

## 4 Der Schalenbau als konjunktives Erfahrungsfeld

---

Im Jahr 1961 begann das Ingenieurbüro Isler mit dem Bau von acht  $20 \times 20$  m grossen Buckelschalen für die Maschinenfabrik Kunz in Burgdorf (BE), die das »System Isler« aus technologischer Sicht veranschaulichen. Zahlreiche Baustellenvideos, Fotografien (s. Abbildungen 16–18), Bautagebücher und Korrespondenzen verdeutlichen dabei nicht nur die einzelnen Bauschritte und die eingesetzten Technologien, sondern auch technikgeschichtliche Entwicklungen, die die Isler-Schalen wesentlich mitprägten.

Der Bau begann mit der Erstellung von Streifenfundamenten durch die Bauunternehmung Willi Bösiger AG, anschliessend wurden die Aussen- und Innenstützen aus Beton PC 325<sup>1</sup> errichtet.<sup>2</sup> Danach erstellten die Mitarbeiter der Bauunternehmung, namentlich Polier, Maurer, Handlanger und Schlosser, mithilfe mehrerer Kräne eine doppelt gekrümmte hölzerne Schalung und Stahlrohrgerüste mit gebogenen Trägern für die ersten zwei Betonschalen, verlegten und verschweissten die Bewehrungsseisen. Zur gleichen Zeit verlegten die Mitarbeiter der Firma Stahlton AG die Vorspannkabel. In einem nächsten Schritt wurden die Perfektaplatten als Wärmedämmung in die Schalung gelegt, sodass man zum Betonieren der Schalen übergehen konnte.<sup>3</sup>

Der Betonvorgang lief dabei immer in drei Etappen ab. Begonnen wurde stets mit dem Schalenfuss, welcher bis zu einer Höhe von 3 Metern in einem Guss inkl. Schalensockel ausgebildet werden musste und aus hochfestem Beton PC 400<sup>4</sup> bestand. Dabei kam ein feinmaschiges Drahtnetz als Konter Schalung zum Einsatz, um einen speditiven Einbau des Betons garantieren zu

---

1 Eine Betonsorte mit einem Zementgehalt von 325 kg/m<sup>3</sup>.

2 gta Archiv: 217–03, Schachtel 1/2, Wollspinnerei Huttwil, Bautagebuch; 217–021, Schachtel 1/6, Maschinenfabrik Kunz, Akten, Taglohn-Rapporte, Fa. Bösiger: Oktober 1961–Mai 1962; 217–CINE 4, 7, 9, Bau Kunz und Co.

3 Ebenda.

4 Eine Betonsorte mit einem Zementgehalt von 400 kg/m<sup>3</sup>.

können. In einem nächsten Schritt wurde die Schale mit Beton PC 350 von oben nach unten in einem Guss fugenlos betoniert, woraufhin der Betoniervorgang mit der Bearbeitung einer Übergangszone zwischen dem Schalenfuss und der Schale selbst abgeschlossen wurde. Nach der Ausführung wurde der Beton während der nächsten sieben Tage kontinuierlich mit Rasensprengern gewässert, um das Schwinden gering zu halten und somit einer Rissbildung entgegenzuwirken.<sup>5</sup>

*Abbildung 16: Der Bau der Maschinenfabrik Kunz, Burgdorfum 1961.<sup>6</sup>*



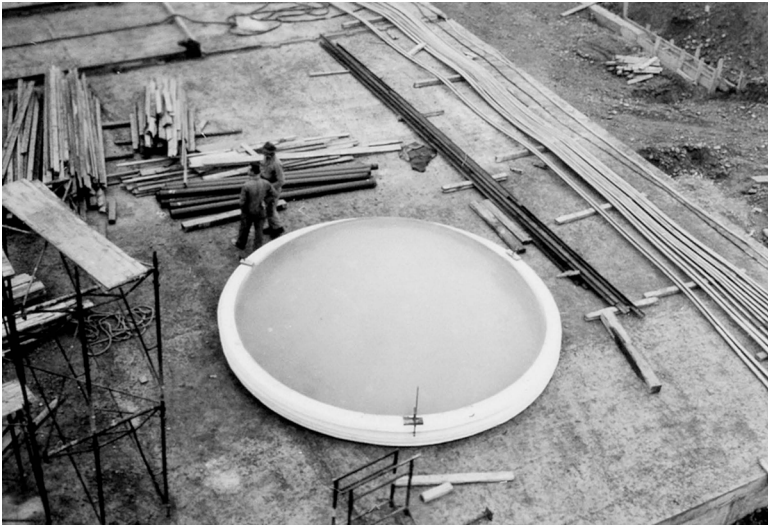
Sobald der Beton genügend erhärtet war und dies durch eine von der EM-PA geprüfte Probe nachgewiesen wurde, erfolgten die Vorspannarbeiten durch die Firma Stahlton AG. Die Kabel wurden mittels Spannpressen vorgespannt,

5 gta Archiv: 217–021, Schachtel 1/6, Maschinenfabrik Kunz, Akten, Taglohn-Rapporte, Fa. Bösiger: Oktober 1961–Mai 1962; 217-CINE 4, 7, 9, Bau Kunz und Co.; 217–01, Schachtel 1/2, Glas Trösch AG, Akten, ohne Seitenangabe, 217–061, Schachtel 1/1, Migros Verkaufszentrum Bellinzona: Markthalle, Akten.

6 gta Archiv: 217-FX-2-61-10, Kontaktabzug: Gartencenter Wyss Soehne AG; Maschinenfabrik Kunz & Co.

wodurch sich das Tragverhalten der Schale wesentlich verbesserte.<sup>7</sup> Als Nächstes erfolgte die Montage von Kunststoffoberlichtern der Firma Kunststoffwerke Eschmann AG mittels eines Krans über der Öffnung im Scheitel der Schale. 2–3 Wochen nach dem Betonieren erfolgte der Ausschalvorgang, bei dem alle Gerüste weggenommen wurden.

