela



1. Max Bill: sillas fabricadas por Hörgen-Glarus
 - a) Silla con estructura en T. Prototipos con patas de sección cuadrada y circular, 1950.
 - b) Silla con estructura cruciforme, 1951. (Bill, 2008, pp.51,75)
2. Cladograma de una cuchara (Bonsiepe 1978, p.169). El gráfico había ilustrado “Design-Analyse. Messer, Gabel, Löffel” en el número 38 de *form* de 1967. Desde 1962, Bonsiepe publicó con cierta periodicidad en esta revista análisis morfológicos de diferentes aparatos y objetos
3. Caja de Zwicky de los medios de transporte. Estudiante: G. Curdes. *Grundlehre* 59/60. Profesores: Rittel/Fröshaug. (Curdes 2011, p.11)

1. Max Bill: chairs manufactured by Hörgen-Glarus.
 - a) T-frame chair. Prototypes with square and circular section legs, 1950.
 - b) Cross-frame chair, 1951. (Bill, 2008, pp.51,75)
2. Cladogram of a spoon (Bonsiepe, 1978, p.169). The figure was presented in “Design-Analyse. Messer, Gabel, Löffel” in issue 38 of *Form* 1967. From 1962 on, Bonsiepe regularly published morphological analyzes of different objects in this magazine
3. Zwicky Box of means of transport. Student: G. Curdes. *Grundlehre* 1959/60. Instructors: Rittel/Fröshaug. (Curdes, 2011, p.11)

para detectar que, bajo diferentes designaciones, formas y propósitos, se encuentra el mismo método enunciado por Bill, y los ejemplos reunidos en este artículo condensan gran parte del material existente sobre el tema. Estas dificultades explican la ausencia de estudios dirigidos a visibilizar los métodos de diseño empleados en la escuela, a pesar de su afamado cientifismo.

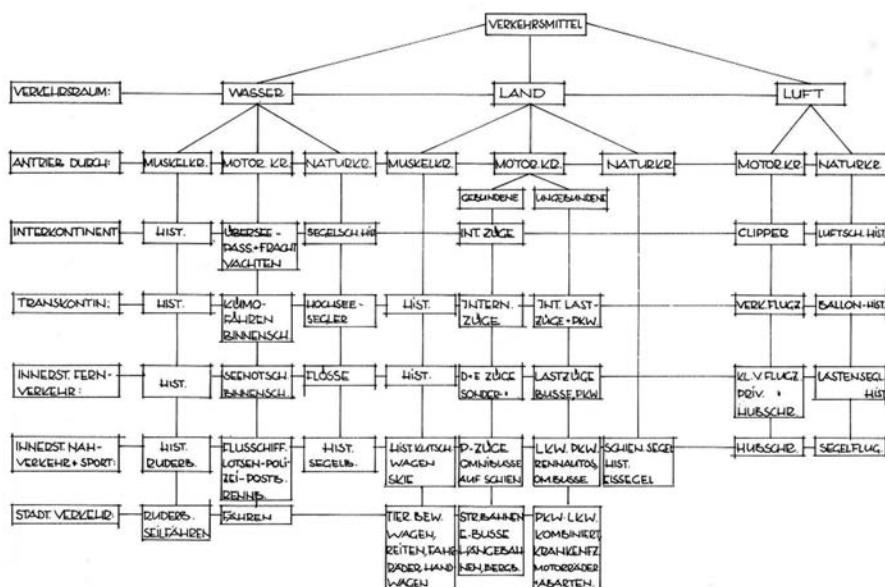
Las manifestaciones gráficas permiten identificar y comprender cómo se aplicó la combinatoria: los grafos, llamados morfogramas si son icónicos y cladogramas si son ramificados (Fig. 2), donde los parámetros se ordenan en columnas –u otra disposición– y se unen entre sí uno de cada columna (Fig. 4); y las tablas o matrices n-dimensionales, llamadas cajas de Zwicky o cajas morfológicas, donde los parámetros se relacionan sucesivamente con los resultados de las matrices anteriores.

Las aplicaciones técnicas

Encontramos pruebas de que el desarrollo de posibilidades fue alentado por Bill también en el Departamento *Architektur* como estrategia de diseño arquitectónico. Graf (1989) señalaba en su *Diplomarbeit* la necesidad de ‘encontrar variaciones de las soluciones óptimas y registrar las secuencias espaciales para disponer más tarde de ellas para el diseño...’. También Schnaidt, des-

The methodologists, who arrived at the HfG in 1958, led by the mathematician Horst Rittel, transferred this concept from the new sciences. By studying the learning process in problem-solving situations, the first simulating languages of human thought were developed as a feedback flow for the generation of alternatives and choice. In his theoretical lectures, Rittel encouraged the use of the Zwicky Box in the various departments, and in the foundation course under his direction, morphology was used both to study design alternatives (Fig. 3) and action possibilities such as those involved in “game theory”. According to Rittel (1992 p.75-92), starting parameters are neither objective nor fixed, because they require a prior decision and may vary if a satisfactory result is not achieved. The alternatives were then also to be subjected to logical filters that could be increased in number until a single solution was reached. Aside from these references to the morphological method, its implementation in the practical work of the departments is by no means evident, even less so in the scattered and sparsely documented works of the little known *Architektur* department. It has been necessary to examine innumerable materials relating to the school to identify, under different designations, forms and purposes, the same method proposed by Bill, and the examples gathered in this article bring together a large part of the existing materials on the subject. Such difficulties explain the absence of studies aimed at highlighting the design methods used in the school, despite its famed scientism. Two particular types of figures allow us to identify and understand how combinatorics was applied: graphs, called morphograms, if they are iconic, and cladograms, if they are branched (Fig. 2), in which parameters are arranged in columns, or another ordering, and one from each column is linked (Fig. 4); and tables, or n-dimensional matrixes, called Zwicky Boxes, or morphological boxes, in which the parameters are successively related to the results of the previous matrixes.

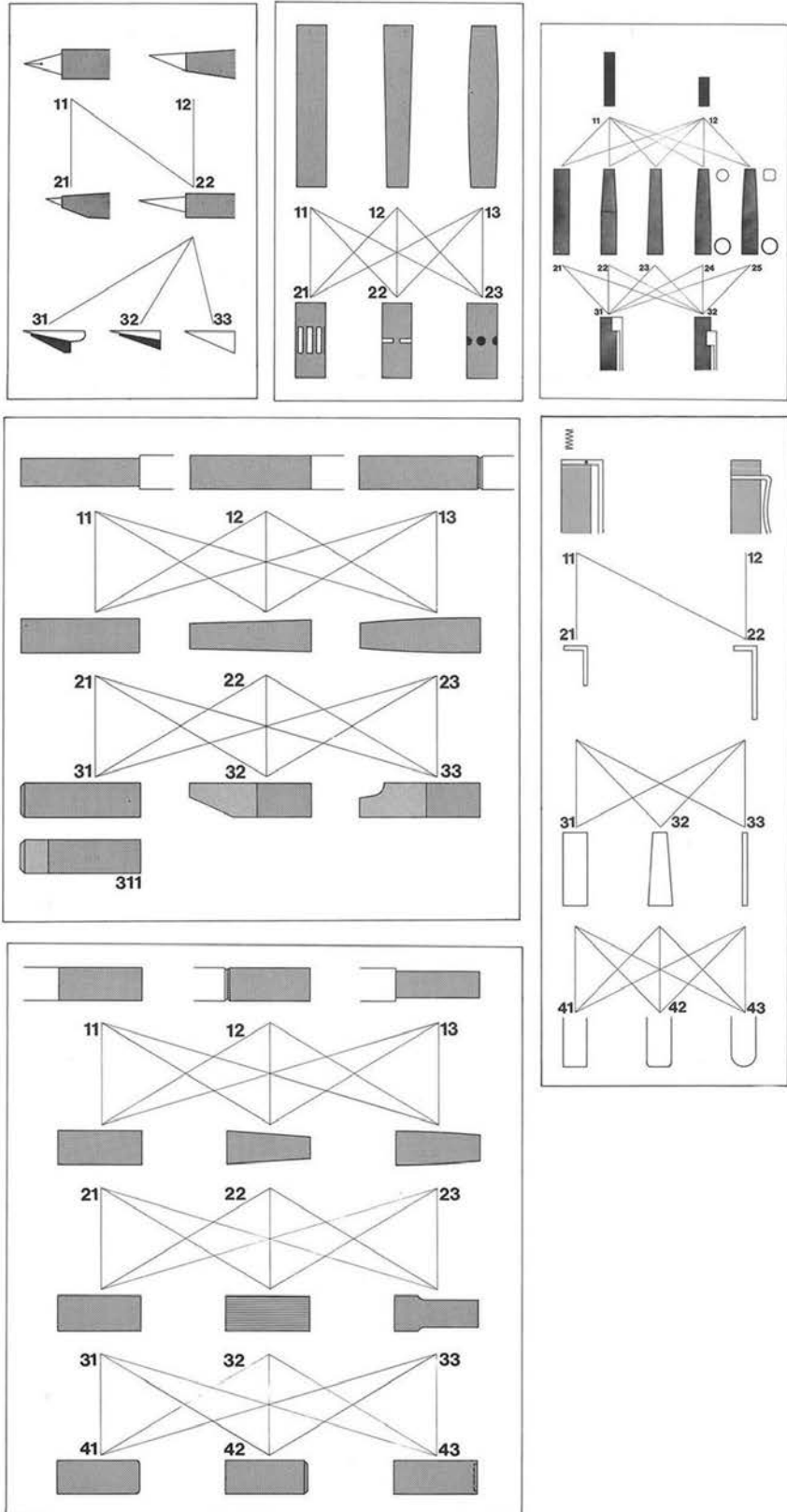
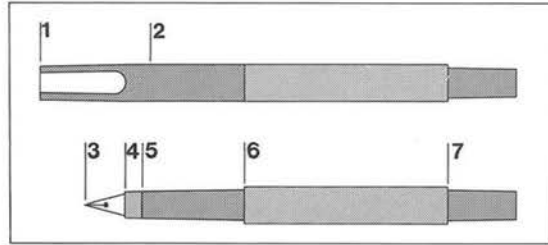
We found evidence that developing possibilities was encouraged by Bill also in the *Architektur* department as an architectural design strategy. Max Graf (1989) pointed out, in his diplomawork, the need to “find variations of optimal solutions, and record spatial sequences in order to make them available later for design ...”.



