

ARTEFAK  
TE DES  
ENT  
WERFENS

Skizzieren, Zeichnen, Skripten,  
Modellieren

Rikke Lyngsø Christensen, Ekkehard Drach,  
Lidia Gasperoni, Doris Hallama,  
Anna Hougaard, Ralf Liptau (Hg.)

Forum Architekturwissenschaft  
Band 4

Universitätsverlag  
der TU Berlin

NETZWERK  
ARCHITEKTUR  
WISSENSCHAFT



KIRSTEN WAGNER

# Die Fotografie als Entwurfsbild

Zur Entwurfspraxis des Instituts für Leichte  
Flächentragwerke

*Die Fotografie, obwohl sie zu den bildmächtigen Entwurfswerkzeugen der Moderne gehört und als mediales Dispositiv in die computergestützte Modellierung architektonischer Körper und Räume eingegangen ist, spielt in der aktuellen Entwurforschung nur eine untergeordnete Rolle. Am Beispiel des Stuttgarter Instituts für Leichte Flächentragwerke von Frei Otto zeigt der Beitrag, dass die Fotografie und andere bildgebende Verfahren methodisch für die Entwurfspraxis herangezogen worden sind. In ihren ausdifferenzierten Gebrauchsweisen diente die Fotografie hierbei als antizipatorisches, operatives und generatives Entwurfsbild.<sup>1</sup>*

Innerhalb der aktuellen Debatte über Entwurfskulturen und ihre medialen Praktiken spielt die Fotografie eine untergeordnete Rolle. Zwischen den gegeneinander in Stellung gebrachten Paradigmen des freien Skizzierens und regelgeleiteten Zeichnens mit der Hand und entsprechenden Zeichenwerkzeugen auf der einen Seite sowie den digitalen Entwurfswerkzeugen und ihren zwei- und dreidimensionalen Visualisierungen auf der anderen

<sup>1</sup> In Erinnerung an meinen Vater H.W. Wagner (1935-2017). Eines unserer letzten Gespräche drehte sich um die Seifenhautversuche in den Ingenieurwissenschaften, die in den 1960er Jahren nicht nur in Stuttgart, sondern auch an Orten wie der TU Braunschweig als Gegenstand der Berechnung virulent waren.



erscheint die Fotografie marginalisiert;<sup>2</sup> und das obwohl sie wesentlich zur ‚Bildlichkeit‘ jüngerer architektonischen Entwerfens gehört. Das mag mehrere Gründe haben:

(1.) Mit ihrer Verkürzung auf ein abbildendes Medium wird die Fotografie auf die Repräsentation beschränkt. Sie stellt dar, was vor der Kamera ist, und das sind im Kontext von Architektur und Städtebau in der Regel Bauten oder ihre Modelle. Selbst die digitale Fotografie setzt noch voraus, dass sich etwas vor der Kamera befindet, das Lichtstrahlen reflektiert. Erst auf Speicher- und Bearbeitungsebene werden digitale Fotografien zu manipulierbaren Computergrafiken.<sup>3</sup> Bei dieser optisch-physikalischen Betrachtung des fotografischen Bildes wird die medienspezifische Vermittlung des Abgebildeten durch die Fotografie allerdings nicht hinreichend berücksichtigt. Gegenüber dem Dargestellten bleibt die Fotografie als vermeintliches Fenster zur Welt entsprechend transparent.

(2.) An der ihr zugeschriebenen Abbildfunktion hängt ein weiterer Aspekt, der die Fotografie im engeren Sinn vom Entwurfsbild unterscheidet. Während die Zeichnung als Entwurfsbild auch das zeigen kann, was *nicht* oder *noch nicht* existiert, bleibt das fotografische Bild wesentlich auf das Zeigen eines im Moment des Aufnehmens vor der Kamera Gegebenen beschränkt. Die Fotografie bezieht sich auf etwas, das gewesen ist.<sup>4</sup> Die daraus sich ergebende Annahme, dass das fotografische Bild – im Gegensatz zu der aus einer Bewegung resultierenden und mithin prozessual gedachten Zeichnung – selbst nichts hervorbringen und auf die Zukunft hin entfalten kann, greift jedoch zu kurz. So

2 Sabine Ammon, Inge Hinterwaldner (Hg.): Bildlichkeit im Zeitalter der Modellierung. Operative Artefakte in Entwurfsprozessen der Architektur und des Ingenieurwesens, Paderborn 2017; Daniel Gethmann, Susanne Hauser (Hg.): Kulturtechnik Entwerfen. Praktiken, Konzepte und Medien in Architektur und Design Science, Bielefeld 2009; eine Ausnahme stellt hier dar: Fabian O. Scholz: Was nützt das Foto beim Entwerfen. Eine Perspektive. In: Hubert Locher, Rolf Sachsse (Hg.): Architektur Fotografie. Darstellung – Verwendung – Gestaltung, München 2016, S. 148–164.

3 Friedrich Kittler: Computergrafik. Eine halbertechnische Einführung. In: Herta Wolf (Hg.): Paradigma Fotografie. Fotokritik am Ende des fotografischen Zeitalters. Bd. 1, Frankfurt a. M. 2002, S. 178–194.

4 Roland Barthes: Die helle Kammer. Bemerkung zur Photographie (frz. 1980). Frankfurt a. M. 1989, S. 86–87.



eröffnet schon die Geschichte der analogen Fotografie vielfältige Versuche, die dem Medium inhärente Abbildfunktion zu entgrenzen. Hinzu kommen einzelne Verfahren wie die Fotomontage. Noch vor den Möglichkeiten digitalen Bildsamplings hat sie es Architektur und Städtebau ermöglicht, ein noch nicht Gebautes in konkreten oder ebenfalls modellhaften Umgebungen zu zeigen.

(3.) Ein weiterer Grund für die Marginalisierung der Fotografie dürfte darin liegen, dass zumindest die analoge Fotografie zu einem historischen Medium avanciert ist. An ihr haftet wie am analogen Modellieren, Skizzieren und Zeichnen eine Art medien-geschichtliches Verfallsdatum, das aus der Perspektive der Ingenieurwissenschaften heraus umso entschiedener ausfallen muss, als die digitalen Entwurfswerkzeuge, die sie in den Blick nimmt, vornehmlich grafisch basierte Zeichen- und Modellierungsverfahren sind. Es wird jedoch auch hier übersehen, dass an den Computer nicht nur das Skizzieren, Zeichnen und Modellieren, sondern auch das bildgebende Verfahren der Fotografie als mediales Dispositiv delegiert worden ist: von den Perspektiven einer virtuellen Kamera auf dreidimensionale Computergrafiken über das fotorealistische Rendering bis hin zur Fotomontage als einem Grundprinzip digitaler Bild- und Modellgestaltung.<sup>5</sup> Auf digitaler Speicher- und Bearbeitungsebene von Bildformen besteht zudem kein wesentlicher Unterschied mehr: Hier wie da liegt ein beliebig zu manipulierender Satz an Bild- respektive Objektpunkten vor. Die digitale Transformation der Fotografie muss im Rahmen von Entwurfsprozessen demnach in ähnlicher Weise ausgelotet werden, wie das aktuell für Skizze und Modell erfolgt.

(4.) Durch das Ausspielen von händischer Skizze versus computergestützter Modellierung und Visualisierung, das auf dem Hintergrund eines historischen Sinnesparagone zwischen Hand und Auge ausgetragen wird, fällt die Fotografie ebenfalls aus der aktuellen Debatte heraus. Als mechanisches Verfahren der Bildproduktion steht sie einerseits dem händischen Skizzieren

5 Vgl. Scholz 2016 (Anm. 2).



und Zeichnen gegenüber, andererseits geht sie in ihrer analogen Form, obwohl das Auge adressierend, nicht in einem digitalen Datensatz und seinen möglichen Visualisierungen auf.

Als das Repräsentationsmedium, als das die Fotografie weit hin gilt, kann sie mehrere Eigenschaften, die Entwurfsbildern zugeschrieben worden sind, daher offenbar nicht aufweisen: Sie scheint weder antizipatorisch, noch generativ, noch operativ zu sein.<sup>6</sup> Am Beispiel der Entwurfspraxis des von Frei Otto geleiteten Instituts für Leichte Flächentragwerke (im Folgenden IL) soll hier indessen belegt werden, dass die Fotografie in ihren unterschiedlichen Verwendungszusammenhängen alle drei Eigenschaften im Architekturentwurf erfüllt. Sie geht damit weit über eine einfache Repräsentation hinaus.