*Abbildung 17: Die Kunststoffoberlichter (Mitte) und Vorspannkabel (rechts) auf der Baustelle für die Maschinenfabrik Kunz, 1961.<sup>8</sup>*



In einem letzten Schritt erfolgte das Anbringen eines Kunststoffanstrichs, um die Betonoberfläche der Schale vor Witterungseinflüssen zu schützen (s. Abbildung 18). In den 1950–1960er-Jahren war noch wenig über die Einflüsse der Witterung auf den Sichtbeton bekannt.<sup>9</sup> Es wurde angenommen, dass das alkalische Milieu des Betons die Bewehrungseisen uneingeschränkt

- 
- 7 gta Archiv: 217–04, Schachtel 3/4, Kunststoffwerke Eschmann AG, Spezielle Bedingungen für die Eisenbetonarbeiten.
  - 8 gta Archiv: 217-FX-2-61-10, Kontaktabzug: Gartencenter Wyss Soehne AG; Maschinenfabrik Kunz & Co.
  - 9 Interview Heinz Bösigler 18.11.2019.

vor Korrosion schützt. Den Angaben der Zeitgenossen zufolge sei erst Jahre später wissenschaftlich nachgewiesen worden, dass die im Sauerregen enthaltenen Chlormoleküle den Beton ausgehend von seiner Oberfläche schädigen können.<sup>10</sup> Trotzdem machte Heinz Isler bereits in den späten 1950er-Jahren Beobachtungen, dass ein kunststoffbasierter Schutzanstrich den Beton abdichten und demnach vor Witterung adäquat schützen kann.

*Abbildung 18: Die ausgeführten Isler-Schalen der Maschinenfabrik Kunz mit dem »Fanalon«-Kunststoffbelag, 1964.<sup>11</sup>*



Nach Abschluss dieser Schritte wurde der Rohbau fertiggestellt, sodass der Bauherr zum Innenausbau übergehen und in der Folge seine Geschäftstätigkeit aufnehmen konnte. Die rasche Erstellung der Schalen für das Bauprojekt Kunz macht dabei nicht nur den Nutzen für den Bauherrn, sondern auch die beträchtlichen Beiträge mehrerer Unternehmen des Schweizer Mittellandes zum »System Isler« historisch greifbar. Vor diesem Hintergrund erweist

<sup>10</sup> Ebenda.

<sup>11</sup> gta Archiv: 217-FX-2-64-24, Heinz Isler: Fotokonvolute: Kontaktabzüge, Maschinenfabrik Kunz & Co.; 217-FX-2-64-28, Heinz Isler: Fotokonvolute: Kontaktabzüge, Maschinenfabrik Kunz & Co.

sich der Schalenbau – genauso wie die anderen zeitgenössischen Bausysteme (Holzbau, Stahlbau, Betonbau und Mauerwerk) – als keine generische Technologie, sondern vielmehr als Treiber und Ergebnis der inkrementellen Entwicklung und Synergie von mehreren aufeinander bezogenen Technologien. Die Beiträge besonders Isler-naher Kooperationspartner zum Schalenbau gingen fast immer über übliche Vertragsbeziehungen hinaus und führten durch die gemeinsamen Bauerfahrungen zu einer Konvergenz von technologischen Produkten, deren Zusammenhänge vorher nur unzureichend erkannt worden waren.<sup>12</sup> Dies gilt nicht nur für die einzelnen Elemente und Vorgänge beim Erstellen von Isler-Schalen (etwa Holzkonstruktionen für die Gerüstung und Schalung, Vorspannkabel und -anker, Kunststoffoberlichter, chemische Schutzbeschichtung des Betons usw.), sondern auch für deren gesamten Lebenszyklus (inkl. Erhaltung, Instandhaltung und Instandsetzung der Schalen), zumal die involvierten Unternehmen – in erster Linie die Stahlton AG, die Willi Bösiger AG und die Kunststoffwerke Eschmann AG – strategische Allianzen bildeten und längerfristig zusammenarbeiteten. Im Folgenden wird die Erfahrungsseite des »Systems Isler« fokussiert, bei der sich aus konkreten Arbeitsvorgängen auf Baustellen und aus Fertigungsprozessen von einzelnen Elementen des Schalenbaus die wesentlichen Charakteristika des Systems ergeben.

## 4.1 Die Vorspannung

Alle Isler-Schalen wurden in einer Spannbetonbauweise errichtet, weswegen die Vorspannung als integraler Teil des »Systems Isler« angesehen werden kann. Die Vorspanntechnologie ermöglichte durch Einlegen von Spanndrähnen und deren Vorspannung nach dem Erhärten des Betons eine positive Beeinflussung der Betonkonstruktionen. Die ersten Anwendungen der Vorspannungstechnik nach dem französischen »System Freyssinet« erfolgten zwar bereits vor dem Zweiten Weltkrieg, aber jenes Verfahren fand in der Schweiz bis 1944 keine Anwendung und wurde erst seit 1945 nach Ablauf des

---

12 Dies entspricht unter anderem der Konzeption der sogenannten »schlanken Unternehmen« von Boltanski und Chiapello, die versuchen, Kundenbedürfnisse durch vernetztes Arbeiten vieler Unternehmen in Team- resp. Projektform zu treffen. S. dazu Boltanski, Luc, Ève Chiapello: Der neue Geist des Kapitalismus. Aus dem Französischen von Michael Tillmann. Mit einem Vorwort von Franz Schultheis. Konstanz: UVK 2006, S. 112.