graph. darstellung
aus: rittel - fröshaug
19. jh. 8/1959
g. Curdes



Also Claude Schnaidt, a later lecturer of the school, defined his universal joint system, in combinatorial terms, with three parameters, complexity –number of components–, type –profile, position–, and modality –contact, connection–, and he quantified statistically the versatility of his system in what looks like a first attempt to apply M. Bense’s “information aesthetics” to architecture (Fig. 5a-b). Industrialized construction, the new focus of the department, which was rebranded *Bauen* after the “Era of Max Bill”, had led to a systemic approach to design under which models of order and functioning would prevail over formal issues, and catalogs of components and their combinations over individual projects. Under this Fordist model, the morphological box was used with new purposes, to optimize production processes and investigate new technical forms. At the end of the 1961/62 academic year, Rudolf Doernach presented in Milan a prefabrication theory, relating, among various management techniques –introduced by Rittel and G. Ciribini– and sociology techniques, certain graphic figures arranged in rows –geometry, cross-section, additivity, surface division, stiffening, use- for a cylindrical structure system that we have identified as a morphological box (Fig. 6). A month later, in Paris, he presented a diagram of the production of a double and triple-layer structure system, based on two parameters relating to mechanical work, –T tension, C compression, T+C bending–, and to the material of the layers –lattice, shell, skin (Fig. 7). The diagram shows 8 of the 35 possible double-layer structures, and an evaluation of their possible industrialization according to the following criteria: reusable formwork, lost casting structure, integral sub-/superstructure, sandwich components, mobile structure, dynamic mobile structure and environmental control. We assume that, like other techniques collected together by Doernach, this combinatorics was part of his didactics at the Building Department of the HfG. His original experiments have gone completely unnoticed, despite preceding Z.S. Makowski’s systematic studies of three-dimensional spatial structures at Battersea College, and G. Minke’s use of the morphological box for the investigation of tensile and pneumatic structures. Minke defined these structures as a function of system, form, material and size,





4. Morfograma de una pluma estilográfica recogido junto a otros métodos y técnicas en el manual de diseño industrial de Bonsiepe (1978, pp.170-2), publicado tras el cierre de la HfG

5. Sistema de construcción universal e integral
a) C. Schnaidt: trabajo práctico de diplomatura *Universale und Integrale Baukonstruktion*. 1959 (Frattelli 1973, p.106)

b) *Institut für industrialisiertes Bauen: Integrale Baukonstruktion* como desarrollo del *Diplomarbeit* de Schnaidt (Ohl 1963, p.402)

4. Morphogram of a fountain pen, presented together with other methods and techniques (Bonsiepe 1978, pp.170-2), published after the closure of the HfG

5. Universal and integral construction system
a) C. Schnaidt: practical diploma work *Universale und Integrale Baukonstruktion*, 1959 (Frattelli, 1973, p.106)

b) *Institut für industrialisiertes Bauen: Integrale Baukonstruktion* as a development of Schnaidt's diploma-work (Ohl, 1963, p.402)

pués profesor, definía en términos combinatorios su sistema de unión universal con tres parámetros, complejidad –número de componentes–, tipo –perfil, posición– y modalidad –contacto, conexión–, cuantificando estadísticamente su versatilidad en lo que parece un intento primitivo de aplicar la “teoría de la información estética” de M. Bense a la arquitectura (Fig. 5a-b). La construc-

ción industrializada, orientación del redenominado *Bauen* tras la “etapa Bill”, había conducido a un enfoque sistémico del diseño bajo el que prevalecerán los modelos de orden y funcionamiento sobre las cuestiones formales, y los catálogos de componentes y de sus combinaciones sobre los proyectos singulares.

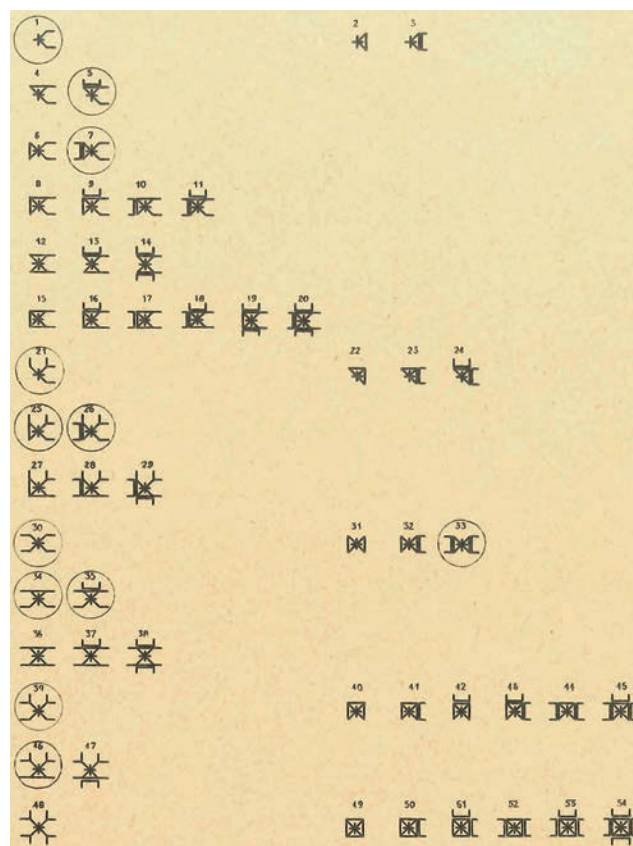
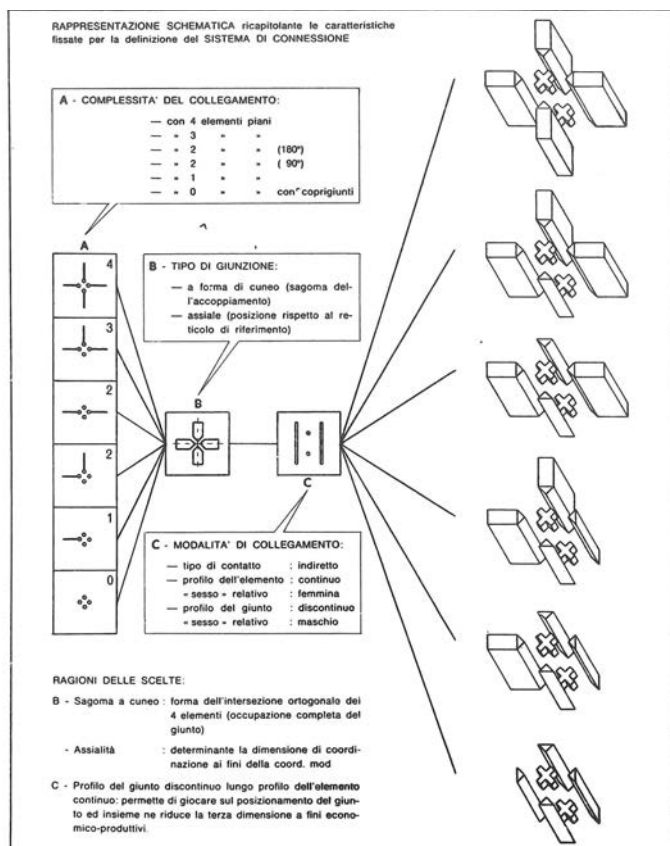
Bajo este modelo fordista, la caja morfológica se retomó con nuevos propósitos, para optimizar procesos productivos e investigar en nuevas formas técnicas.