### Einsätze des fotografischen Bildes in Formfindungs- und Entwurfsprozessen am IL

In den Mitteilungen des IL taucht im Heft 3 zum Thema *Biologie und Bauen* – neben Fotografien von vernakulären Siedlungsformen, Insektenbauten, Vogelnestern und -schwärmen sowie Radiolarien – eine von Frei Otto gemachte Schwarzweißaufnahme auf (Abb. 1).<sup>7</sup> Sie zeigt Spaziergänger auf einer mit Schnee bedeckten Fläche. Im Kontext des zum Teil äußerst biologisch argumentierenden Heftes lässt sich die Fotografie als Illustration sich selbst im Raum organisierender Lebewesen interpretieren. Und doch beschränkt sie sich nicht auf diese Funktion. Das Sfumato der Schneelandschaft, aus dem sich die Menschen in den unwillkürlichen Bewegungen des Gehens und Innehaltens, des Vereinzeln und Gruppierens von der schemenhaften Silhouette im Hintergrund bis zur kontrastreichen, scherenschnittartig wirkenden Figur im Vordergrund herauschälen, trägt zu einer äußerst atmosphärischen Wirkung der Fotografie bei. In den Publikationen Frei Ottos bleibt diese Aufnahme ein Einzelfall. Sie vermittelt jedoch das Spektrum von

6 So die wesentlichen Attribute von Entwurfsbildern. Vgl. hierzu Ammon, Hinterwaldner 2017 (Anm. 2).

7 IL 3. Biologie und Bauen. Teil 1, Stuttgart 1971.



● Abb. 1: Illustration sich im Raum organisierender Lebewesen, Foto Frei Otto. Quelle: IL 3. Biologie und Bauen, Teil 1, Stuttgart 1971, S. 21

einer piktorialistisch verstandenen Fotografie bis hin zur geodätischen Fotogrammetrie, das Otto in der eigenen fotografischen Praxis und Verwendung der Fotografie in Zusammenhang mit seiner tragwerksbezogenen Entwurfs- und Forschungsarbeit ausgefüllt hat. Dass Otto ebenso Fotograf wie Architekt gewesen ist, unterstreichen die in den verschiedenen Publikationen und Ausstellungen zu seinem Werk auftauchenden Fotografien, die ihn selbst bei der Aufnahme seiner Modelle oder Bauten zeigen. Sie kommen einer medialen Selbstreflexion der Arbeitsweise am IL gleich. Zugleich inszenieren sie Otto als einen Architekten, der den Blick auf seine Modelle und Bauten orchestriert, indem er je nach Verwendungszweck der Fotografien bestimmte Auf- wie Ansichten wählt und Kadrierungen festlegt. Improvisierte Stellagen für den Blick von oben eröffnen, unter welchen artistischen Bedingungen die Bildproduktion bisweilen vonstattenging (Abb. 2). Die Fotografie kam nicht allein als Aufzeichnungsmedium zu den Modellen von außen hinzu. Als bildgebendes Verfahren war sie in einige der experimentellen Versuchsanordnungen zur



Selbstbildung natürlicher Konstruktionen unmittelbar einbezogen.<sup>8</sup> Das konnte bis zur Adaptation der Versuchsanordnungen an die Bildproduktion gehen.

Allein die Summe an Fotografien, die zu den verschiedenen Versuchen mit Hängenetzen, Seifenhäuten, Pneus und anderen natürlichen Konstruktionen entstanden und in das institutseigene Bildarchiv übergegangen ist, zeugt von einer methodischen Bildproduktion.<sup>9</sup> In den Mitteilungsheften des IL finden sich darüber hinaus genaue Beschreibungen der Aufnahmetechniken und -geräte sowie ihrer Anwendung innerhalb der experimentellen Versuchsanordnungen.<sup>10</sup> Gemäß den induktiven Experimentalwissenschaften dienen diese Beschreibungen gleichzeitig dazu, bestimmte Versuche reproduzieren und damit deren im Bild festgehaltene und durch das mechanische Abbildungsverfahren ‚objektiv‘ bezeugte Ergebnisse verifizieren zu können.

### Bildgebende Verfahren am IL

Die Analogfotografie stellt in diesem Rahmen nur eines der am IL verwendeten Bildgebungsverfahren dar. Über die Zusammenarbeit mit dem Biologen Johann-Gerhard Helmcke<sup>11</sup> beziehungsweise dem Institut für Biologie und Anthropologie der TU Berlin kam in den 1960er Jahren die Elektronenrastermikroskopie hinzu. Neben der optischen und elektronischen Mikroskopie hatte man in den Lebens- und Humanwissenschaften früh schon die Stereoskopie und die

8 Auf das Desiderat, Ottos Entwurfspraxis mit Modellen zugleich in ihrer „medienexperimentellen Dimension“ zu untersuchen, hat zuletzt Georg Vrachliotis aufmerksam gemacht. Georg Vrachliotis: Denken in Modellen. Architektur und operative Ästhetik bei Frei Otto. In: Ders. u.a. (Hg.): Frei Otto. Denken in Modellen. Leipzig 2017, S. 23–30, hier S. 29.

9 Mein Dank für die zahlreichen Hinweise zur fotografischen Praxis am IL gilt Gabriela Metzger, Leiterin des Bildarchivs des 2001 in das Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (ILEK) auf gegangenen IL.

10 Vgl. hierzu die Hefte: IL 10. Gitterschalen. Stuttgart 1974; IL 18. Seifenblasen. Stuttgart 1987; IL 25. Form <-> Kraft <-> Masse 5. Experimente. Stuttgart 1990.

11 Vgl. Johann-Gerhard Helmcke, Frei Otto: Lebende und technische Konstruktionen. Bemerkungen zu Schalen und Raumtragwerken. In: db. Deutsche Bauzeitung. Zeitschrift für Architekten und Bauingenieure 67 (1962), S. 856–861.



Fotogrammetrie zur räumlichen Anschauung und Vermessung entsprechender Präparate herangezogen.<sup>12</sup> Beide Verfahren kamen am Berliner Institut für Biologie und Anthropologie unter anderem für die Untersuchung von Diatomeen und Radiolarien zum Einsatz. Aus diesen Zusammenhängen resultierendes Bildmaterial, wie es der von Helmcke und anderen herausgegebene Atlas der *Diatomeenschalen im elektromikroskopischen Bild* versammelt, fand sowohl in das Bildarchiv wie auch in verschiedene Mitteilungshefte des IL Eingang.<sup>13</sup> Ein M400 Photomakroskop der Firma Wild Heerbrugg wurde Ende der 1970er Jahre selbst vom Stuttgarter Institut angeschafft. Mit ihm wurden Serien an natürlichen Präparaten aufgenommen.

Fotogrammetrie und Stereoskopie bestimmten als Stereofotogrammetrie seit der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts auch die Vermessung der Erdoberfläche in der Geodäsie. Voraussetzung für die fotogrammetrische Auswertung von Stereobildpaaren war die Einführung des Stereokomparators durch Carl Pulfrich.<sup>14</sup> Erste an den Stereokomparator angeschlossene automatische Zeichenvorrichtungen lagen mit dem Autostereografen und dem Stereoplanigrafen vor. Die Koordinaten der durch die Stereoskopie räumlich visualisierten Bildgegenstände wurden über eine bewegliche Messmarke abgetragen, die manuell am virtuellen 3D-Objekt entlanggeführt werden konnte. Im Gebäude in der Stuttgarter Keplerstraße, dem ersten Sitz des IL, lag auf demselben Flur das Institut für Anwendungen der Geodäsie im Bauwesen von Klaus Linkwitz, in dem mit fotogrammetrischen Verfahren gearbeitet wurde. Der Kontingenz dieser räumlichen Nachbarschaft verdanken sich die fotogrammetrischen Arbeiten zur Vermessung der Raumpunkte und Höhenlinien von Ottos Modellen.<sup>15</sup> Prominentes Beispiel ist

12 Johann-Gerhard Helmcke: Diatomeen. Morphogenetische Analyse und Merkmals-synthese an Diatomeenschalen (Ein Versuch). In: IL 28. Diatomeen I. Schalen in Natur und Technik. Stuttgart 1984, S. 10–207.

13 Vgl. hierzu insbesondere die Mitteilungshefte 28, 33, 38 des IL.

14 Carl Pulfrich: Stereoskopisches Sehen und Messen. Jena 1911.

15 Vgl. Klaus Linkwitz: Frühe Begegnung mit Frei Otto. In: José Luis Moro (Hg.): Frei Otto zum 85sten. Festschrift zum Symposium anlässlich seines 85sten Geburtstags am 26. Oktober 2010. Stuttgart 2013, S. 40–58.