Patentschutzes von Freyssinet gebraucht.<sup>13</sup> In diesem Sinne stellte das strenge Patentrecht zugleich einen Hemmfaktor für die Verbreitung dieser Innovation in der Schweizer Baubranche dar. Auch die überwiegende Mehrheit von nach 1945 gebauten vorgespannten Schalen wurde nach den damals üblichen analytischen Methoden entworfen. Es handelte sich dabei weitgehend um zylindrische Schalen und Shedschalen des Systems Finsterwalder – seit Langem die Klassiker des Industriebaus –, die zur Überdachung von grossen Fabrikräumen gebraucht wurden.<sup>14</sup>

In der Nachkriegszeit wurde die Schweiz zu einem Standort, an dem die älteren Vorspannverfahren perfektioniert und Spezialgeräte für Spannbetontechnik entwickelt wurden.<sup>15</sup> Hierbei handelt es sich um das sogenannte BBRV-Verfahren, das in den 1950er- und 1960er-Jahren die schweizerische Baubranche buchstäblich eroberte. Vier Ingenieure der Zürcher Firma Stahlton AG – M. Birkenmaier, A. Brandestini, M. Roš und K. Vogt – entwickelten ein Vorspannkabel mit einem Durchmesser von 60 mm (bestehend aus 42 patentierten Stahldrähten) und lancierten ein innovatives Vorspannverfahren, das nach den Anfangsbuchstaben der Nachnamen der Erfinder »BBRV« benannt wurde.<sup>16</sup>

Mit der Vorspannung gelang es den Ingenieuren der Stahlton AG, das Reißen des Betons hinauszuzögern. Im Vergleich zu nicht vorgespanntem Beton konnten dank der BBRV-Vorspannung schlankere Träger entworfen werden, sodass grössere Spannweiten bei den Balken und Platten in einem Gebäude möglich wurden. Die Vorspannung leistete somit einen Beitrag dazu, grössere Flächen zu überspannen. Deswegen konnten auch dünnere Betonplatten eingesetzt werden, was folglich den Materialverbrauch und somit auch die Baukosten verringerte.<sup>17</sup> Die Vorspannkabel selbst waren verglichen

13 Vgl. Adriaenssens/Bloch 2014, S. 14.

14 Vgl. Berger, Fritz: Über die Ingenieurarbeiten der Weichenbauhalle, in: SBZ 77/53 (1959), S. 866–869. Ders.: Vorgespannte Schalensheds, in: SBZ 73/36 (1955), S. 533–537. Keller, Oskar: Der Schalenshedbau der Sphinxwerke Müller & Cie. AG. in Solothurn, in: SBZ 77/2 (1959), S. 15–18. Stefan, Joh.: Bau einer Shedhalle aus Betonfertigteilen, in: SBZ 75/4 (1957), S. 52–55. Steinmann, Georges A.: Hallenbauten aus Stahlbeton und Spannbeton, in: SBZ 73/44 (1955b), S. 703f.

15 Brandestini, A.: Schweizerische Spezialgeräte für die Spannbetontechnik, in: SBZ 74/37 (1956), S. 551–558.

16 Birkenmaier, M., A. Brandestini, M.R. Roš: Zur Entwicklung des vorgespannten Betons in der Schweiz, in: SBZ 70/8 (1952), S. 107–114, hier S. 107.

17 Stahlton: Vorspanntechnik. Zürich: o. V.: o. J., S. 2.

mit einer schlaffen Bewehrung quasi kostenneutral, da der höhere Preis pro Gewicht durch die grössere Festigkeit des Spannstahls praktisch kompensiert wurde. Die wichtigste technische Besonderheit des BBRV-Verfahrens war »die direkte Verankerung der Drähte mit Stauchköpfen. Diese garantieren einen schlupffreien Sitz im Ankerkopf, welcher bereits vor dem Spannen gewährleistet ist«. <sup>18</sup>

Heinz Isler war in den 1950er-Jahren unter den ersten Bauingenieuren, die sich auf eine Zusammenarbeit mit der Stahlton AG einliessen. <sup>19</sup> Er durfte die Vorspannung bereits während seines Studiums und seiner Assistenzzeit an der ETH Zürich kennenlernen. Islers Hochschullehrer und Betreuer an der ETH, Pierre Lardy, stand am Anfang der Vorspannungstechnik in der Schweiz und animierte seine Studenten zum Gebrauch der Vorspannung in ihren Betonbauten. <sup>20</sup> So schloss Heinz Isler bereits in seiner im September 1950 zur Begutachtung eingereichten Diplomarbeit »Textilfabrik: Fabrikhalle und Kohlenbunker«, in der Shedschalen berechnet wurden, die Vorspannung ein. <sup>21</sup> Dies bildete den Auftakt zu Islers praktischem Gebrauch der Vorspannung beim Entwurf und bei der Ausführung von Isler-Schalen.

Allerdings sei hervorgehoben, dass diese für das »System Isler« folgenreiche technologische Entscheidung weder naheliegend noch zwingend erforderlich war. Obzwar die Vorspannung einen zusätzlichen Aufwand bei der Errichtung der Isler-Schalen bedeutete, verbesserte sie kaum das Tragverhalten der Isler-Schalen und war somit entbehrlich, hätte man den Aufwand sowie die Risiken beim Projektieren und Bauen reduzieren wollen. <sup>22</sup> Auch das BBRV-Vorspannverfahren trug keineswegs zur technischen Ausführbarkeit der Isler-Schalen bei.

Die Bereitschaft Islers, durch den konsequenten Gebrauch der Vorspannung in allen Bauprojekten einen zusätzlichen Aufwand auf sich zu nehmen, kann aus mehreren Perspektiven erklärt werden. Zum einen versuchte der

18 Ebenda, S. 8.

19 Weder 1955, S. 236.

20 Vgl. exemplarisch Beckh/Schützeichel 2020, S. 96f.

21 gta Archiv: 217–01197, Studium ETH Zürich, Diplomarbeit »Textilfabrik: Fabrikhalle und Kohlenbunker«.