Al final del curso 61/62, el profesor Doernach presentaba en Milán una teoría de la prefabricación reuniendo, entre diversas técnicas de gestión empresarial –introducidas por Rittel y G. Ciribini– y de sociología, unos gráficos ordenados en filas –geometría, sección, aditividad,

Structure = f(S,F,M,G), and applied successive matrixes to combine these parameters. This investigation of pneumatic structures was based on eleven criteria:

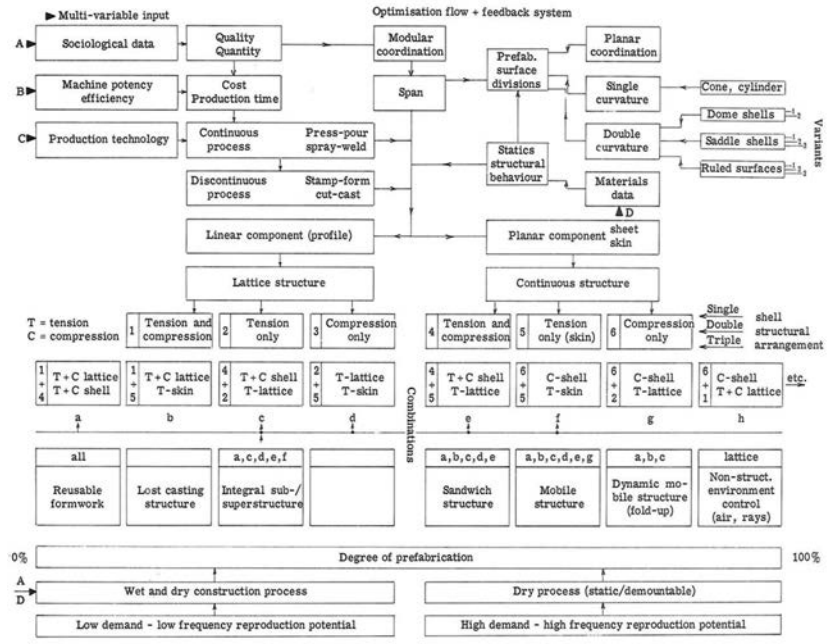
- 1) Single/multiple membrane composition;
- 2) positive/negative pressure;
- 3) additional stabilization;
- 4) form and
- 5) layout of additional elements;
- 6) tertiary supports;
- 7) extension;
- 8) curvature;
- 9) material;
- 10) span;
- 11) additivity.

Combining the first three results, 16 basic single and double membrane roof systems with additional stabilization were obtained (Fig. 8a), which, combined with each other, resulted in 64 mixed structures of positive and negative pressure (Fig. 8b). By incorporating the remaining parameters into the 16 systems of the first combination (Fig. 8c-d), up to 250,560 compatible structures could be obtained. This demonstrates





Struktursysteme des Zylinders	
Strukturelle Vorteile: Integration von Balken + Platte Einfache Herstellung Ohne Verschnitt eindeckbar	
Geometrie	
Mischung Entwicklung	
Schnitte	
Schnitte Mod. Koordination	
Oberflächentzung	
Vorfertigung	
Verstärkung	
Nutzung Belichtung Lüftung	
Statische Beanspruchung	
Armierung	



the heuristic potential of this tool, which was used by Minke on the structure of a swimming pool in Toelz, and by his students in Ulm, Portsmouth and Hannover.

Architectural applications

In addition to technical applications, several combinatorial strategies in Schnaidt's exercises put us on the trail of a design methodology that would have been gradually developed in the Building Department in the HfG's last phase. These are analyses of traffic flow, area distributions, apartment types, housing-block types, which, taken together in the context of the courses, encourages further consideration. In "Variable distribution of children's space in collective housing", an area was to be distributed between 3 and 4 children, taking into consideration three age groups and sex, and imposing certain relational conditions. In this exercise, morphology was used to develop possible combinations, partition the space available for each, and elaborate a solution that could answer the majority of cases (Fig. 9). In "Development of a residential unit" -1963/64-, students arranged activities in a circle and connected them with lines, or arranged them on the two axes of a table, in both cases noting the criteria of relation: proximity/distance, connection/disconnection, inside/outside, and orientation (Fig. 10). Similar techniques were used in the Industrial Design department with W. Zeischegg and Bonsiepe, although this particular table seems to conform to the procedure devised by R. Muther for distributing industrial production plants, the "Practical plant layout", 1955, and it is strange

despiece, rigidización, utilización- de un sistema de cáscaras cilíndricas que hemos identificado con una caja morfológica (Fig. 6). Un mes después, presentaba en París un diagrama del proceso de producción de un sistema de cáscaras de doble y triple capa, partiendo de dos parámetros relativos al trabajo mecánico -tracción-T, compresión-C, flexión-T+C- y al material de las capas -de barras o continuo- (Fig. 7). El diagrama recoge 8 de las 35 estructuras posibles de doble capa y una evaluación de su posible industrialización conforme a los criterios: recuperación/pérdida del molde, integración de la sub/superestructura, empleo de componentes sándwich, transportabilidad o plegado de la estructura y control climático.

Suponemos que, como otras técnicas reunidas por Doernach, esta combinatoria formaba parte de su didáctica en *Bauen*. Sus originales experimentos han pasado completamente inadvertidos, a pesar de preceder a los profesores Z.S. Makowski, en sus estudios sistemáticos de estructuras tridimensionales en el *Battersea College*, y Minke, en el empleo de la caja morfológica para la investigación de las estructuras tensadas y neumáticas.

Minke definía estas estructuras como función del sistema, la forma, el material y las dimensiones, $E=f(S,F,M,D)$, y aplicaba matrices sucesivas para combinar estos parámetros. La investigación de las estructuras neumáticas parte de once criterios:

- 1) composición simple/múltiple de la membrana,
- 2) presión positiva/negativa,
- 3) estabilización adicional,
- 4) forma y
- 5) disposición de los elementos adicionales,
- 6) soportes terciarios,
- 7) extensión,
- 8) curvatura,
- 9) material de la membrana,
- 10) luz
- 11) aditividad.

Combinando los tres primeros se obtienen 16 sistemas básicos de membrana simple y doble con estabilización adicional (Fig. 8a) que, combinados a su vez, dan lugar a 64 estructuras mixtas de presión positiva y negativa (Fig. 8b). Incorporando el resto de los parámetros a los 16 sistemas de la primera combinación (Fig. 8c-d), pueden obtenerse hasta 250.560 estructuras compatibles, lo que demuestra el potencial



6. R. Doernach (1962b, p.117): sistema de cáscaras cilíndricas. Ordenación de parámetros en filas
7. R. Doernach (1962a, p.253): diagrama de producción de un sistema de cáscaras de doble capa

6. R. Doernach (1962b, p.117): Cylindrical structure system. Sorting parameters in rows
7. R. Doernach (1962a, p.253): Production diagram of a double-layer structure system

heurístico de esta herramienta, que fue utilizada por Minke en la estructura de una piscina en Toelz y por sus estudiantes en Ulm, Portsmouth y Hannover.

Las aplicaciones proyectuales

En paralelo a las aplicaciones técnicas, varias estrategias combinatorias en los ejercicios de Schnaidt nos ponen sobre la pista de una metodología proyectual que se habría gestado gradualmente en la última etapa de *Bauen*. Son análisis de circulaciones, estudios parciales, viviendas-tipo y edificios-tipo, cuya concatenación en los cursos anima una lectura conjunta. En “Distribución variable del espacio de los niños en la vivienda colectiva” se pedía distribuir un espacio entre 3 y 4 niños teniendo en cuenta tres grupos de edad y el sexo, imponiendo unas condiciones de asociación. La morfología servía aquí para desarrollar las combinaciones posibles, compartimentar el espacio disponible para cada una y elaborar una solución que respondiera al mayor número de casos (Fig. 9).

En “Proyecto de una unidad de vivienda” –63/64–, los estudiantes disponían las actividades en círculo y las unían con líneas, o las ordenaban en los dos ejes de una tabla, anotando en ambos casos los criterios de relación –proximidad/alejamiento, conexión/desconexión, dentro/fuera, orientación– (Fig. 10). Técnicas parecidas fueron utilizadas en *Produktgestaltung* con W. Zeischegg y Bonsiepe, si bien esta tabla parece ajustarse al procedimiento ideado por R. Muther para distribuir plantas de producción industrial –*Practical plant layout*, 1955–, y resulta extraño no encontrar ninguna referencia a él en la escuela.

Cada manera de relacionar las actividades se identificó (Schnaidt 1972) con un nuevo concepto cualitativo de tipo o modo de usar la vivienda (Fig. 11). Después, como Hannes Meyer, los organigramas se traducían en plantas con ayuda de cartulinas y papel cuadriculado (Merten 1964). Schnaidt interpretó (1972), probablemente a la vista de los resultados variados de este ejercicio, que la solución a la vivienda colectiva no debía ser un tipo, sino toda la oferta de distribuciones variadas para que cada usuario pudiera encontrar la más adecuada a su modo de vida.