● Abb. 2: Einrichtung und Kadrierung des Feldes: Frei Otto bei der Justierung der Stellage zum Zweck der fotografischen Dokumentation von Mäusegängen als natürlichen Wegenetzen. Quelle: ILEK Bildarchiv

das in Zusammenarbeit mit Günter Behnisch und Partnern realisierte Dach des Münchner Olympiastadions (1969–1972). Die Fotogrammetrie und andere fotobasierte Messverfahren sollten sich als grundlegend für den Entwurfsansatz des IL erweisen: Vom Modell ausgehend wurden Fotografien desselben angefertigt, um wiederum aus diesen Fotografien die Raumkoordinaten des Modells herauslesen, zeichnerisch abbilden und weiter berechnen zu können.

Eine individuelle Betrachtung stereoskopischer Aufnahmen ermöglichten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts erstmals das Anaglyphen- und das Polarisationsverfahren. Während die Anaglyphe auf einer Trennung der beiden Stereobilder anhand eines Farbfilters beruht, arbeitet das Polarisationsverfahren mit unterschiedlichen Lichtwellen. Zur Betrachtung der Bildpaare sind entsprechende Anaglyphen- oder Polarisationsbrillen notwendig, über die die beiden Bilder wieder zu einem Raumbild verschmelzen. Überall dort, wo in der Stereoskopie mit dem Anaglyphen- und dem Polarisationsverfahren gearbeitet wurde,



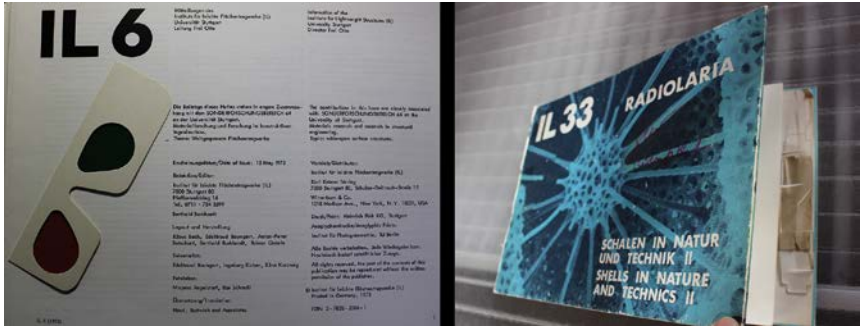
fanden diese Brillen Verbreitung. So lag eine Anaglyphenbrille beispielweise auch einem geodätischen Lehrbuch der Fotogrammetrie aus dem Jahr 1954 bei, um eine stereoskopisch vermessene Topografie räumlich betrachten zu können.<sup>16</sup> Die Hefte 6 und 33 der Stuttgarter Institutsmitteilungen wurden ebenfalls mit solchen Brillen ausgeliefert (Abb. 3). Vorlagen für das Anaglyphenverfahren in Heft 6 waren unter anderem ein Hängernetz, eine Diatomeenschale und eine Siedlungstopografie. In Heft 33 wurde das Polarisationsverfahren auf Mikrofotografien von Radiolarien angewendet. Eine medienspezifische Eigenart in der Betrachtung von Stereobildpaaren liegt in der Umkehrung der räumlichen Werte bei Vertauschung des rechten und des linken Bildes: Höhen werden zu Tiefen, Inneres schlägt in Äußeres um, sodass am visualisierten Objekt buchstäblich neue Seiten erschlossen werden können. Auf diese erkenntnisfördernde Funktion stereoskopischen Sehens hat Helmcke explizit hingewiesen.<sup>17</sup>

Das didaktisch-spielerische Moment, das dem Gebrauch der Anaglyphen- und Polarisationsbrillen anhaftet, zeigt sich in Zusammenhang mit der Visualisierung natürlicher Konstruktionen auch an anderen Stellen der Mitteilungshefte des IL. In Heft 10 wird die Leserin etwa aufgefordert, direkt mit dem Heft zu interagieren: „Bevor Sie weiterlesen: Drehen Sie das Buch bitte einmal herum!“<sup>18</sup> (Abb. 4) Denn dadurch erschloss sich, was auf der *verso*-Seite gegenüber ganzflächig zusätzlich im Medium der Fotografie mit seinem Negativ-Positiv-Verfahren, d.h. der Umkehrung der Lichtwerte, veranschaulicht wurde: die topologische und statische Kongruenz eines zugbeanspruchten hängenden Seilnetzes bei Umkehrung zu einer druckbeanspruchten Gitterschale. Medienspezifische Eigenschaften der Fotografie wurden hier im Entwurf und in der Entwurfsvermittlung produktiv gemacht. Das gilt in ähnlicher Weise für die gezielte Verwendung von Negativen für die Publikationen des IL, insofern

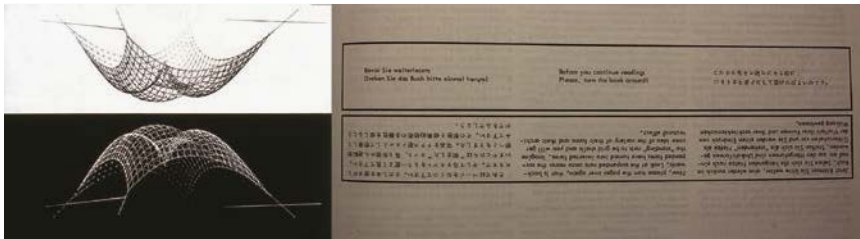
16 Alwill Buchholtz: Photogrammetrie. Verfahren und Geräte. Berlin 1954.

18 IL 10. Gitterschalen (Anm. 10), S. 128–229.

17 Johann-Gerhard Helmcke 1984 (Anm. 12), S. 22.



● Abb. 3: Die Mitteilungshefte 6 und 33 des IL mit Anaglyphen- und Polarisationsbrille. Fotos: Kirsten Wagner



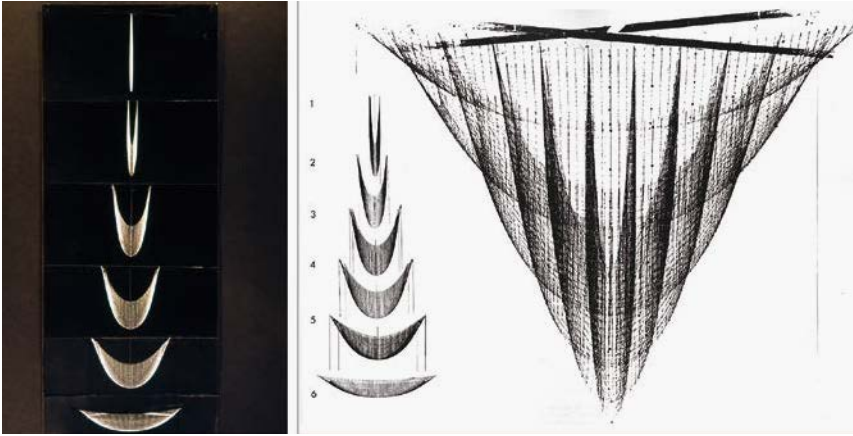
● Abb. 4: Negativ-Positiv-Druck eines fotografierten Hängemodells (li.) sowie dessen Umkehrung zur didaktischen Demonstration der Äquivalenz von zugbeanspruchter Hängeform und druckbeanspruchter Gitterschale (re.). Quelle: IL 10. Gitterschalen, Stuttgart 1974, S. 128; IL 10. Gitterschalen, Stuttgart 1974, S. 129, Fotos: Kirsten Wagner

die Konturlinien und Strukturen der natürlichen Konstruktionen darüber in schwarzem Strich auf weißem Grund abgebildet wurden. Im Vordergrund stand die „graphische Wirkung“<sup>19</sup> der fotografisch aufgezeichneten Modelle. Die Fotonegative stellen damit einen markanten Umschlagpunkt in den Übersetzungen zwischen Modell, fotografischem Bild und Zeichnung dar, wie sie für die Arbeit am IL kennzeichnend sind.

Im Werkstattbericht Conrad Rolands zu den *Ideen und Versuchen im Leichtbau*<sup>20</sup> am IL findet sich bereits die gesamte Klaviatur der Entwurfsartefakte ausgebreitet: experimentelles

19 Jürgen Hennicke, Kazunori Matsushita: Modellfotografie. In: IL 10. Gitterschalen (Anm. 10), S. 56.

20 Conrad Roland: Frei Otto – Spannweiten. Ideen und Versuche zum Leichtbau. Ein Werkstattbericht. Berlin u.a. 1965.



● Abb. 5: Temporäre Gestaltbildungen von Hängemodellen in seriellen Einzelaufnahmen (li.) und Mehrfachbelichtungen (re.). Quelle: ILEK Bildarchiv; IL 10. Gitterschalen, Stuttgart 1974, S. 87

physikalisches Modell und Skalenmodell, Modellfotografie und Mikrofotografie, Diagramm, schematische Skizze und technische Zeichnung. Wie in den späteren Mitteilungsheften diente Skizze und Zeichnung schon hier der Darstellung von Varianten einer bestimmten konstruktiven Grundform, beispielsweise verschieden gespannter und gekrümmter Sattelflächen. Den Zeichnungen lagen nicht selten Modellfotografien zugrunde. Im Falle der Sattelflächen waren dies Aufnahmen von Seifenhautmodellen. Die so erfassten natürlichen Konstruktionen gingen in klassifikatorischen Tableaus auf, deren Ordnung den verschiedenen Kräften von Zug, Druck und Biegung oder den räumlichen Dimensionen folgte.<sup>21</sup> Informationstheoretisch lässt sich von einem visuellen Repertoire konstruktiver Formen sprechen, aus dem im Rahmen konkreter Entwurfsaufgaben selegiert und kombiniert werden konnte.