22 Vgl. zum »Mythos Vorspannung« exemplarisch Pistor, L., R. Oppermann, W. Passer, F. v. Emperger: Vorspannung im Eisenbetonbau. Grundlagen, Ziel, Zweck und Anwendung. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn 1940. Specht, M. u.a. (Hg.): Einführung in die teilweise Vorspannung und Vorspannung ohne Verbund. 2. Auflage. Berlin: TU Berlin 1985.

junge Heinz Isler zu jener Zeit, eine rationale Baumethode zu finden, welche die langwierigen rechnerischen Ingenieurarbeiten vereinfachen könnte. Dazu schrieb er am 20. September 1950 in seinem Tagebuch: »Wohl konnte ich das primitive Denken da und dort brauchen: Aber die Methoden, die im Ingenieurwesen üblichen, die sind mir recht fremd geblieben.«<sup>23</sup> Eine solche Methode sah er im Experimentieren mit hängenden und aufgeblasenen Membranen, aus denen er seine Inspiration für die Schalen schöpfte. Dies war nicht nur eine Frage der Entwurfsmethode oder Schalenform, sondern entsprach auch Islers Suche nach einem individuellen Stil.<sup>24</sup> An derselben Stelle in seinem Tagebuch hielt Isler fest: »Weil ich überall eine eigene Lösung finden wollte. Denn ich empfand es als unedel oder unrühmlich den Weg zu benützen den andere vor mir geschritten.«<sup>25</sup> Gerade dieser Anspruch Islers, etwas machen zu können, was sich andere Bauingenieure nicht zutrauten, mag ihn zur Entscheidung für den Gebrauch der Vorspannung veranlasst haben.

Zum anderen kann der Gebrauch der Vorspannung Teil der Vermarktungsstrategie Islers gewesen sein, um sich dadurch stärker von anderen Ingenieuren abzusetzen. Die Vorspannung verstärkte somit das Alleinstellungsmerkmal des »Systems Isler«, mit einem Minimum an Material grösstmögliche Bauflächen stützenlos zu überdachen. Die technische Komplexität der Vorspannarbeiten sollte auch potenzielle Nachahmer davon abhalten, die Isler-Schalen nachzubauen. Zu diesem Zweck liess Heinz Isler den Schalenbau für die Aussenstehenden komplexer erscheinen, als er tatsächlich war.<sup>26</sup>

Schliesslich sorgte die Verwendung der Vorspannung beim Bau von Isler-Schalen insbesondere in den frühen Jahren des Schalenbaus in der Baubranche für grosse Beachtung von Islers Ingenieurleistungen. Die gebauten Isler-Schalen wurden zum Inbegriff der wachsenden Popularisierung des BBRV-Vorspannverfahrens, denn die Stahlton AG gebrauchte die Schalenkonstruktionen Islers zu eigenen Werbezwecken, um die Stichhaltigkeit und Zuverlässigkeit ihres Vorspannverfahrens zu veranschaulichen. Die zeitgenössischen Publikationen zeigen, dass Islers Bauten aus den 1950er- und den

23 gta Archiv: 217-IK-1, Tagebuch, ohne Seitenangabe, Eintrag vom 20.09.1950.

24 Vgl. Ramm/Schunck 2002, S. 41.

25 gta Archiv: 217-IK-1, Tagebuch, ohne Seitenangabe, Eintrag vom 20.09.1950.

26 gta Archiv: 217-02, Schachtel 3/4, Carrosseriewerk Ramseier & Jenzer AG, Biel, Akten.



frühen 1960er-Jahren als die besten Beispiele von vorgespannten Konstruktionen angesehen wurden (insbesondere die Garage Ramseier & Jenzer in Biel, bei der Isler als Bauingenieur nicht erwähnt wurde) und als eine Art Werbung in den Fachmedien fungierten.<sup>27</sup> In einem Bericht der Firma Stahlton AG in der »Schweizerischen Bauzeitung« wurden die frühen Projekte mit Heinz Isler folgendermassen charakterisiert:

Während die Berechnung und Konstruktion von Kugelschalen schon längst bekannt ist, blieb die Ueberdeckung eines rechteckigen Grundrisses ein besonderes Problem. Mit Hilfe von Modellmessungen ist es gelungen, eine sehr tragfähige neue Schalenform zu entwickeln. Bereits sind bei uns einige solcher Buckelschalen ausgeführt worden, wobei jeweils die Randglieder vorgespannt wurden. [...] Gegenwärtig ist eine solche Schale mit einer stützenfreien Grundrissfläche von 60 m × 60 m im Bau [Coop Wangen; E. L.], was deren ausgezeichnete Tragfähigkeit deutlich zeigt.<sup>28</sup>

An diesem Beispiel wird die Dialektik von Netzwerk und System beim Bau der Isler-Schalen deutlich. Obwohl die beiden Technologien unabhängig voneinander entwickelt wurden, nutzten sie die Synergien der Kooperation, um ihre jeweilige Position auf dem Schweizer Bauplatz zu stärken. Für Heinz Isler wurde die Vorspannung zu einem zentralen Systemmerkmal, das weder von Islers Kunden noch Kooperationspartnern hinterfragt wurde und Islers Leistung als Bauingenieur bekräftigte, auch wenn die Vorspannung entbehrlich war. In den 1950er-Jahren hatte er faktisch keine Auswahl an Vorspanntechnologien, da kein anderes Unternehmen ausser der Stahlton AG vergleichbare technische Lösungen anbot. Isler wurde prompt zum Stammkunden der Firma Stahlton AG und ist ihr auch für längere Zeit treu geblieben.<sup>29</sup> Für die Stahlton AG hingegen war das Ingenieurbüro nur auf der Netzwerkebene relevant, da sie Islers Bauten nur zu Beginn ihrer Tätigkeit für kurze Zeit zu Werbezwecken einsetzte. Ungeachtet des systemischen Anspruchs Islers und der zahlreichen Aufträge über mehr als 30 Jahre hinweg ging die Kooperation mit der Firma Stahlton AG nicht über die in der Baubranche üblichen Geschäftsbezie-

27 Berger, Fritz: Vorgespannter Beton im Hochbau: Auszug aus dem Vortrag, in: SBZ 78/14 (1960), S. 229–236, hier S. 232.

28 Ebenda.

29 Persönliche Mitteilung von Rainer Zünd vom 26.03.2020.

hungen hinaus.<sup>30</sup> Das hing vor allem damit zusammen, dass die Vorspannkabel im Schalenbau nur in geringen Mengen bestellt wurden und die Vorspannarbeiten in der Regel 1–2 % der ganzen honorarberechtigten Bausumme nicht überschritten.