Se esperaba que la dificultad de manejar un gran número de alternativas potenciales pudiera solventarse en el futuro con ayuda de computadoras, y en las clases de Schnaidt intervinieron cibernéticos para optimizar las relaciones entre habitaciones con programas de tratamiento de datos (Merten 1964). Un cladograma en su artículo *Variété et variabilité*, título también de un enunciado del curso 67/68, muestra un interesante método combinatorio que da lugar a la oferta mencionada. El diagrama se estructura en cuatro niveles de respuesta sobre la manera de relacionar dos habitaciones o zonas (Fig. 12):

- 1) dormitorios de niños
 - 1- agrupados,
 - 2- separados;
- 2) dos salones,
 - 3- contiguos,
 - 4- separados;
- 3) comedor respecto a niños
 - 5- próximo,
 - 6- alejado;
- 4) dormitorio de padres respecto a niños,
 - 7- conectado,
 - 8- independiente.

not to find any reference to it in the school.

Each manner of relating activities was associated (Schnaidt, 1972) with a new qualitative concept of type or way of using the apartment (Fig. 11). Later, in a similar way as applied by Hannes Meyer, the organigrams were translated into plants with the help of pieces of cardboards and graph paper (Merten, 1964). In view of the variety of results in the exercises, Schnaidt (1972) interpreted that the solution for collective housing should not be of one type, but an offer of varied distributions so that each user could find the most suitable one for their way of life.

It was hoped in Ulm that the difficulty of handling a large number of potential alternatives might be solved in the future with the help of computers, and cyberneticians intervened in Schnaidt's classes to optimize the relationships between rooms with data-processing programs (Merten 1964). A cladogram in his article “*Variété et variabilité*”, which was also the title of one of the topics of the 1967/68 course, showcases an interesting combinatorial method that makes room for the aforementioned offer. The diagram is structured in four response levels on how to relate two rooms or areas (Fig. 12):

- 1) Children's rooms
 - 1- grouped,
 - 2- separated;
- 2) two living-rooms
 - 3- adjacent
 - 4- separated
- 3) dining-room in relation to the children's rooms
 - 5- near
 - 6- distant
- 4) parent's room in relation to the children's rooms
 - 7- connected,
 - 8- independent.

Choosing these parameters implies defining the “dwelling” problem in terms of relations between children's and parents' spaces, and those raised here, curiously, had been studied as independent sub-problems in the exercise of the previous courses entitled “Variable distribution [...]” –1963/64, 1965/66–, “Apartments with two living-rooms” –1965/66, 1966/67–, “Daily movements of a housewife throughout the day” –1959/60.

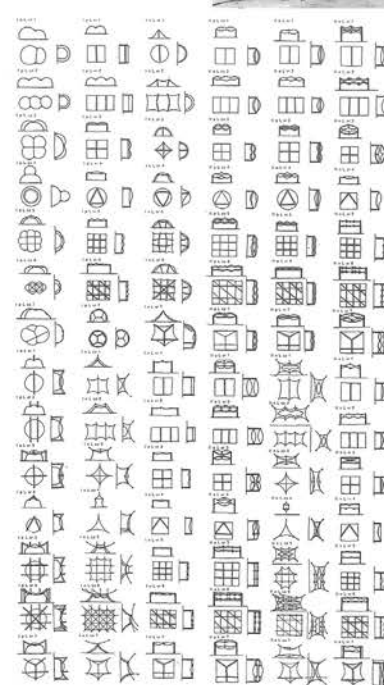
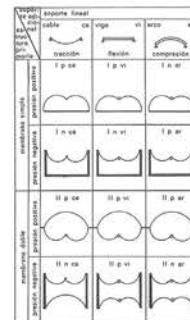
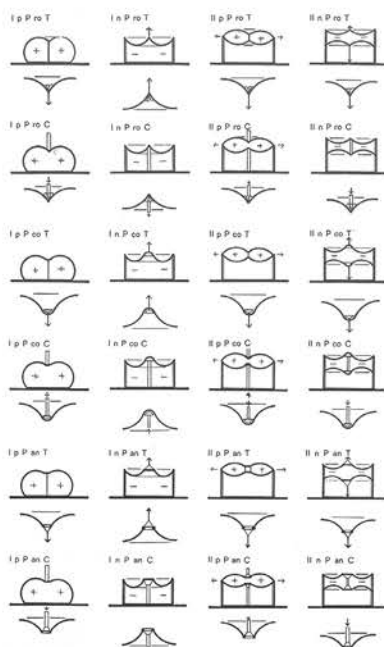
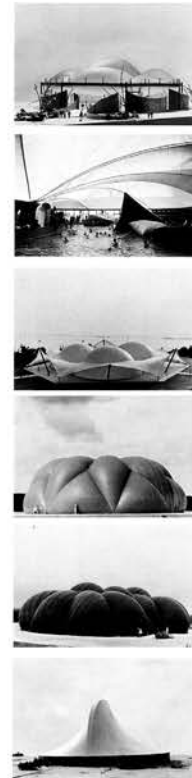
By influencing the order, or conditional combinations, integrated in the very definition of the variables, we are dealing with variations

8. G. Minke (1972a, pp.178-81): investigación de estructuras neumáticas mediante cajas morfológicas
 a) Los 16 sistemas básicos de baja presión.
 b) Sistemas básicos combinando presión positiva y negativa.
 c) Sistemas básicos con soportes puntuales.
 d) Sistemas básicos con soportes lineales.
 e) 84 sistemas de membrana simple y doble con soportes lineales.
 (Herzog 1977, pp.22, 25-6)

Niederdrucksysteme				
1. flächig unterstützte Einfachmembrantragwerke (mediangestützt)				
	01 ohne zusätzliche Stabilisierung	02 mit zusätzlicher "punktformiger" Stabilisierung	03 mit zusätzlicher linearer Stabilisierung	04 mit zusätzlicher punktf. u. linearer Stabilisierung
.1 Unterdruck	1.11	1.12	1.13	1.14
.2 Überdruck	1.21	1.22	1.23	1.24
2. flächig unterstützte Doppelmembrantragwerke (mediangestützt)				
	01 ohne zusätzliche Stabilisierung	02 mit zusätzlicher "punktformiger" Stabilisierung	03 mit zusätzlicher linearer Stabilisierung	04 mit zusätzlicher punktf. u. linearer Stabilisierung
.1 Unterdruck	2.11	2.12	2.13	2.14
.2 Überdruck	2.21	2.22	2.23	2.24

8. G. Minke (1972a, pp.178-81): Investigation of pneumatic structures by means of morphological boxes.
 a) The 16 basic low pressure systems.
 b) Basic systems that combine positive and negative pressure.
 c) Basic systems with point supports.
 d) Basic systems with linear supports.
 e) 84 systems of both simple and double membrane and linear supports.
 (Herzog, 1977, pp.22, 25-6)

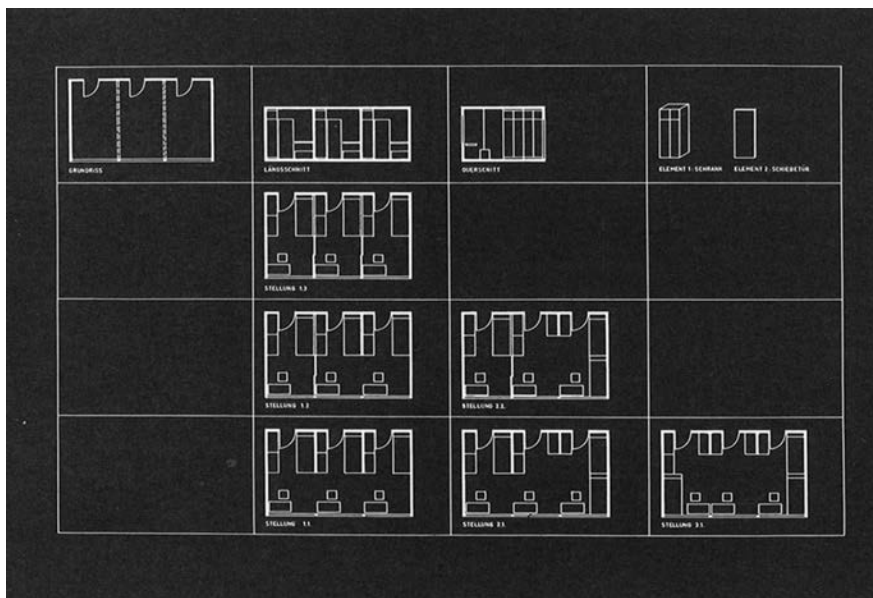
	1.11	1.12	1.13	1.14	2.11	2.12	2.13	2.14
1.21	1.11/1.21	1.12/1.21	1.13/1.21	1.14/1.21	2.11/1.21	2.12/1.21	2.13/1.21	2.14/1.21
1.22	1.11/1.22	1.12/1.22	1.13/1.22	1.14/1.22	2.11/1.22	2.12/1.22	2.13/1.22	2.14/1.22
1.23	1.11/1.23	1.12/1.23	1.13/1.23	1.14/1.23	2.11/1.23	2.12/1.23	2.13/1.23	2.14/1.23
1.24	1.11/1.24	1.12/1.24	1.13/1.24	1.14/1.24	2.11/1.24	2.12/1.24	2.13/1.24	2.14/1.24
2.21	1.11/2.21	1.12/2.21	1.13/2.21	1.14/2.21	2.11/2.21	2.12/2.21	2.13/2.21	2.14/2.21
2.22	1.11/2.22	1.12/2.22	1.13/2.22	1.14/2.22	2.11/2.22	2.12/2.22	2.13/2.22	2.14/2.22
2.23	1.11/2.23	1.12/2.23	1.13/2.23	1.14/2.23	2.11/2.23	2.12/2.23	2.13/2.23	2.14/2.23
2.24	1.11/2.24	1.12/2.24	1.13/2.24	1.14/2.24	2.11/2.24	2.12/2.24	2.13/2.24	2.14/2.24