Grundsätzlich entstehen die Varianten anorganischer und organischer Formen aus einem inneren Bewegungsimpuls der Zellteilung sowie aus einer morphologischen Strukturbildung

<sup>21</sup> Vgl. hierzu IL 25. Form <-> Kraft <-> Masse 5. Experimente. Stuttgart 1990, 2.17 u. 2.25.



und Kristallisation heraus. Diese Prozesse unterliegen ihrerseits äußeren auf die Form einwirkenden Kräften.<sup>22</sup> Insgesamt bedingen sie eine Transformation der Form in der Zeit. Die verschiedenen Zustände dieser Transformation und ihre temporären Gestaltbildungen darzustellen, kam auf der Grundlage von Fotografien der schematischen Skizze zu, wurde aber in einzelnen Fällen auch gleich an Mehrfachbelichtungen übertragen. Dies gilt insbesondere für eine Reihe von Modellfotografien, bei denen einzelne Parameter des Modells – wie zum Beispiel die Aufhängepunkte der Kettennetze bei den Hängemodellen – sukzessive verändert wurden, um Formvarianten abbilden zu können (Abb. 5). Gegenüber der Fotografie, mit der die schematische Skizze auf derselben Seite der Mitteilungshefte interagieren konnte, wurden in die händischen Zeichnungen mit dem deiktischen Zeichen des Pfeils Angriffspunkte und Richtungen von Form generierenden Druck-, Zug- und Biegekräften eingetragen. Die Skizzen näherten sich auf diese Weise technischen Zeichnungen oder Kraft und Bewegung abbildenden Funktionsdiagrammen an und ergänzten die Fotografien um für den Entwurfsprozess relevante Informationen.<sup>23</sup>

### Funktionen des fotografischen Bildes: Dokumentation, Demonstration, Messung

Welche Funktionen die Fotografie für einen auf Selbstbildungsprozessen gegründeten Entwurfsansatz übernimmt, wurde in den Mitteilungsheften immer wieder herausgestellt. In Heft 10 der Institutsmitteilungen unterschied das Forscherteam um Frei Otto, Takeshi Hasegawa und Kenzo Tange hinsichtlich der Modellfotografie von hängenden Kettennetzen zwischen Dokumentations-, Demonstrations- und Messaufnahmen; und griff damit bereits um die Jahrhundertwende etablierte Gebrauchsweisen der Fotografie in den Natur- und Ingenieurwissenschaften

22 Eine solche Betrachtung natürlicher Konstruktionen wurde für die Arbeit am IL richtungswesend vorweggenommen durch D'Arcy Wentworth Thompson: *On growth and form*. Cambridge 1917.

23 Vgl. hierzu die Hefte IL 25. Form <-> Kraft <-> Masse 5. Experimente (Anm. 21) und IL 35. Pneu und Knochen. Stuttgart 1995.



auf.<sup>24</sup> „Eine Dokumentationsaufnahme ist das einfache, ebene Abbild eines Hängemodells. Sie zeigt seine Form als konstruktive Struktur und ihre formbildenden Elemente. Sie zeigt die orthogonale Abwicklung, Anordnung und Art der Aufhängung, Ränder und Grate, die Form der Maschen und den Verlauf der Netzlinsen. [...] Dokumentationsaufnahmen bieten nüchterne Fakten und sachliche Informationen über ein Hängemodell. [...] Die Zielsetzung bei Demonstrationsaufnahmen ist weniger auf Registrierung und Wiedergabe von Einzelheiten gerichtet. Es geht um die Gesamterscheinung eines Hängemodells, um seine Form als architektonische Struktur, wie sie aus dem Zusammenwirken der einzelnen formbildenden Elemente entsteht. Demonstrationsaufnahmen sind gestaltete Bilder, gewissermaßen architektonisch ‚angereicherte‘ Aufnahmen. Durch die Wahl einer besonderen Blickrichtung oder eines bestimmten Modellausschnittes, durch gezielten Einsatz von Licht und Schatten in der Beleuchtung, durch die Auswahl von Objektivbrennweiten und Filmmaterial und durch nachträgliche Bearbeitung der Aufnahme im Labor können Ansichten eines Hängemodells entstehen, die bei der bloßen Modellbetrachtung oft nicht ohne weiteres erkennbar sind. [...] Messaufnahmen dienen in erster Linie zur Bestimmung der Form und der Formänderungen infolge äußerer Lasten“.<sup>25</sup> Inwieweit sich diese Gebrauchsweisen von Fotografien mit den antizipatorischen, operativen und generativen Eigenschaften von Entwurfsbildern verbinden, soll an drei Fallbeispielen konkretisiert werden.

### Die Fotografie als antizipatorisches Entwurfsbild: die Fotomontage

Zu den von Otto für Demonstrationsaufnahmen herangezogenen Beispielen zählt auch eine besondere Spielart der Modellfotografie: die Fotomontage. Sie besteht im Einkopieren eines fotografierten Modells in ebenfalls fotografierte Landschafts- und Stadträume.

24 Vgl. Karl Wilhelm Wolf-Czapek (Hg.):  
Angewandte Fotografie in Wissenschaft und  
Technik, Berlin 1911.

25 Jürgen Henricke, Kazunori Matsushita u.a.  
1974 (Anm. 19), S. 56–57.



Ein Beispiel dafür gibt das aufgenommene Gipsmodell einer pneumatischen Konstruktion, das als schwimmende Insel in ein Luftbild Chicagos montiert wurde. Vergleichbare Bildwirkungen erzielte Otto zum einen durch Fotocollagen. Zum anderen nutzte er Freilichtaufnahmen von Modellen vor einem Landschaftsprospekt. Handelt es sich bei ihnen auch nicht im eigentlichen Sinn um Fotomontagen, wird hier dennoch deren Bildrhetorik aufgegriffen: das Zusammenbringen verschiedener Wirklichkeitsausschnitte in einem Bild. Innerhalb der Modellfotografie in der Architektur waren Montagen seit den 1950er Jahren überaus gängig, oft wurden dabei Wolkenformationen in die Studioaufnahmen der Modelle integriert.<sup>26</sup> Mit den Freilichtaufnahmen verschaffte Otto seinen Modellen ebenfalls einen Wolkenhimmel oder eine Landschaft als Hintergrund. Bevorzugter Aufnahmeort war die Terrasse seines Ateliers und Wohnhauses in Warmbronn,<sup>27</sup> zumal sich von dort der Blick auf eine weite Tallandschaft oder eben in den Himmel hinein eröffnete. In diese Gruppe gehört die Aufnahme des *Airfish 1* (Abb. 6). Für ihre Publikation wurden die auf dem Diapositiv noch sichtbaren Aufhängefäden retuschiert.

Über das Modell hinaus erlauben Fotomontagen dessen Einbettung in einen konkreten, realitätsnah abgebildeten Stadt- oder Landschaftsraum. Sie simulieren den im Modell vorweggenommenen Bau in seiner zukünftigen Umgebung. Die Fotomontagen erweisen sich in dieser Hinsicht in gleichem Maße antizipatorisch wie das Modell selbst: Sie zeigen, was noch nicht ist, aber sein kann.<sup>28</sup> Gegenüber dem Skalenmodell mit verkleinertem Maßstab eignet der Fotomontage insofern ein besonderer Realitätseffekt, als sich die verschiedenen Dimensionen von

26 Zur Modellfotografie in Architektur und Städtebau vgl. Rolf Sachsse: Eine kleine Geschichte der Architekturmodellfotografie. In: Oliver Elser u.a. (Hg.): Das Architekturmodell. Werkzeug, Fetisch, kleine Utopie. Zürich 2012, S. 23–28; Iñaki Bergera (Hg.): Cámara y modelo. Fotografía de maquetas de arquitectura en España. Modelling for the Camera. Photography of Architectural Models in Spain, 1925–1970. Madrid 2016.

27 Auch diesen Hinweis verdanke ich Gabriela Metzger.

28 Wie Ammon eine wesentliche Eigenschaft von Entwurfsbildern bestimmt. Sabine Ammon: Epilog. Vom Siegeszug der Bildlichkeit im Zeitalter der Modellierung. In: Ammon, Hinterwälder 2017 (Anm. 2), S. 399–425.