Laut den firmenspezifischen Bedingungen für die Eisenbetonarbeiten lieferten die Mitarbeiter der Stahlton AG die bestellte Menge an Vorspannkabeln auf die jeweilige Baustelle und führten deren Einbau unter Aufsicht des Bauingenieurs aus.<sup>31</sup> Auch in diesem Fall war ein eingespieltes Team wichtig für Heinz Isler, was ihn vermutlich dazu veranlasst haben mag, auch nach 1960, als die Vorspanntechniken in der Schweiz gang und gäbe wurden, primär mit der Stahlton AG zusammenzuarbeiten und andere Vorspannsysteme nur in Ausnahmefällen einzusetzen. Zu Beginn seiner Tätigkeit als Bauingenieur standen Isler aber keine anderen Vorspannfirmen zur Auswahl, was die Kooperation mit der Stahlton AG insbesondere in den 1950er-Jahren förderte.

Eine Konkurrenz für die Stahlton AG war das 1957 gegründete Berner Unternehmen Spannbeton AG, das trotz räumlicher Nähe aufgrund der zum Zeitpunkt noch vorhandenen technischen Unzulänglichkeiten von Isler als Kooperationspartner zurückgewiesen werden musste:

Vorspannarbeiten werden gegenwärtig in der Schweiz ausgeführt von zwei Firmen: die Stahlton AG in Zürich, die seit dem Krieg sehr viele Arbeiten ausgeführt hat und die Spannbeton AG in Bern, die ihr neues Spannsystem vor einem Jahr lanciert hat. Da diese letztere Firma aber noch nicht über die bei Buckelschalen nötigen Kupplungen verfügt, verzichte ich auf eine Offerte von dieser zweiten Firma.<sup>32</sup>

Auch in späteren Jahren, als eine vergleichbare Vollständigkeit der Produkte der Spannbeton AG vorhanden zu sein schien, gab es keine weitere Zusammenarbeit im Rahmen von Bauprojekten mit dieser Firma. Die einzige Ausnahme war dabei das Vorprojekt eines Betriebsgebäudes in Lyssach für die Spannbeton AG selbst aus dem Jahr 1963. Geplant wurden sechs Buckelscha-

30 Telefonisches Gespräch mit Rainer Zünd (Stahlton AG). Laut Angaben sei die Firma nicht mehr im Besitz von historischen Unterlagen, welche die Zusammenarbeit zwischen Isler und der Stahlton AG schildern können.

31 Stahlton: Vorspanntechnik. Zürich: o. V.: o. J., Abschnitt »Vorspannen«.

32 gta Archiv: 217–02, Schachtel 3/4, Carrosseriewerk Ramseier & Jenzer AG, Biel, Akten, ohne Seitenangabe, Schreiben Islers an Schwaar vom 19.11.1958.

len mit Ausmassen von  $22 \times 20$  m, die jedoch aus unbekannten Gründen nicht zur Ausführung gelangten.<sup>33</sup>

Seit 1956 war auch die Firma Vorspannsysteme Losinger VSL Heinz Isler bekannt. Als Mitarbeiter bei Weder + Prim arbeitete Heinz Isler 1956 an einem Vorprojekt für eine Produktionshalle für Losinger in Bern, aber der Bauherr entschied sich für einen konventionellen Bau in Stahlbeton, da die Erzeugnisse der Firma Vorspannsysteme Losinger VSL beim Bau nicht eingesetzt werden konnten.<sup>34</sup> Erst in den späten 1960er- und in den 1970er-Jahren konnte dieses Problem gelöst werden. In dieser Zeit fing Heinz Isler an, seine Beziehungen zu den Vorspannfirmen zu diversifizieren und ebenfalls Bauprojekte mit Produkten dieser Firma auszuführen.<sup>35</sup> Dies war unter anderem die einzige Vorspannfirma, die neben der Rolle eines Zulieferers auch die Rolle eines Kunden Islers übernahm, was dem Unternehmen ermöglichte, eigene Vorspannkabel beim Bau einzusetzen.<sup>36</sup> Im Jahr 1981 wurde eine neue Produktionsstätte der Losinger AG in Lyssach gebaut.<sup>37</sup> Es war eigentlich keine Ausnahme, dass Islers Zulieferer und industrielle Kooperationspartner zu seinen Kunden wurden. Diese Wechselwirkung zwischen der Kooperation am Bau und den tiefergehenden ökonomischen Beziehungen zwischen den Netzwerkkern kam bei der Zusammenarbeit mit vielen involvierten Unternehmen zum Tragen.

## 4.2 Die Schalung

Der Erstellungsprozess einer Schale wurde von Heinz Isler folgendermassen umrissen: »Aufleichte Stahlrohrgerüste werden gebogene Träger gelegt. Diese tragen eine Sparlattung und als eigentliche Schalung die im Bau verbleibenden

33 gta Archiv: 217-0742, Schachtel 1/1, Spannbeton AG Bern. Betriebsgebäude: Neubau.

34 gta Archiv: 217-01222, Schachtel 1/1, Losinger & Co. AG, Werkstattgebäude.

35 Darunter auch die Feuerlöscherfabrik Sicli SA in Genf.

36 Dasselbe Handlungsmuster war auch bei vielen anderen Unternehmen zu beobachten. So baute Isler beispielsweise Zementwerke für seine Zementlieferanten, Kiesfabriken für Kieslieferanten, Lagerhallen für Vorspannungsfirmen etc. (vgl. gta Archiv: 217-0134, Schachtel 1/1, Zementwerke E. Grob, Akten; 217-0194, Schachtel 1/1, Zementwarenfabrik K. Studer, Akten u.a.).

37 gta Archiv: 217-0422, Schachtel 1/1, Vorspannsysteme Losinger VSL, Werk Lyssach.

Isolationsplatten«.<sup>38</sup> Die hölzerne Schalung war daher eines der entscheidenden Elemente beim Bau von Isler-Schalen und ohne diese Schalung wäre diese Bautechnik kaum realisierbar gewesen. Darüber hinaus ermöglichte dieses Bauelement eine grosse Vielfalt der von Isler kreierten Schalenformen, die sich aus einer Kombination von standardisierten Schalungsbrettern auf Baustellen erst ergaben.