9. Distribución del espacio de los niños en la vivienda. Estudiante: Artur Bartke. 1º año, curso 64/65. Profesor: Schnaidt. (Schnaidt 1967, p.96)
 10. Proyecto de unidad de vivienda. Tabla de relaciones topológicas entre zonas de actividad. 2º año, curso 63/64. Profesor: Schnaidt. (Merten 1964, p.8). La configuración y la información de la tabla se corresponde con el PPL del ingeniero estadounidense R. Muther

9. Distribution of the children's space in collective housing. Student: Artur Bartke. Erste Jahr, course 1964/65. Instructor: Schnaidt. (Schnaidt, 1967, p.96)
 10. Development of a residential unit. Table of topological relations between different areas of activity. 2nd year, course 1963/64. Instructor: Schnaidt. (Merten, 1964, p.8). The method is the same as the one proposed by R. Muther in his PPL

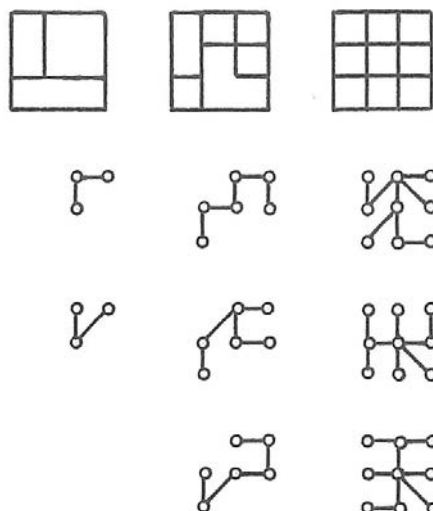


9

empfehlungen	schlafen eltern	schlaf. kinder	erholen kinder	erholen eltern	empfang.	kochen	speisen	arbeit. mann	arbeit. frau	arbeit. kinder	hygiene eltern	hygiene kinder	WC	zirkulieren	abstell. wände	begrenz. wände
treppenhaus eingang	II n. angr. III entf.	II III entf.		III trenn.	III trenn.	I näh.	III trenn.				III entf.	III entf.				
begrenzungswände	V NW	V NW	V NW	NG V W	V W	IV evtl. n. angr.					n. angr. IV VI	n. angr. IV VI	n. angr. IV VI		IV n. angr.	
abstellen						I näh.								I angr.		
zirkulieren			evtl. I eingl.	III trenn.	III trenn.											
WC	I näh. II n. angr.	I näh. II n. angr.				IV angr.	II n. angr.				IV angr.	IV angr.				
hygiene kinder		I näh.				IV angr.					I IV 2 Kinder tren. tangr.					
hygiene eltern	I näh.					IV angr.			I wasch. eingl.							
arbeiten kinder		I eingl.	II entf.			I näh.			I näh.							
arbeiten frau	I für best. ar. eingl.		I näh.			I näh.			I ev. eingl.							
arbeiten mann	I für best. ar. eingl.		II entf.													
speisen				I teilw. eingl.	I teilw. eingl.	I teilw. eingl.										
kochen	II n. angr.	II n. angr.	I näh.													
empfangen	VII trenn.	II entf.	II trenn. III	I eingl.												
erholen eltern	VII trenn.	II entf.	II trenn. III													
erholen kinder	II entf.	I näh. eingl.														
schlafen kinder																

entfernen/entf.
 nähern/näh.
 angrenzen/angr.
 nicht angr./n. angr.
 trennen/trenn.
 eingliedern/ingl.

- 11. Redes de comunicación alternativas entre espacios. (Schnaidt 1992, p.693)
- 12. C. Schnaidt (1972, p.694): cladograma para el estudio de viviendas con dos salas de estar, 1979. (color de Autor)
- 13. C. Schnaidt: proceso de desarrollo del programa de un hotel. 1985. (color de Autor)
 - a) Diagrama original (Schnaidt 1992, p.577)
 - b) Morfograma del proceso de combinación y diagrama de sectores de las superficies de las áreas: salones (amarillo=50%), vestíbulo (azul=8%), recepción (verde=17%) y servicios (naranja=25%).
 - c) Las 16 combinaciones posibles, reuniendo bajo la misma denominación las que suponen soluciones similares (138/1310, 149/1410, etc.).
 - d) Elección y desarrollo del programa en detalle por aproximaciones sucesivas.



- 11. Alternative connection networks between spaces (Schnaidt, 1992, p.693)
- 12. C. Schnaidt (1972, p.694): cladogram for the study of apartments with two living rooms, 1979. (Author's coloring)
- 13. C. Schnaidt: Hotel plan development process, 1985. (author's coloring)
 - a) Original diagram (Schnaidt, 1992, p.577)
 - b) Morphogram. Sector diagram of the surfaces of the areas: lounge area (yellow=50%), entrance hall (blue=8%), hotel reception (green=17%), and hotel staff area (orange=25%).
 - c) The 16 possible combinations. Those that suppose similar solutions are gathered under the same solution (138/1310, 149/1410, etc.).
 - d) Selection of the optimal plan. Development of the plan in detail with successive approximations.

or variants: 16 floor plan distributions of the same surface, codified numerically 1357, 1358, 1367... , which whose decodification is carried out using conventional techniques, such as pieces of cardboards. We should not speak strictly of morphology, since the parameters are not formal, and their combination does not lead directly to the shape of the plan. It is a taxonomy of relations, which may have been inspired by Muther, but which also turns out to be an unusual union of Bill and Meyer's ways of working, now more precise and in accordance with new social demands.

The use of mathematical methods of combinatorics in creation processes [...] does not respond to the desire for self-satisfaction of those who want to turn a question around [...] It is about providing the designer with the means to relativize his partiality (Schnaidt, 1972, p.694). In 1965, Schnaidt had published Meyer's monograph as HfG's recognition of his work at the Bauhaus. This unleashed a notorious dispute with Gropius, which ended with a consensus of a common "idea" that both schools followed: the constant effort to respond, in the most accurate way, to the demands of a continuously changing society. "There are only approximations to the optimal hypothesis of the spoon or the city in a given culture and in a given social order," objected Maldonado (1957) in response to Bill's motto.

11

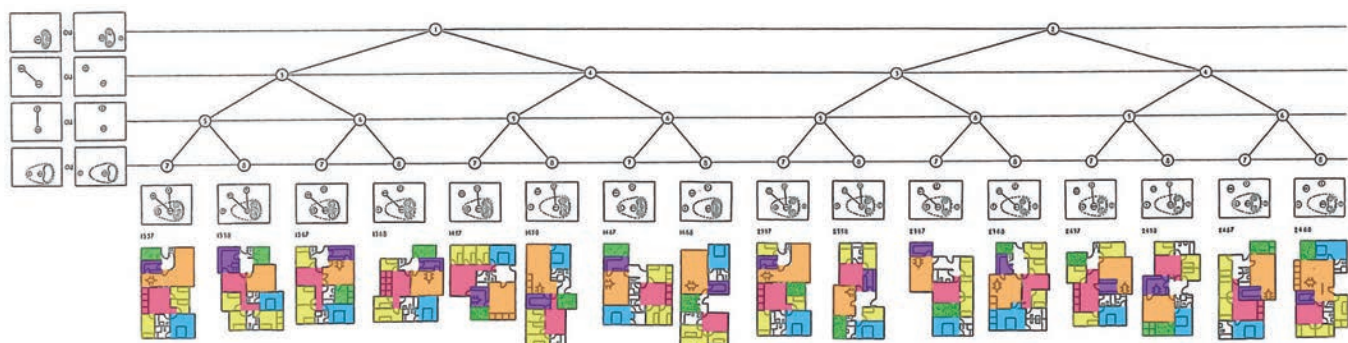
Elegir estos parámetros supone definir el problema "vivienda" en términos de relaciones entre espacios de niños y de padres, y las planteadas aquí, curiosamente, habían sido estudiadas como subproblemas independientes en ejercicio de cursos anteriores "Distribución variable..."-63/64-65/66-, "Vivienda con dos salas de estar" -65/66-66/67-, "Desplazamientos diarios de una mujer en el hogar a lo largo de un día" -59/60-.