● Abb. 6: Airfish 1, Fotomontage. Quelle: ILEK Bildarchiv

Modell und Umgebung auf Bildebene nivellieren lassen. Gilt für die Demonstrationsaufnahmen unter den Modellbildern generell, dass sie durch Ausschnitt, Ansicht oder Licht bestimmte konstruktive Aspekte des Modells oder aber dessen formale und räumliche Wirkung vermitteln können, dann erweitert sich das bei den Fotomontagen um die Interaktion des Entwurfs mit seiner Umgebung. Fotomontagen machen entsprechend etwas sichtbar, was „bei der bloßen Modellbetrachtung oft nicht ohne weiteres erkennbar ist“. <sup>29</sup> Die Mitarbeiter des IL sprechen hier ein heuristisches Moment der Demonstrationsaufnahmen an. An ihnen

29 Vgl. Anm. 25.





werden Erkenntnisse über den modellhaften Entwurf gewonnen, die rekursiv in den Entwurfsprozess eingehen. Auf dieser Ebene erweisen sich Demonstrationsaufnahmen zugleich als operativ. Das fotografische Bild wird zur Handlungsvorschrift für am Entwurf vorzunehmende Änderungen.

### Die Fotografie als operatives Entwurfsbild: die Fotogrammetrie

Noch deutlicher tritt der operative Status der Modellfotografie bei den fotogrammetrischen oder Messbildern hervor. In frühen Studien zu Sattelflächen aus gespanntem Netzstoff als Zeltmodellen erfolgte die Abtragung der Koordinaten zum Zwecke statischer Konstruktions- und Materialberechnung ausschließlich auf mechanische Weise mit Hilfe eines Messtisches. Über ein Lot wurden einzelne Punkte der zugbeanspruchten Form in ihren räumlichen Koordinaten bestimmt und in eine Zeichnung übersetzt. Dies war bei den Minimalflächen von Seifenmembranen, deren Untersuchung und fotografische Aufzeichnung in den Ingenieurwissenschaften sich bis ins 19. Jahrhundert zurückverfolgen lassen<sup>30</sup> und in den 1960er Jahren nicht nur bei Bauingenieuren eine Konjunktur hatten,<sup>31</sup> schwieriger. Waren sie doch „durch eine relativ große mechanische Empfindlichkeit (begrenzte Lebensdauer)“ und „optische Transparenz“ gekennzeichnet. Hinzu kam, dass Seifenhäute nur „in einer relativ begrenzten Objektgröße“ darstellbar waren.<sup>32</sup> Von ihrer Fragilität her setzten Seifenmembranen somit eine berührungsfreie

30 Vgl. hierzu die mehrfach aufgelegte Studie von Charles Vernon Boys: Soap-bubbles and the forces which mould them. Being a course of three lectures delivered at the London Institution in December 1889 and January 1890 before a juvenile audience. London 1890. Boys setzte die Funkenfotografie und das Thaumatrope zur Aufzeichnung und Visualisierung eines fallenden Wassertropfens ein. Von Boys und Ernst Mach über Arthur M. Worthington und Harald Edgerton reicht eine direkte Bildtradition der fotografischen Aufzeichnung von strömungs- und hydrodynamischen Phänomenen bis zum IL.

31 Cyril Eisenberg: The science of soap films and soap bubbles. Clevedon 1978.

32 Vgl. Wolfgang Faig: Vermessung dünner Seifenlamellen mit Hilfe der Nahbereichsfotogrammetrie. Diss., Stuttgart 1969.



Messmethode voraus.<sup>33</sup> An dieser Stelle kam die Fotografie als optisches, aus der Distanz vorgenommenes Abtast- beziehungsweise Aufzeichnungsverfahren ins Spiel. Im Rahmen der experimentellen Versuchsanordnungen fanden wesentlich zwei fotografische Verfahren für die Modellvermessung Anwendung: die optische Bank und die stereoskopische Nahbereichsfotogrammetrie. Die optische Bank (Abb. 7) bestand aus einer Laufschiene, auf der Lichtquelle, Linsen, Blenden und Kamera angebracht und in ihren Abständen zueinander justiert werden konnten. Ihr Prinzip war das der perspektivisch verzerrungsfreien Abbildung im parallelen Licht. Der klassische Aufbau am IL sah an einem Ende eine Lichtquelle vor, deren Emission über mehrere Linsen und Blenden gebündelt und kontrolliert wurde, um so Randstrahlung zu vermeiden und die Parallelität der Lichtstrahlen zu gewährleisten. Über die Lichtstrahlen wurden Seifenhäute oder Hängenetze entweder direkt auf einen lichtempfindlichen Bildträger als Schattenrisse oder Fotogramme<sup>34</sup> eingeschrieben. Zumeist wurde als Projektionsfläche jedoch eine Kunststoffmattscheibe zwischengeschaltet, von der sich das projizierte Bild seinerseits abfotografieren ließ. Ein transparentes Raster zwischen Lichtquelle, Linsen und Modell bot jeweils den Bildhintergrund. Es diente als Vergleichsmaßstab und der Koordinatenabtragung der Modelle. Als zweites berührungsloses Messverfahren kam die stereoskopische Nahbereichsfotogrammetrie hinzu (Abb. 8). Die dafür zum Einsatz kommenden Aufnahme-, Auswerte- und Projektionsgeräte bezog das IL wesentlich vom Berliner Institut für Biologie und Anthropologie und vom Stuttgarter Institut für Anwendungen der Geodäsie im Bauwesen. Am IL wurden die zur Verfügung stehenden Geräte oft an die spezifischen Anforderungen der experimentellen Versuchsreihen angepasst. Für die fotogrammetrische Vermessung der Seifenhautmodelle entstanden am

33 Zu den Seifenhautmodellen Ottos vgl. Ralf Liptau: Übersetzungen in die Architektur. Seifenhautmodelle von Frei Otto. In: Sara Hillnhütter (Hg.): Planbilder. Medien der Architekturgestaltung. Bildwelten des Wissens. Bd. 11, Berlin 2015, S. 26–34; Cornelia Escher: Modell – Experiment – Umwelt. In: Georg Vrachliotis u.a. 2017 (Anm. 8), S. 53–60.

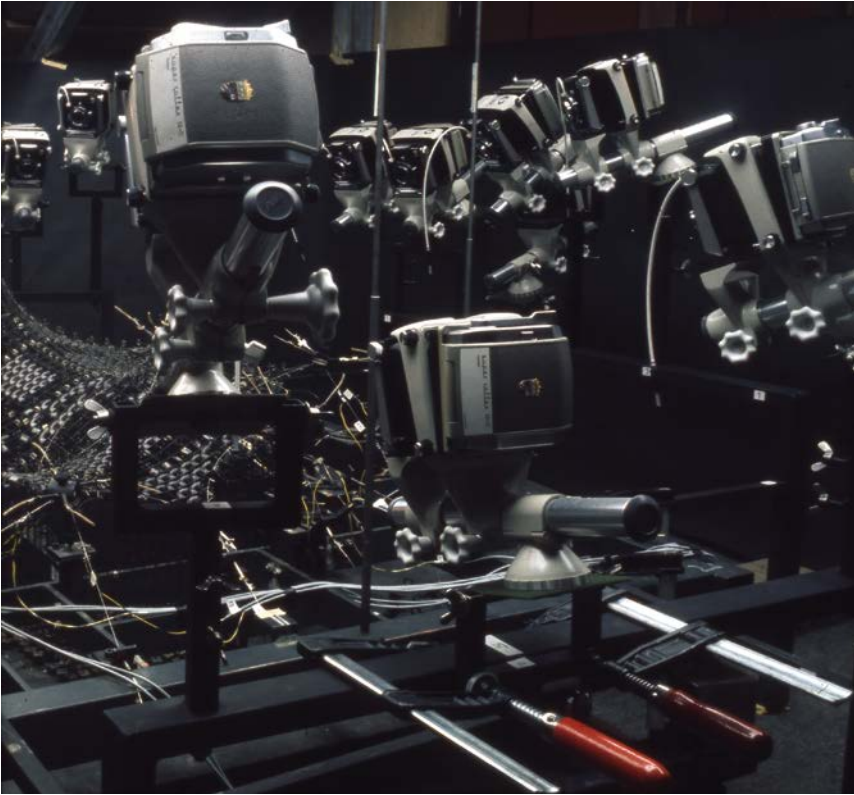
34 Am IL wurde hier von ‚Fotogrammen‘ gesprochen, ein unmittelbarer physischer Kontakt zwischen Bildobjekt und lichtempfindlichem Bildträger war dabei nicht gegeben.