Diese Innovation war Willi Bösiger zu verdanken, der bereits im Jahr 1958 ein neues Schalungssystem konstruierte, »welches eine einwandfreie Arbeitsausführung garantiert, zudem viel rascher erstellt und wieder ausgebaut werden«<sup>39</sup> konnte. Auch Heinz Isler war sich dessen bewusst und behauptete in den 1980er-Jahren, er habe gerade mit und dank Willi Bösiger und später seinem Sohn Heinz Bösiger eine »Gelegenheit [gehabt; E. L.], seither [seit den 1950er-Jahren; E. L.] in kontinuierlicher Folge eine grosse Anzahl dieser neuartigen Bauformen zu verwirklichen für Sportbauten, Bäder, Ausstellungen, Garten-Center, Kirchen, Wohnhäuser, für Industriebauten und Schutzbauten«.<sup>40</sup> Während Isler für Statik und Entwurf zuständig war, war die Willi Bösiger AG mit dem Entwurf von Baumethoden, der Qualitätssicherung und der Wirtschaftlichkeit der gebauten Isler-Schalen befasst.<sup>41</sup>

Damit die Schalenform auf der Baustelle korrekt montiert werden konnte, mussten die geschnitzten Holzbretter, die als Schalungen fungierten, mit höchster Präzision hergestellt werden.<sup>42</sup> Von der Qualität der Schalung hing dabei weitgehend der Bauerfolg ab, weswegen alle Vorgänge zur Herstellung, Montage und Verwendung der Schalung genau beschrieben wurden und ihren

38 Isler, Heinz: Schalen für Repräsentativ- und Industriebauten, in: Polonyi, Stefan (Hg.): Schalen in Beton und Kunststoff. Entwurf, Bemessung, Ausführung. Wiesbaden/Berlin: Bauverlag 1970, S. 97–112, hier S. 105.

39 gta Archiv: 217–03, Schachtel 1/2, Wollspinnerei Huttwil, Akten, ohne Seitenangabe, Schreiben Bösigers an Isler vom 10.02.1958.

40 Isler, Heinz: Typologie und Technik der modernen Schalen, in: W, B + W 70/12 (1983), S. 34–42, hier S. 34.

41 Der Firma Willi Bösiger AG ist es insbesondere gelungen, die Ausführung der Isler-Schalen durch unternehmensinterne Standards, geschulte Arbeitskräfte auf den Baustellen und den sparsamen Umgang mit Baustoffen wirtschaftlich zu machen. Diese Entwicklungen fallen mit dem Aufkommen der Baurationalisierung in der Schweizer Baubranche der Nachkriegszeit zusammen. Vgl. Bösiger 2011, S. 161–168.

42 Alle Holzschalungen für Isler-Schalen wurden von der Holzverarbeitungsfirma Gribi AG und später von deren Nachfolgerin Zimmerei Roth + Co. (beide Burgdorf) ausgeführt. Leider sind über die Tätigkeit und Entwicklung der beiden Unternehmen keine näheren Informationen bekannt.

Eingang in die speziellen Schalenvorschriften von Heinz Isler fanden.<sup>43</sup> Diese Regeln entsprachen hinsichtlich der Materialqualität, Handlungsanweisungen und Kontrollpflichten des Bauingenieurs zum Teil den zeitgenössischen Standards. Sie unterschieden sich von ähnlichen Vorschriften anderer Ingenieure lediglich dahingehend, dass die empirische Evidenz aus früheren Bauprojekten Islers in sie eingeflossen war und dadurch eine möglichst zügige und einwandfreie Ausführung seiner Schalen ermöglichte: Hierbei handelte es sich um den Gebrauch von mit Wasser gründlich getränkten Perfekta- bzw. Isolierplatten als Schalung<sup>44</sup> (auch »verlorene Schalung«<sup>45</sup> genannt). Diese Holzfaserplatten verblieben nach dem Betonvorgang im Bauwerk und fungierten dabei als Wärmedämmung.<sup>46</sup> Die Vereinigung beider Funktionen in einem Bauteil ermöglichte es dem Bauunternehmen Willi Bösiger AG, zusätzliche Materialkosten zu sparen und den Errichtungsprozess von Schalen zu vereinfachen.

43 »Schalung. Es sind durchgehend saubere Bretter zu verwenden. Ritzen müssen mit Gips ausgestrichen werden. An Säulenfüßen sind Putzöffnungen vorzusehen. Wo Sichtbeton verlangt wird, ist die Schalung mit gut passenden, gehobelten Brettern zu erstellen. Gerüste. Es sind Gerüste zu verwenden, die die genaue Form der Schalungen während und nach dem Betonieren gewährleisten. Schalungen. Die Schalungsbretter oder -Platten dürfen erst versetzt werden, nachdem die Holzlehren vom Ingenieur kontrolliert wurden. Die Isolationsplatten, die im Bau verbleiben, müssen mit Stiften befestigt werden, die auch nach dem Abbiegen noch rostfrei sind. Aufgeweichte Isolationsplatten müssen ersetzt werden. Die Schalung der Rand- und Zwischenträger muss genügend Putzöffnungen enthalten. Es ist zu beachten, dass die Ankernischen nach ca. zwei Tagen ausgeschalt werden und zwar unabhängig von der übrigen Schalung. Ausschalen. Die Ausschalfristen und der Ausschalvorgang werden vom Ingenieur bestimmt. Es darf nur in Anwesenheit des Ingenieurs ausgeschalt werden. Vorheriges Lockern von Keilen, Gerüstungen etc. ist strikte verboten«. Zit. nach: gta Archiv: 217–04, Schachtel 3/4, Standards, Spezielle Bedingungen für die Eisenbetonarbeiten.

44 Vgl. Isler, Heinz: Perfekta-Platten als Schalung und Isolation, in: Gips-Union-Information 10 (1973), S. 11–13. Ders.: Perfekte Schalen mit Perfekta, in: Gips-Union-Information 15 (1974), S. 7–9.