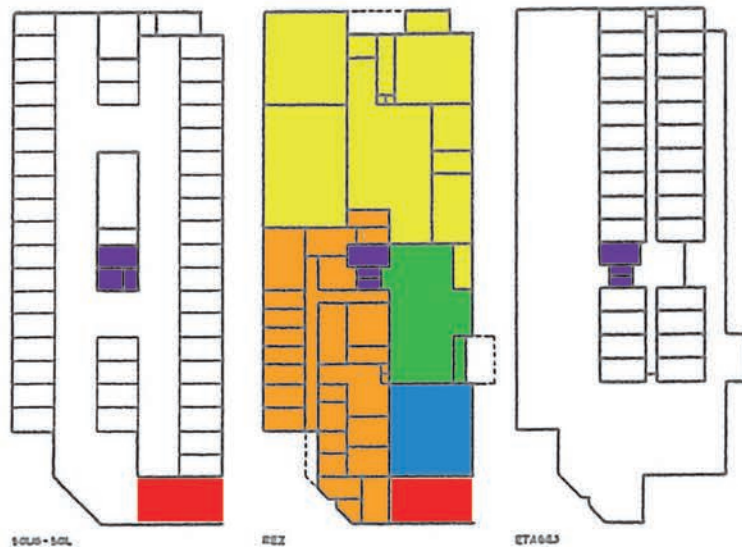
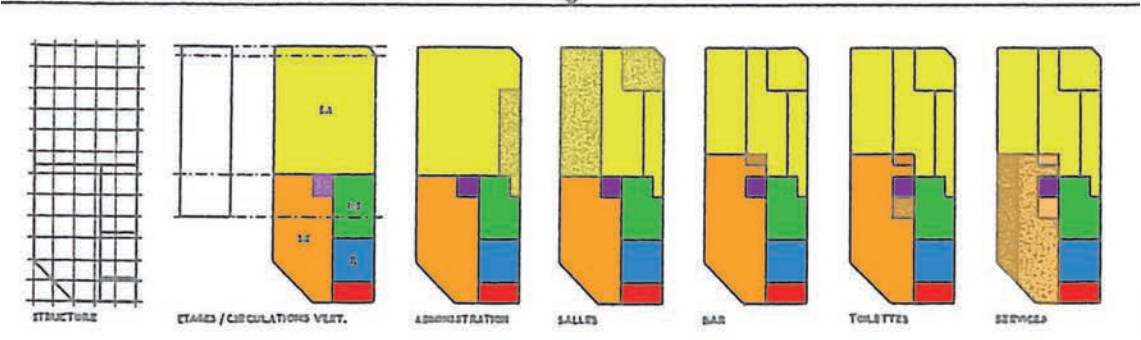
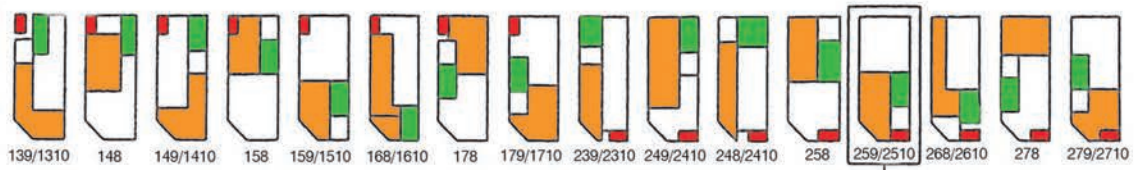
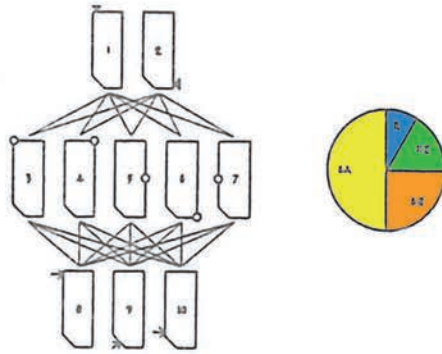
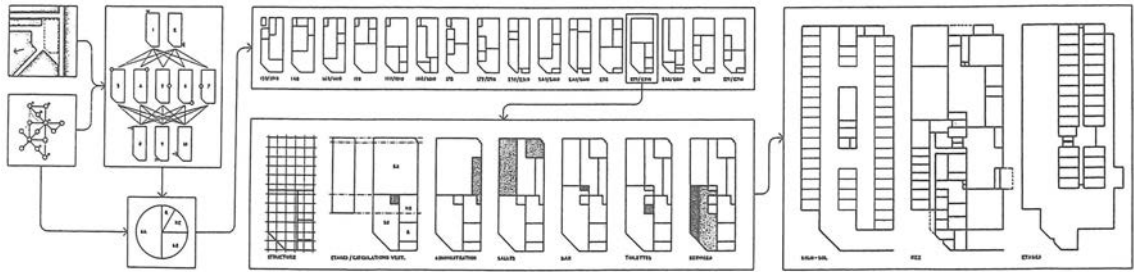
Al influir el orden -combinaciones condicionadas-, integrado en la propia definición de las variables, se trata de variaciones o variantes: 16 distribuciones en planta de la misma superficie, codificadas numéricamente

1357, 1358, 1367..., cuyo descifrado se realiza mediante técnicas convencionales -cartulinas-. Tampoco deberíamos hablar estrictamente de morfología, ya que los parámetros no son formales y su combinación no conduce directa a la forma de la planta. Es una taxonomía de relaciones, que pudo haberse inspirado en Muther, pero que resulta ser también una insólita unión de los modos de trabajar de Bill y de Meyer, ahora más precisos y de acuerdo con los nuevos requisitos sociales.

El uso de métodos matemáticos de la combinatoria en los procesos de creación... no responde al deseo de autosatisfacción del que quiere dar una vuelta a una pregunta... Se trata de aportar al diseñador el medio de relativizar su parcialidad. (Schnaidt 1972, p.694).

Schnaidt había publicado en 1965 la monografía de Meyer como reconocimiento de la HfG a su labor en la Bauhaus. Esto desencadenó la célebre disputa con Gropius que acabó encontrando el consenso en la idea común que persiguieron ambas







The morphological method allows this adjustment by simply introducing new factors among the constants, and it is not surprising that Schraidt returned to it after his Ulm period, in order to try other forms of application. Fig. 13 represents a hotel's design: The ground level's perimeter is defined according to urban constraints. Using organigrams, the activities are analyzed and represented in a sector diagram of all the main areas, the lounge area, the entrance hall, the hotel reception and the hotel staff area (Fig. 13b). The chosen parameters, combined in a morphogram, define the "hotel" problem in terms of connectivity with the surroundings (Fig. 13c):

- 1) access to the parking space in the
 - 1- northeast corner
 - 2- southeast corner;
- 2) hotel reception in:
 - 3- northeast corner,
 - 4- southeast corner,
 - 5- center of the south facade,
 - 6- southeast corner,
 - 7- center of the south facade;
- 3) hotel staff area in:
 - 8- northeast corner,
 - 9- center of the south facade,
 - 10- northeast corner;

The optimal layout is selected among the 16 possible variations, 139/1310, 148, 149/1410 ... Then, the floor plan is gradually detailed according to the uses plan and the dimensional coordination of the building (Fig. 13d).

These methods were alternated at the Building Department with more experimental morphologies, as seems to be evident from the description (Ohl, 1968) of a combinatorial process that must have been employed in the 1964/65 course to devise new types of residential buildings from common types of floor plan, from ways of juxtaposing, superimposing and grouping those types with respect to a staircase.

The methods also had to be combined with systemic work (Fig. 14): In Schraidt's exercises, in addition to qualitative variants, quantitative housing variants were defined –conventional types–, and, as in Ohl's PREVI project (Fig. 15), three degrees of completion of the interior distribution –completely finished, medium and minimum–, which gave rise to a novel approach for flexible housing by parametric definition of habits –distribution–, needs –housing area– and

escuelas: la tentativa constante por responder de la manera más exacta posible a las demandas de una sociedad en continua transformación. 'Solo existen aproximaciones a la hipótesis óptima de la cuchara o de la ciudad en una determinada cultura y en un determinado orden social', objetaba Maldonado (1957) al lema de Bill.