● Abb. 7: Optische Bank zur berührungsfreien Abtastung bzw. Aufzeichnung von Modellen.  
Quelle: ILEK Bildarchiv

IL beispielsweise eigens Brücken mit zwei Messkameras, davon eine verschiebbar, und einem Theodoliten zur Richtungs- und Winkelmessung.<sup>35</sup> Teil der Vorrichtungen für die Messfotografie, aber auch einfacher Demonstrationsaufnahmen der Modelle, war am IL zudem ein extra eingerichteter Dunkelraum (Abb. 9). Mit seiner schwarzen Auskleidung und dem verwendeten Kunstlicht, mit dem die Modelle ausgeleuchtet werden konnten, mutet er wie eine Guckkastenbühne an, auf der die Modelle zu theatraler Aufführung kamen; umso mehr, als Kameras mit Objektiven langer Brennweite außerhalb des Dunkelraumes platziert wurden und so gleichsam im Zuschauerraum den idealen Betrachtungsstandpunkt auf das Bühnengeschehen einnahmen. Um das Modell herum angebrachte Spiegel gehörten quasi zur

35 Vgl. Wolfgang Faig: Photogrammetrische Vermessung dünner Seifenhäute. In: IL 6. Biologie und Bauen. Teil 3, Stuttgart 1973, S. 74–79.



● Abb. 8: Messkameras zur fotogrammetrischen Erfassung von Modellen, hier des Münchener Stadionsdaches. Quelle: ILEK Bildarchiv

Bühnentechnik. Sie erweiterten nicht nur den Bildraum, sondern eröffneten auf dem fotografischen Bild gleichzeitig An-, Unter- oder Aufsichten der Modelle und ihrer konstruktiven Formen. Die Geschichte der Fotogrammetrie reicht bis ins 19. Jahrhundert zurück, wo sie von Aimée Laussedat als topografisches Aufzeichnungsinstrument und damit zur Kartenherstellung eingesetzt wurde, in der Architektur und Denkmalpflege durch Alfred Meydenbauer Verwendung fand.<sup>36</sup> Ihr Verfahren besteht in der

<sup>36</sup> Vgl. Max Weiß: Die geschichtliche Entwicklung der Photogrammetrie und die Begründung ihrer Verwendbarkeit für Meß- und Konstruktionszwecke. Stuttgart 1913.



● Abb. 9: Dunkelraum (li.) mit ‚Bühne‘ (re.) im IL für die Aufnahme von Modellen. Quelle: ILEK Bildarchiv

fotografischen Erfassung eines Objektes, um aus dem zum Objekt in einem festgelegten Orientierungsverhältnis stehenden fotografischen Bild Lage und Form desselben extrahieren zu können. Das Verfahren ist älter als die Fotografie selbst und geht auf die Perspektivlehren des 17. und 18. Jahrhunderts zurück, in denen der Umkehrungsweg vom perspektivischen Bild zu Grundrissen und Ansichten des Dargestellten beschrieben wird. Erste praktische Versuche, aus genauen Perspektivdarstellungen von Landschaften Karten anzufertigen, folgten ebenfalls im 18. Jahrhundert. Unmittelbar nach ihrem Auftauchen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde die Fotografie zur mechanischen Anfertigung solcher Perspektiven herangezogen. Dies war möglich, weil die Fotografie dem Aufbau und Funktionieren ihres optisch-mechanischen Apparates nach den Gesetzmäßigkeiten der Perspektive gehorcht: Bei der Fotogrammetrie kommt es zu einer Zentralprojektion des Landschaftsraumes oder eines Objektes auf ein fotografisches Bild, auf dessen Grundlage eine Grundrissprojektion erfolgt. Die zu diesem Zweck seit Beginn des 20. Jahrhunderts eingesetzte Stereofotografie bot den weiteren Vorteil, aus den gemäß Parallaxe aufgenommenen Bildpaaren mit wandernder Messmarke unmittelbar ein Raumbild auslesen zu können. In den verschiedenen Anwendungsgebieten der Fotogrammetrie wurden hierfür, wie bereits ausgeführt, das Anaglyphen- und das Polarisationsverfahren herangezogen, die auch in die Bildpraxis des IL Eingang fanden.



Die fotografischen Messbilder erfüllten mehrere Funktionen. Primär dienten sie der Vermessung der ‚Modelltopografien‘. Führt man sich die bewegte Dachlandschaft des Münchener Olympiastadions vor Augen, gewinnt diese auf den kartografischen Entstehungskontext der Fotogrammetrie Bezug nehmende Metapher buchstäblichen Sinn. Die aus den Fotografien herausgelesenen Raumkoordinaten der Modelle erlaubten als ikonische Bildinformation die automatische Erstellung von Zeichnungen, was am Stuttgarter Institut bereits mithilfe einer der ersten computergestützten Zeichenmaschinen erfolgte.<sup>37</sup> Auf der Basis dieser Bildinformation kam es fernerhin zur Anfertigung weiterer Modelle sowie zu statischen und materialtechnischen Berechnungen für die Entwurfsausführung. Weder war dazu die freie Handzeichnung in der Lage, noch konnten die zum Teil komplexen Geometrien natürlicher Konstruktionen mit den gängigen Verfahren von Grundriss und Aufriss ohne Weiteres abgebildet und berechnet werden; ihre Berechnung wurde erst mit der Methode finiter Elemente und unter Zuhilfenahme des Computers im Verlauf der späten 1960er und frühen 1970er Jahre möglich.<sup>38</sup> Darüber hinaus übernahmen die Messbilder eine besondere Speicherfunktion: Sie verstetigten nicht nur die zum Teil fragilen Modelle und ihre aus dynamischen Prozessen hervorgehenden temporären Gestaltbildungen im Bild, sondern ermöglichten auch, einer Blaupause gleich, die Reproduktion des Modells, da dessen Koordinaten zu jedem beliebigen späteren Zeitpunkt aus der Fotografie ausgelesen werden konnten; vorausgesetzt freilich, dass Richtung, Winkel und Distanz der Kamera zum fotografierten Objekt bei Aufnahme ebenfalls verzeichnet worden waren. Schon von ihrer mediengeschichtlichen Entwicklung her handelt es sich bei der Fotogrammetrie um eine mediale Hybridform zwischen Zeichnung und Fotografie. Überhaupt lässt sich sagen,

37 Es handelt sich hier um den von Konrad Zuse 1961 auf den Markt gebrachten *Graphomat Z 64* zur automatischen Erstellung von Plänen und Karten.

38 John H. Argyris, wesentlicher Mitbegründer der Methode finiter Elemente, leitete an der Stuttgarter Universität das Institut für Statik

und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen. Auf die Zusammenarbeit von Argyris und Otto machte mich Jürgen Hennicke in einem Gespräch aufmerksam. Vgl. hierzu auch Eberhard Haug: Numerische Formfindung von Membranen. In: *IL 18. Seifenblasen* (Anm. 10), S. 364–369.