45 Persönliche Mitteilung von John Chilton vom 17.02.2022: »The parts relating to insulation boards would not be typical of other engineers. Casting concrete directly onto insulation boards that are left in place is perhaps the most innovative, cost saving aspect of Isler shells. This saves very expensive single-use board shuttering. The use of surface vibrators is also specific for the thin shell to compact the surface well«.

46 Isler 1970, S. 104.

Diese schalungsbezogenen Standards wurden bereits in den späten 1950er-Jahren formuliert und behielten während der ganzen Schaffensperiode von Heinz Isler ihre Gültigkeit. Sie haben lediglich in den 1970er-Jahren eine Erweiterung erfahren, indem eine Berücksichtigung der Witterung eingeflossen ist, welche zur korrekten Berechnung der Ausschalfristen notwendig war. So waren dreimal am Tag Temperaturmessungen durchzuführen, und die Messberichte wurden einmal pro Woche Heinz Isler zugesendet.<sup>47</sup>

Abgesehen von den dargestellten technischen Aufgaben war die Willi Bösiger AG zuständig dafür, die Wirtschaftlichkeit des Baus von Isler-Schalen sicherzustellen. Diese war nur beim Zusammenspiel mehrerer Faktoren zu erreichen: Zur Errichtung einer Schale sollte möglichst wenig Material verbraucht werden, die stützenlose Spannweite sollte möglichst gross sein und das Gerüst bzw. die Schalung sollte möglichst robust, um dem Betonguss standzuhalten, und dauerhaft sein. Vor diesem Hintergrund bot sich zur besseren Wirtschaftlichkeit unter anderem die Wiederverwendung der Schalung an. Dies konnte die Baukosten potenziell senken und war insofern vorteilhaft, als die einmalige Verwendung von Holzschalungen deren volle Ressource nicht ausschöpfte und viele potenziell brauchbare und wiederverwendbare Bauteile weggeworfen werden mussten. Diese Überlegung bildete den Auftakt zur Standardisierung von Schalungselementen, mit denen sich unterschiedlich dimensionierte Betonschalen errichten liessen. Die physikalischen Eigenschaften von Holz wie leichte Bearbeitung, beliebige Formgebung, Robustheit und (bei entsprechender Verleimung) Dauerhaftigkeit erlaubten eine breite Anwendung von Holzschalungen.

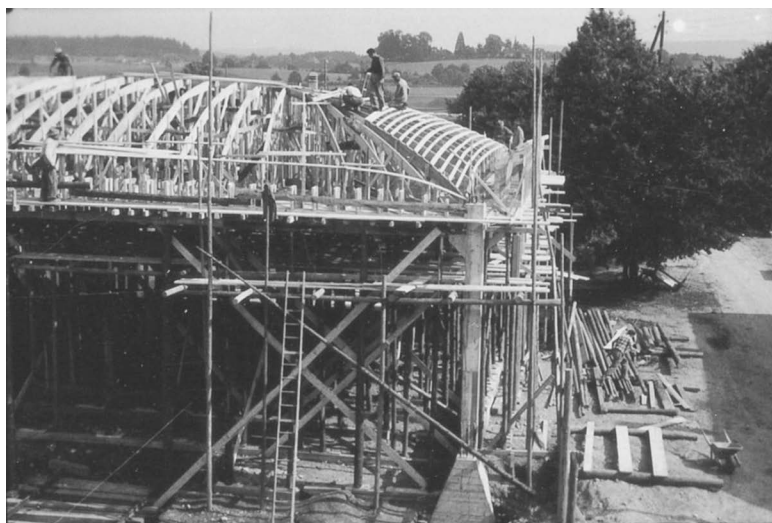
Da des Öfteren ähnliche Holzbretter zur Erstellung von Schalungen verwendet wurden, spornte dies eine Weiterentwicklung von gleichartigen bzw. ähnlichen Schalenbauprojekten an. Bereits bei Islers erstem Schalenbau – der Fabrik Glas Trösch 1955 – kam diese Logik zum Tragen. Erinnerungen von Heinz Trösch zufolge wurde die Bauentscheidung zugunsten der Isler-Schalen vor allem deswegen gefällt, weil die Holzschalung für dieses Projekt bei der Willi Bösiger AG bereits vorhanden war und ohne Weiteres wiederverwendet werden konnte (s. Abbildung 19).<sup>48</sup> Das bildete den Auftakt zur standardmässigen Wiederverwendung von Schalungsbindern im Schalenbau, was auch positive wirtschaftliche Effekte zeigte. Wie Isler 1965 berichtete, soll die Wiederverwendung von Schalungen zu einer Verbilligung des Baus um 25 %

47 Ebenda.

48 Persönliche Mitteilung von Heinz Trösch vom 26.03.2020.

geführt haben.<sup>49</sup> Da dadurch keine extra Fertigung von Holzschalungen für jedes Projekt notwendig war, brachte die Wiederverwendung der Schalung auch Zeitersparnisse beim Bau mit sich.

*Abbildung 19: Der Bau der Fabrik Glas Trösch in Bützberg 1956.<sup>50</sup>*



Die ersten Holzschalungen aus den 1950er-Jahren waren das Eigentum der Bauherren, die die ersten Schalenprojekte in Auftrag gaben und diese dann für Schalenprojekte anderer Bauherren ausleihen konnten. Das war z.B. bei der Firma Chemisch-Technische Produkte Blaser & Co. AG in Hasle-Rüegsau der Fall, die bereits 1958 die Schalung für die Ausführung des Schalenprojekts der Kunststoffwerke Eschmann AG zur Verfügung stellte (s. Abbildung 20). Durch das Teilen der Holzschalung entstand eine Synergie, die Islers industrielle Kunden und Partner geschäftsmässig und technologisch einander näherbrachte. So nahmen Islers frühere Kunden durch die Ausleihe von Schalungsbindern am Geschäft Islers teil und profitierten von Mietzinsen, die sie für die

49 Isler 1965, S. 383. Diese Einschätzung Islers ist als treffend zu bezeichnen, denn, wie im Kapitel 2 dargelegt, konnte der Quadratmeterpreis der Isler-Schalen um 1960 von ca. 200 Franken auf ca. 145 Franken gesenkt werden, was ungefähr 27,5 % des Quadratmeterpreises ausmachte.