El método morfológico permite ese ajuste con tan solo introducir nuevos factores entre los constantes, y no es de extrañar que Schraidt volviera a él tras su etapa ulmiana para ensayar otras formas de aplicación. La Fig. 13a representa el diseño de un hotel: Definimos el perímetro de la planta baja según las restricciones urbanísticas; analizamos las actividades mediante organigramas y representamos en un diagrama de sectores las áreas principales –salones, vestíbulo, recepción, servicios– (Fig. 13b). Los parámetros elegidos, combinados en un morfograma, definen el problema "hotel" en términos de conectividad con el entorno (Fig. 13c):

- 1) acceso al aparcamiento en esquina:
 - 1- noreste,
 - 2- suroeste;
- 2) recepción en:
 - 3- esquina noroeste,
 - 4- esquina sureste,
 - 5- centro de fachada sur,
 - 6- esquina suroeste,
 - 7- centro de fachada norte;
- 3) espacios de servicio en:
 - 8- esquina noroeste,
 - 9- centro de fachada norte,
 - 10- esquina noroeste,

La distribución óptima se selecciona entre las 16 variantes posibles –139/1310, 148, 149/1410...–, detallándose gradualmente la planta conforme al programa de usos y la

coordinación dimensional con el resto del edificio (Fig. 13d).

Estos métodos se alternaron en *Bauen* con morfologías más experimentales, como parece desprenderse de la descripción (Ohl 1968) de un proceso combinatorio que debió emplearse en el curso 64/65 para idear nuevos tipos de edificios de viviendas a partir de los tipos comunes de planta, de los modos de yuxtaponerlas, superponerlas y agruparlas respecto a la escalera.

También debieron compaginarse con las prácticas sistémicas (Fig. 14): En los ejercicios de Schraidt, además de las variantes cualitativas se definían variantes cuantitativas de vivienda –tipos convencionales– y, como Ohl en PREVI (Fig. 15), tres grados de terminación de la distribución interior –completa, media, mínima–, dando lugar a un novedoso planteamiento de vivienda flexible por definición paramétrica de los hábitos –distribución–, las necesidades –superficie– y las condiciones familiares variables –terminación–.

En el proyecto de Saarlouis-Beumarais, además de estas tres variables objetivas, Ohl y Schraidt definieron tres subjetivas relativas al entorno –orientación, vistas, relación con las unidades adyacentes–, quedando caracterizadas las viviendas por un total de seis parámetros (Fig. 16a-b). La distribución de los tipos en el conjunto edificatorio se realizaba tras un proceso participativo mediante encuestas, en las que primero bajo los criterios objetivos y después bajo los subjetivos, los futuros habitantes decidían entre las alternativas posibles (Fig. 17). De esta manera, la estructura morfológica de elección del usuario quedaba incluida en la lógica combinatoria del sistema industrializado que define el proyecto.



14. C. Schnaidt (1992, p.682): viviendas en Camerún. 1979. El proyecto ilustra el enfoque sistémico seguido en el Departamento de Construcción de la HfG

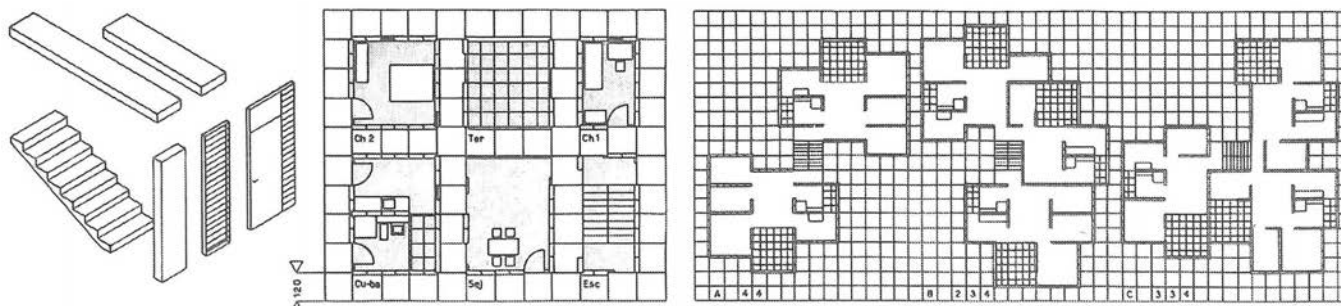
15. H. Ohl (1972, p.33): sistema desarrollado para el proyecto experimental de viviendas PREVI

en Lima de 1968, adaptado para su aplicación en Alemania. Combinación de tipos y grados de terminación

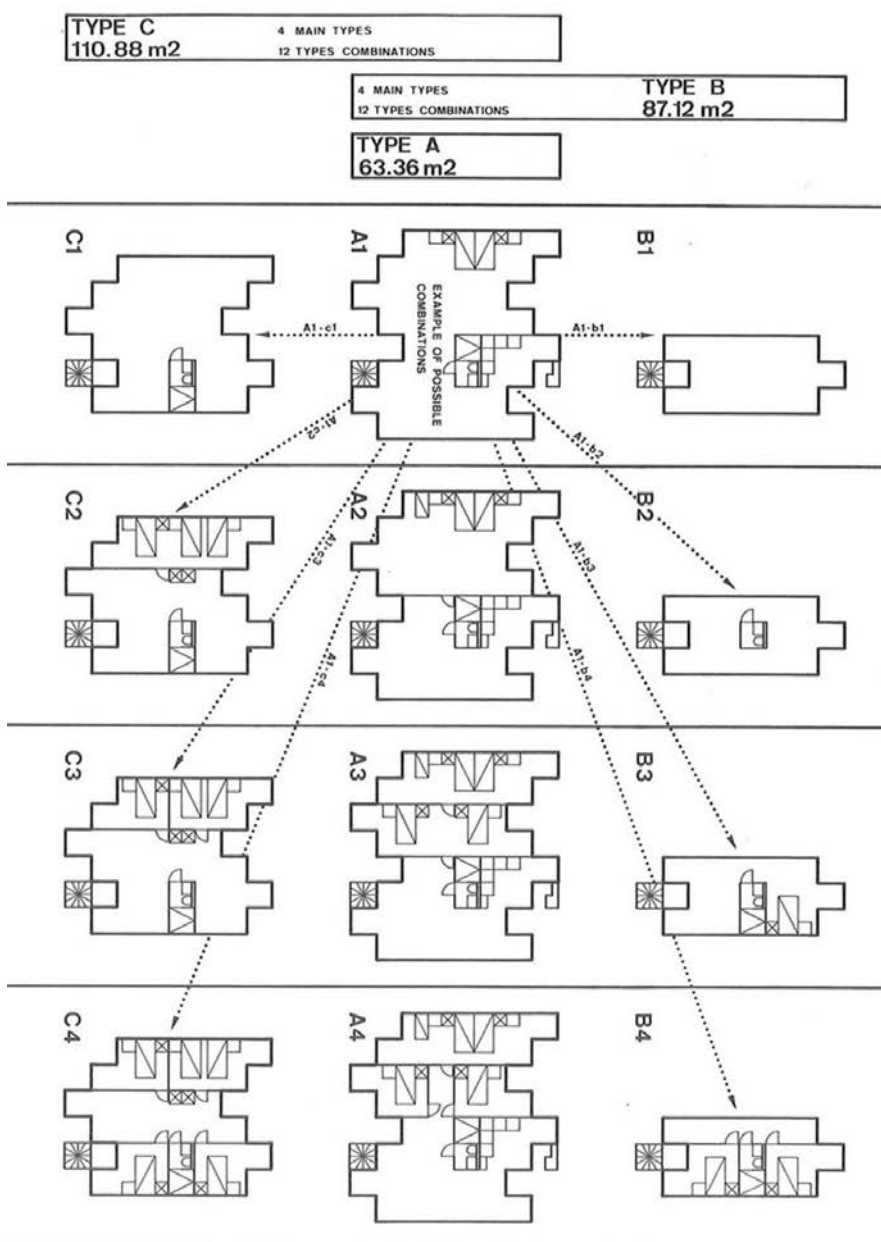
14. C. Schnaidt (1992, p.682): Apartments in Cameroon, 1979. The project illustrates the systemic

approach followed in the Building Department of the HfG

15. H. Ohl (1972, p.33): System developed for the PREVI experimental housing project in Lima, in 1968, adapted for application in Germany. Combination of types and degrees of completion