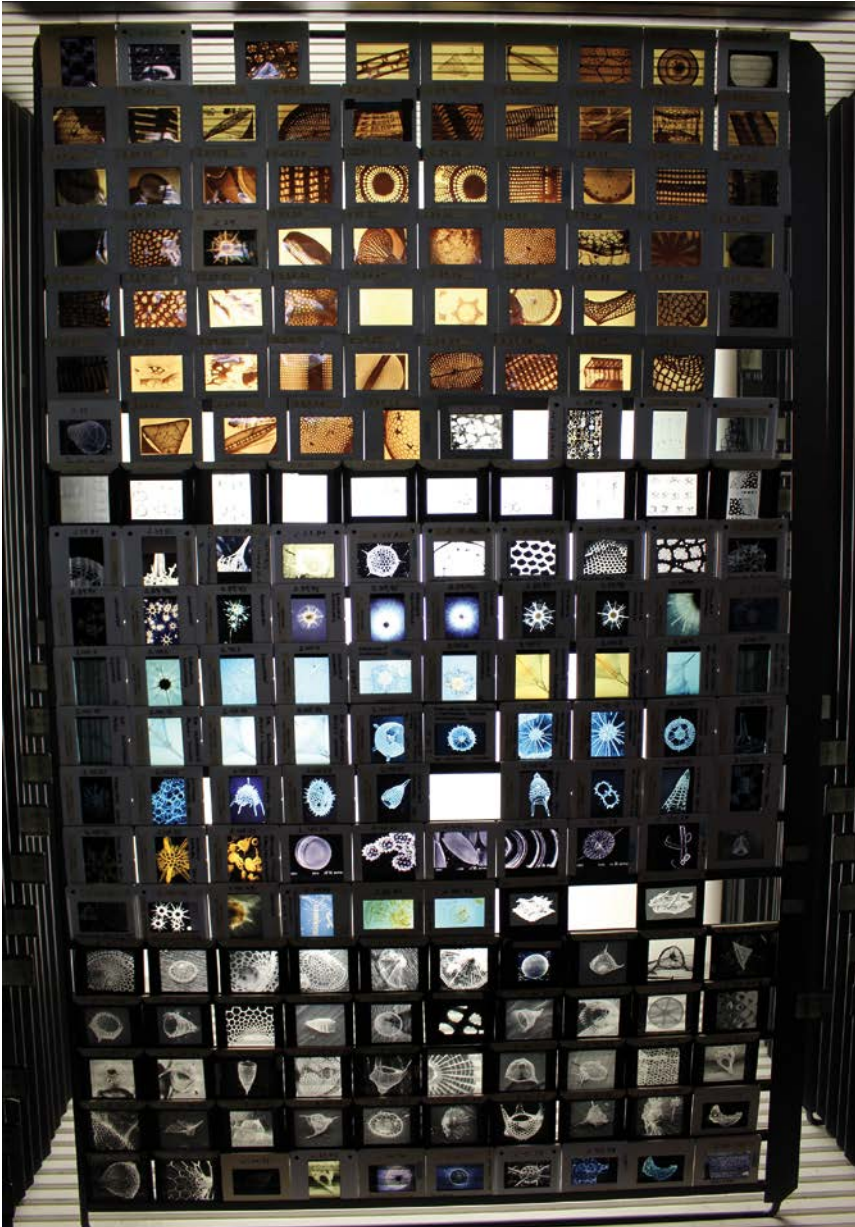
dass die Fotografie am IL zu Teilen als ‚Fotografik‘ betrieben wurde. Dafür steht auch die methodische Verwendung des fotografischen Negativ-Positiv-Verfahrens. Der operative Status der fotografischen Messbilder ergibt sich aus den aufgezeichneten Raumkoordinaten der Modelle, die sich für die weitere Modellierung einer konstruktiven Form, ihre zeichnerische Erfassung bis hin zur Erstellung konkreter Zuschnitts- und Baupläne und ihre statische und dynamische Berechnung als grundlegend erwies. Als geometrische Handlungsvorschrift wurde die Realisierung einer natürlichen Konstruktion durch sie erst möglich. Die Operativität, die den Messbildern zukommt, scheint damit restlos im Instrumentellen aufzugehen. Auf den generativen Aspekt der fotografischen Praxis am IL wird abschließend einzugehen sein.

### Die Fotografie als generatives Entwurfsbild: Formvarianten natürlicher Konstruktionen als Zeichenrepertoire

Die Gebrauchsweisen und medialen Übersetzungen von Modell, Fotografie und Grafik am IL nehmen die direkte und parametrische Modellierung komplexer geometrischer Körper mit dem Computer, wie sie heute den Architektorentwurf bestimmt, vorweg. In Abwandlung einer mediengeschichtlichen Feststellung Walter Benjamins ließe sich sagen, dass die ebenso modell- wie fotobasierte Entwurfspraxis des IL für die digitalen Entwurfswerkzeuge das ist, was die Schabkunst für die Fotografie war: In der Blüte der ersteren kündigt sich letztere schon an.<sup>39</sup> Die Modellfotografien können in diesem Zusammenhang als Visualisierungen einzelner Modellzustände und entsprechender Formvarianten gelesen werden, die sich jeweils aus kleinsten

39 Vgl. Walter Benjamin: *Kleine Geschichte der Photographie* (1931). In: Rolf Tiedemann, Hermann Schweppenhäuser (Hg.): *Gesammelte Schriften II/1*. Frankfurt a. M. 1991, S. 368–385.





● Abb. 10: Einblick in den Diaschrank von Frei Otto am IL, Schiebeelement mit Beständen der Signaturregruppen: 2.39.1-90 und 2.40.1.51-100 Diatomeen (Prof. Helmcke). Quelle: ILEK Bildarchiv, Foto: Kirsten Wagner





mechanischen Veränderungen der Modellrandbedingungen ergeben. Die Serien fotografiertes Hängenetze, bei denen die Aufhängepunkte der Kettenetze variiert wurden, verdeutlichen das exemplarisch (vgl. Abb. 5). Funktional kommen die Modellfotografien damit den grafischen Schnittstellen digitaler Entwurfswerkzeuge nahe, über die ein parametrisch modelliertes Objekt bildhaft ausgegeben wird. Der Computer als universale Turingmaschine simuliert nicht nur die überkommenen Medien, er integriert sie auch zu einem Metaentwurfswerkzeug.

Die in physikalischen Experimenten und an konkreten Modellen gewonnenen Formvarianten hätten prinzipiell auch zeichnerisch als Skizze erfasst und dann grafisch weiter ausgearbeitet werden können. Dass sich auf dem Feld von freier und technischer Zeichnung das Problem der Darstellung komplexer Geometrien auftat, wurde bereits angeführt. Die Zwischenschaltung der Fotografie zwischen Modell und Zeichnung findet genau darin ihren Grund. Denn sie leistet bereits die projektive Übersetzung eines dreidimensionalen *Körpers* in ein zweidimensionales *fotografisches Bild*, das sich seinerseits nicht nur leichter in ein ebenfalls zweidimensionales *grafisches Bild* übersetzen, sondern zugleich auf seine Raumkoordinaten hin auslesen lässt. Die Fotografie wird hier zur generativen Grundlage zeichnerischer Praxis. Gegenüber der Zeichnung bot sie zudem den Vorteil einer automatisierten und das heißt schnellen und präzisen Bildproduktion, mit der sich die mechanischen Änderungen an den Modellen sowie ihre verschiedenen Ansichten in vergleichsweise kurzer Zeit erfassen ließen; von dem Aufwand, diese Bildproduktion technisch zu ermöglichen und die Experimente und Modelle auf sie abzustimmen, sei an dieser Stelle einmal abgesehen.

Tatsächlich scheint der Anspruch der fotografischen Praxis am IL darauf ausgerichtet gewesen zu sein, jede nur erdenkliche Formvariante natürlicher Konstruktionen, sei sie in der Natur vorgefunden oder aus den mechanisch initiierten Selbstbildungsprozessen von Seifenblasen, Hängenetzen und Schüttkegeln hervorgegangen, abzubilden und für den Architektorentwurf zu erschließen. Resultat war ein umfangreiches



Bildarchiv, dem ein eigenes generatives Potential zugesprochen werden muss. In der Entwurforschung ist für solche Bildarchive in Anlehnung an die frühneuzeitlichen Kunstkammern mit ihrer Fülle an Natur- und Kunstobjekten der Begriff des Kabinetts eingeführt worden (Abb. 10).<sup>40</sup> Für das Bildarchiv des IL dürfte kaum ein anderer Begriff treffender sein. Über einen Bestand von mehreren Hundert Diapositiven, Negativen und Kontaktabzügen sind Naturformen, Versuchsanordnungen, Modelle und Bauten in von Otto selbst gebauten Diaschränken versammelt. Dieses Bildarchiv geht sicher über eine bloße Dokumentation und Vermittlung der Forschungs- und Entwurfsarbeit des IL hinaus. Es ist ein Bildgedächtnis natürlicher Konstruktionen, aus dem als ‚Zeichenrepertoire‘ für eine konkrete Entwurfsaufgabe ausgewählt und – den ‚Regeln‘ physikalischer Gesetzmäßigkeit folgend – neue ‚Aussagen‘ der Form generiert werden können.

Ein Großteil des Bildarchivs geht auf mikrofotografische Aufnahmen von Naturformen zurück. Von diesen wiederum stammt die eine Hälfte aus biologischen Lehrsammlungen fotografierter Präparate.<sup>41</sup> Eine weitere Quelle waren auf mikrofotografischem Gebiet arbeitende Fotografen wie Manfred Kage aus der Wissenschaftsfotografie oder Andreas Feininger aus der angewandten und künstlerischen Fotografie. Die andere Hälfte der Mikrofotografien wurde eigens von den Mitarbeitern des Instituts angefertigt, wozu das M400 Photomakroskop diente.

Mit der Mikrofotografie verbindet sich ebenfalls ein generatives Moment, zumindest in der Auslegung dessen, was von Gottfried Jäger und Herbert W. Franke in den 1970er Jahren als ‚Generative Fotografie‘ bezeichnet worden ist.<sup>42</sup> Bezog sich dieser Begriff zunächst nur auf eine nicht abbildende fotografische Praxis, bei der das Bild aus Manipulationen des Apparates oder des Entwicklungsprozesses hervorgeht, erweiterten ihn Jäger und Franke auf überhaupt alle fotografischen

40 Vgl. Gabriela Goldschmitt: Manuelles Skizzieren. Warum es immer noch relevant ist. In: Ammon, Hinterwaldner 2017 (Anm. 2), S. 33–55.