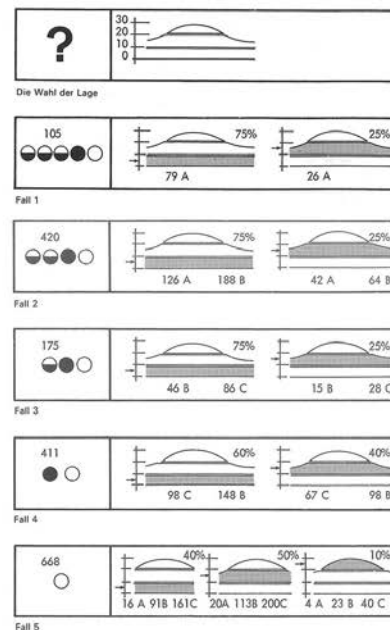
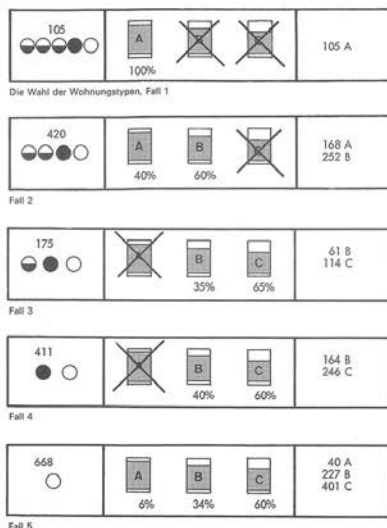
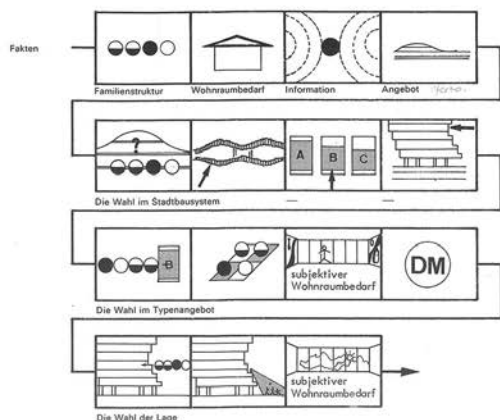


14



15

family conditions that could change –finishing. In the Saarlouis-Beaumarais project, in addition to these three objective variables, Ohl und Schnaidt defined subjective variables relating to the environment: disposition, views and relation with adjacent units. Therefore, the dwellings were characterized with a total of six parameters (Fig. 16a-b). The distribution of types in the building complex was elaborated after a participatory process, using surveys in which, under objective and then subjective criteria, the future inhabitants decided between possible alternatives (Fig. 17). In this way, the user chosen morphological structure was included in the combinatory logic of the industrialized system defining the project. Ulmian design is revealed as a process of the development of possibilities and choices, all the more so the more scientific and exact the hypotheses and tools used at each stage were. This continuity opens new perspectives for research regarding the school, generally interpreted according to conflicting stages defined by faculty and alumni of the Ulm School of Design after its closure. For the development of possible designs, in addition to the most widespread techniques, such as brainstorming, trial and error, the Architektur/Bauen department teachers encouraged the use of combinatorial methods based on the defining characteristics of problems, both under the Fordist model, in applications derived from industrialized construction, and under a “functionalist” approach, as a design strategy following the “tradition” of modern architecture. In the Ulm School of Design, the manipulation of variables as information items inspired solutions to problems only developed later, such as research in architecture, the parameterization



17

16. H. Ohl (1975, p.23 y 48) y C. Schnaidt: Proyecto de ciudad residencial de Saarlouis-Beaumarais, 1969.

a) Modelo del edificio con el Ohl Bausystem, derivado del Ringbaukonstruktion desarrollado en Ulm

b) Alzado tabulado con los tipos de viviendas y variantes de posición en longitud y altura.

17. H. Ohl (1975, p.161-3) y C. Schnaidt: Proceso de elección de la vivienda por el usuario en Saarlouis-Baumerais

16. H. Ohl (1975, p.23 and 48) and C. Schnaidt: Saarlouis-Beaumarais residential city project, 1969.

a) Building model with the Ohl Bausystem, derived from the Ringbaukonstruktion system developed in Ulm.

b) Elevation with housing types and position variants in length and height

17. H. Ohl (1975, p.161-3) and C. Schnaidt: Apartment selection process by the user in Saarlouis-Baumerais

Referencias

- BILL, J. [Ed.], 2008. *max bill, funktion und funktionalismus*. Bern: Benteli.
- BILL, M., 1952. *form*. Basel: K. Werner.
- BILL, M., 1956. Umweltgestaltung nach morphologischen Methoden, en: Frei, Hans. 1991. *Konkrete Architektur?: über Max Bill als Architekt*. Baden: Muller.
- BONSIEPE, G., 1978. *Teoría y práctica del diseño industrial*. Barcelona: Gustavo Gili.
- CURDES, G., 2011. *hfg-ulm: The department of building. Qualities, problems, context*. (<https://www.researchgate.net/publication/269873372>)
- DOERNACH, R., 1962a. Prefabrication of shell structures, en: Esquillan, N., Y Saillard [Ed.]. 1963. *Hanging Roofs*. Amsterdam: Noth-Holland.
- DOERNACH, R., 1962b. Teoria della prefabbricazione, en: AAVV. 1963. *Prefabbrica-*

re. 2. 1° Congresso internazionale della prefabbricazione. Milano: Associazione Italiana Prefabbricazione.

- FRATEILI, E., 1973. *Una autodisciplina per l'architettura*. Bari: Dedalo.
- GRAF, M. 1989. *Vor und nach Ulm: Werkstattbericht eines HfG-Architekten von 1952 bis heute*, Zürich: Waser.
- HERZOG, T., 1977. *Construcciones neumáticas*. Barcelona: Gustavo Gili.
- MALDONADO, T., 1957. Eröffnungsrede 1957/58. *Output*, 1: 4-5.
- MALDONADO, T., 1977. *Vanguardia y racionalidad*. Barcelona: Gustavo Gili.
- MERTEN, C.U., 1964. Grundissorganisation von Wohnbauten. *Output*, 24/25: 3-19.
- MINKE, G., 1972. Flächig Stabilisierte Membrantragwerke zur Definition und Klassifikation "Pneumatischer Konstruktionen". *Zodiac*, 21: 177-81.
- OHL, H., 1963. Die arbeiten des Institutes für Industrialisiertes Bauen. *Bauen+Wohnen*, 9: 399-406.
- OHL, H., 1968. Zur Planung des Wohnens. *Ulm*, 21: 17-23.
- OHL, H., 1972. *Informationen aus der Praxis für die Praxis 36*. Bonn: Bundesminister für Städtebau und Wohnungswesen.
- OHL, H., 1975. *Stadtbausystem mit raumzellen-Segmenten. Beispiel Saarlouis-Beaumarais*. Bonn: Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau.
- RITTEL, H.W.J., 1992. *Plannen, Entwerfen, Design: Ausgewählte Schriften zu Theorie und Methodik*. Stuttgart: Kohlhammer.
- SCHNAIDT, C., 1967. La place des enfants dans le logement. *Architecture, formes, fonctions*, 13: 94-7.
- SCHNAIDT, C., 1972. Varieté et variabilité, en: SCHNAIDT, C., 1992. *Autrement-dit. Écrits 1950-2001*. Paris: infolio.
- SPERLICH, H., 1956. Ulmer Rhapsodien. *Baukunst und Werkform*, 10: 641.

- DOERNACH, R., 1962a. Prefabrication of shell structures, in: Esquillan, N., Y Saillard [Ed.]. 1963. *Hanging Roofs*. Amsterdam: Noth-Holland.
- DOERNACH, R., 1962b. Teoria della prefabbricazione, in: AAVV. 1963. *Prefabbricare. 2. 1° Congresso internazionale della prefabbricazione*. Milano: Associazione Italiana Prefabbricazione.
- FRATEILI, E., 1973. *Una autodisciplina per l'architettura*. Bari: Dedalo.
- GRAF, M. 1989. *Vor und nach Ulm: Werkstattbericht eines HfG-Architekten von 1952 bis heute*, Zürich: Waser.
- HERZOG, T., 1977. *Construcciones neumáticas*. Barcelona: Gustavo Gili.
- MALDONADO, T., 1957. Eröffnungsrede 1957/58. *Output*, 1: 4-5.
- MALDONADO, T., 1977. *Vanguardia y racionalidad*. Barcelona: Gustavo Gili.
- MERTEN, C.U., 1964. Grundissorganisation von Wohnbauten. *Output*, 24/25: 3-19.
- MINKE, G., 1972. Flächig Stabilisierte Membrantragwerke zur Definition und Klassifikation "Pneumatischer Konstruktionen". *Zodiac*, 21: 177-81.
- OHL, H., 1963. Die arbeiten des Institutes für Industrialisiertes Bauen. *Bauen+Wohnen*, 9: 399-406.
- OHL, H., 1968. Zur Planung des Wohnens. *Ulm*, 21: 17-23.
- OHL, H., 1972. *Informationen aus der Praxis für die Praxis 36*. Bonn: Bundesminister für Städtebau und Wohnungswesen.
- OHL, H., 1975. *Stadtbausystem mit raumzellen-Segmenten. Beispiel Saarlouis-Beaumarais*. Bonn: Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau.
- RITTEL, H.W.J., 1992. *Plannen, Entwerfen, Design: Ausgewählte Schriften zu Theorie und Methodik*. Stuttgart: Kohlhammer.
- SCHNAIDT, C., 1967. La place des enfants dans le logement. *Architecture, formes, fonctions*, 13: 94-7.
- SCHNAIDT, C., 1972. Varieté et variabilité, in: SCHNAIDT, C., 1992. *Autrement-dit. Écrits 1950-2001*. Paris: infolio.
- SPERLICH, H., 1956. Ulmer Rhapsodien. *Baukunst und Werkform*, 10: 641.