42 Vgl. Kirsten Wagner: Generative Ästhetik im Kontext der Bielefelder Schule. In: Gottfried Jäger, Enno Kaufhold (Hg.): Die Bielefelder Schule. Fotokunst im Kontext. Heidelberg, Berlin 2014, S. 76–92.

41 Vermittler dieser Bildkonvolute war u.a. das Berliner Institut für Anthropologie und Biologie.



Bilder, die das zeigen, darüber sichtbar machen und ‚erzeugen‘, was sich der Wahrnehmung entzieht. Sie hatten hier vor allem Mikrofotografien und Fotografien physikalischer Phänomene im Blick. Das generative, erzeugende Potential in Bezug auf den Architekturentwurf liegt darin, dass die Mikrofotografie bisher nicht erkannte Formen und Gesetzmäßigkeiten ihrer Bildung für die Architektur erschließt. Die produktive Verbindung von über Mikroskopie und Fotografie erfassten Naturformen auf der einen Seite, Architekturtheorie und Architekturentwurf auf der anderen kann über die Jugendstilarchitektur und Ernst Haeckel bis auf Gottfried Semper in die Mitte des 19. Jahrhunderts zurückverfolgt werden.

Wie eng die Felder des architektonischen Entwurfs und der Fotografie von Naturformen bis in die jüngere Vergangenheit des 19. hinein verwoben waren, macht von Seiten der Fotografie Andreas Feininger deutlich. Als ausgebildeter Architekt hob Feininger in seinen Bildbänden hervor, dass sein fotografischer Blick auf Naturformen der eines an Struktur, Konstruktion und Funktion interessierten Ingenieurs sei.<sup>43</sup> In deutlicher Korrespondenz zu Ottos Ansatz wird Form von Feininger aus der Funktion der Form und der auf sie einwirkenden Kräfte erklärt. Die zahlreichen fotografierten Naturformen treten auf Bildebene den Beweis für einen nach mathematisch beschreibbaren Naturgesetzen durchwalteten Mikro- und Makrokosmos an. In den Publikationen des Stuttgarter Instituts ist Feininger mehrfach mit fotografierten Spinnennetzen vertreten (Abb. 11), über die Feininger im Sinne von Minimalflächen und -wegen schrieb: „Like any creation of nature, it is functional, designed for a definite purpose, constructed with marvelous economy to achieve maximum efficiency with a minimum expenditure of material and weight. [...] A spider web has the elemental beauty that is inherent in any truly functional form“.<sup>44</sup>

43 Andreas Feininger: *The anatomy of nature. How function shapes the form and design of animate and inanimate structures throughout the universe.* New York 1956, S. viii.

44 Feininger 1956 (Anm. 43), S. viii.



Above: The intricate web of a grass spider (*Agelena sp.*). The cool mornings in fall, large numbers of these sheet webs can often be seen decorating the leaves of New England, where they look like so many silk handkerchiefs spread out to dry. But as soon as the dew, which made them visible, has evaporated they seem to disappear as mysteriously as they came. The grass spider obviously does have skillful design talents because these silken sheets form reinforced fabrics of grass, making these structures look like miniature woven mats. (Caption: Web of the banded garden spider (*Argiope trifasciata*). At its center, the spider herself sits waiting for the web to dry so that the daily business of catching insects can begin. Like all orb-weavers, she sits with her head facing down, presumably so that in an emergency she can retreat deep to the ground at the end of her silken bridge.)



- Abb. 11: Spinnennetze, Fotos Andreas Feininger. Quelle: Andreas Feininger, In a grain of sand. Exploring design by nature, San Francisco 1986, S. 150–151

Feininger porträtierte seine Naturformen nicht selten als Kunstformen: In einem Kiessandbett vertikal aufgestellte Knochen- und Muschelfragmente heben sich durch eine starke Ausleuchtung plastisch von diffus bleibenden Himmels-hintergründen ab. Sie werden bei Feininger zu dramatisch inszenierten abstrakten Skulpturen eines Henry Moore.<sup>45</sup> In der Fotografie werden Naturform und Kunstform zueinander vermittelt, gar gleichgestellt. Eine ähnliche Bildrhetorik lässt sich den Publikationen Herbert W. Frankes entnehmen.<sup>46</sup> Dass sich Modelle und Fotografien natürlicher Konstruktionen zu ästhetischen Objekten verselbständigen können, war am Stuttgarter Institut präsent. Obwohl bestimmten Zwecken im Entwurfsprozess dienend, entfalteten sie in ihrer Materialität und Skalierung einerseits, ihrer Bildsprache andererseits, so etwa in der Abstraktion des vergrößerten Details, eine gewisse Autonomie als Voraussetzung zweckfreier Kunst.<sup>47</sup> Das umfangreiche

45 Vgl. Andreas Feininger: In a grain of sand. Exploring design by nature. San Francisco 1986.

47 Vgl. in Bezug auf das Modell IL 25. Form <-> Kraft <-> Masse 5. Experimente (Anm. 21), S. 1–3.

46 Vgl. Herbert W. Franke: Kunst und Konstruktion. Physik und Mathematik als fotografisches Experiment. München 1957.



Bildarchiv des Stuttgarter Instituts erklärt sich nicht allein durch die Faszination an der Vielfalt konstruktiver Formvarianten in der Natur, sondern ebenso aus diesem ästhetischen Mehrwert der Fotografien und Modelle heraus.

Die morphologischen Reihen fotografiierter Formvarianten gingen am IL in einen iterativen Gestaltungsprozess ein, der über Rückkopplungen zwischen Modell, Fotografie und Zeichnung zu neuen architektonischen Formen führte. Man mag es symbolisch werten oder nicht: Räumliche Mitte des Institutsgebäudes am Pfaffenwaldring, das selbst das skalierte Modell einer Seifenhaut ist, ist ein Fotolabor nebst Dunkelraum. Wenn es auch in Zeiten digitaler Entwurfswerkzeuge nicht mehr in Gebrauch ist, zeugt es doch von der Fotografie als einem bildmächtigen Entwurfswerkzeug der Moderne, das in die aktuellen Visualisierungsverfahren auf unterschiedliche Weise Eingang gefunden hat.



## Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Universitätsverlag der TU Berlin, 2020

<http://verlag.tu-berlin.de>

Fasanenstr. 88, 10623 Berlin

Tel.: +49 (0)30 314 76131 / Fax: -76133

E-Mail: [publikationen@ub.tu-berlin.de](mailto:publikationen@ub.tu-berlin.de)

Alle Teile dieser Veröffentlichung – sofern nicht anders gekennzeichnet – sind unter der CC-Lizenz CC BY lizenziert.

Lizenzvertrag: Creative Commons Namensnennung 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Lektorat: Christiane Salge

Gestaltung: Stahl R, [www.stahl-r.de](http://www.stahl-r.de)

Satz: Julia Gill

Druck: docupoint GmbH

ISBN 978-3-7983-3090-0 (print)

ISBN 978-3-7983-3091-7 (online)

ISSN 2566-9648 (print)

ISSN 2566-9656 (online)

Zugleich online veröffentlicht auf dem institutionellen

Repositorium der Technischen Universität Berlin:

DOI 10.14279/depositonce-8508

<http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-8508>

Der Tagungsband versammelt Beiträge des 4. Forums Architekturwissenschaft zum architektonischen Entwerfen und seinen Artefakten. Die vom Netzwerk Architekturwissenschaft ausgerichtete Konferenz hat im November 2017 an der TU Berlin stattgefunden. Die Beitragenden zur vorliegenden Publikation fragen nach den epistemischen Potentialen von Skizzen, Renderings, Modellen, Fotografien und Zeichnungen beim Entwerfen von Architektur. Sie folgen allesamt der These, dass Medien im Entwurf nicht nur abbilden, sondern ihrerseits Grundlage weiterer Wissenshandlungen sind. Anhand von Fallbeispielen, die vom Mittelalter bis in die Gegenwart reichen, zeichnen die Texte den besonderen qualitativen Einfluss nach, den ‚das Machen‘ eines Entwurfs am und mit dem Artefakt für diesen Entwurf hat. Strukturgebend sowohl für die Tagung als auch diese Publikation war der Versuch, theoretische Positionen und die Ergebnisse praktischen Arbeitens – Artefakte – zusammenzubringen: Die Tagung war verbunden mit einer Ausstellung am Architekturmuseum der TU Berlin, im vorliegenden Band wechseln sich Theoriebeiträge mit text-bildlichen Beschreibungen der gezeigten Artefakte ab.

Universitätsverlag der TU Berlin  
ISBN 978-3-7983-2940-9 (print)  
ISBN 978-3-7983-2941-6 (online)