50 gta Archiv: 217-FX-2-55-Trösch-1, Kontaktabzug.

Verwendung ihrer Schalungen verlangten. Folgende Bedingungen galten für die Ausleihe der Blaser-Schalungen an die Kunststoffwerke Eschmann AG:

Wir nehmen Bezug auf Ihre Anfrage vom 8. ds. Wie Sie ja wissen, haben uns die Binder ca. Fr. 16'000.-- gekostet. Es ist anzunehmen, dass sie noch einmal für zwei gleiche Bauten, wie wir sie errichtet haben gebraucht werden können. Unter Berücksichtigung dessen müssen wir für den zweimaligen Gebrauch je Schale Fr. 2000.-- Miete verlangen, also Total Fr. 4000.--. Voraussetzung ist natürlich ganz sorgfältige Behandlung, zudem müssten die Binder in einwandfreiem Zustand franko Lagerplatz zurücktransportiert werden. Auch der Hintransport [mit dem Auto; E. L.] würde zu Lasten des Mieters gehen.<sup>51</sup>

*Abbildung 20: Der Bau der Fabriken Chemisch-Technische Produkte Blaser & Co. AG (links) und Kunststoffwerke Eschmann AG (rechts) mithilfe ein und derselben Schalung.<sup>52</sup>*



Für spätere Projekte wurden Holzschalungen vermietet, die im Besitz Islers waren und extra dafür hergestellt wurden, im Rahmen mehrerer Projekte wiederverwendet zu werden. Diese Bauteile wurden vom Burgdorfer Unternehmen Gribi AG über Jahre hinweg angefertigt, sodass keine zusätzlichen Transportkosten bis zum Aufbewahrungsort der Schalungen entstanden.<sup>53</sup> Sehr oft fehlen die Informationen zur Herkunft der Schalung in der Projektdokumentation. Aber gerade bei Islers Bauprojekten im Ausland kamen die

51 gta Archiv: 217–04, Schachtel 3/4, Kunststoffwerke Eschmann AG, Akten, Brief Blasers an Isler vom 13.03.1958 betreffend die Miete der Schalung (Projekt Eschmann).

52 gta Archiv: 217-FX-2-55-Hasle-2, Kontaktabzug, Chemisch Technische Produkte Blaser & Co. AG; 217-FX-2-58-11, Kontaktabzug, Kunststoffwerke Eschmann AG.

53 gta Archiv: 217–017, Schachtel 2/4, Coop Wangen, Akten.



Besonderheiten der Ausleihe und Wiederverwendung der Schalung deutlich zum Vorschein. In diesem Zusammenhang sei der Bau der Teppichfabrik Wittrup AG in Dänemark 1963 erwähnt:

Die Binder werden durch den Unternehmer in der Schweiz ab Lager abgeholt und dort unverändert, vollständig und in einwandfreiem Zustand wieder deponiert. Allfällige Schäden die über die normalen Abnutzungserscheinungen hinausgehen sind zu beheben oder zu bezahlen. Die Binder sind innert 3 Wochen nach Freiwerden wieder in die Schweiz zurück zu schicken. Transportkosten, Zoll und andere Gebühren gehen zu Lasten der Unternehmung.<sup>54</sup>

Seit 1965 wurde folgende Klausel ein fester Bestandteil aller Ingenieurverträge Islers und zielte darauf ab, sowohl die Mietbedingungen zu regeln als auch das Know-how zur Erstellung und zum Einsatz von Schalungsbindern in seinen Händen zu behalten:

[Die Baufirma wird.; E. L.]

Die erforderlichen Schalungsbinder vom Ing. Büro Isler oder einer von ihm bezeichneten Firma zu einem den Selbstkosten entsprechenden Mietzins mieten, die Transportkosten ab und zum Abholplatz der Binder übernehmen, keine eigenen Binder herstellen oder herstellen lassen, sowie die gemieteten Binder weder anderweitig verwenden noch kopieren.<sup>55</sup>

Die einzelnen verleimten Holzbinder wurden insofern standardisiert, als ihre Anzahl und Zusammensetzung eine von Isler normierte baufähige Schalenform ergab. Die Standardisierung von Schalungselementen hatte zur Folge, dass sich mit denselben Holzbrettern unterschiedliche Schalenformen kreieren liessen. In diesem Zusammenhang berichtete Heinz Isler 1966 nach dem Bau der Schale für die Bauisolationen Kilcher AG in Rechterswil: »Ein an Hunderten von Buckelschalen erprobtes System von verleimten Holzträgern mit Sparlattung erlaubte es, die Schalungen rasch und günstig zu erstellen. Zudem konnten die gleichen Holzlehren im selben Jahr für drei verschiedene, in der Gestalt sogar völlig anders aussehende Schalenbauwerke verwendet

54 gta Archiv: 217-035, Schachtel 1/1, Teppichfabrik Wittrup, Pläne, Akten, Brief Islers an die Firma C. Christoffersen vom 09.09.1963.

55 gta Archiv: 217-S-2 Verträge, Vertrag mit der Gustav Eppler AG, Deutschland, vom 16.02.1966.

werden«.<sup>56</sup> Jedem Bindertyp wurde eine spezifische Bezeichnung zugewiesen und jeder Binder besass einen bestimmten Mietpreis. Die Festsetzung des Mietpreises wurde jeweils ausgehend von konkreten Bedürfnissen eines jeden Bauherrn individuell berechnet und variierte je nach Anzahl der Verwendungen. So kostete bei der Teppichfabrik Wittrup die Miete von Schalungsbindern 8'300 Franken für die erste Verwendung und 6'450 Franken für die Verwendung bei jeder weiteren Schale.<sup>57</sup>

Die vorgefertigten Schalungen wurden dabei von Isler nach den ersten Objekten benannt, die mithilfe dieser Schalhölzer errichtet wurden. Die Schalungstypen »Huttwil« und »Hasle« wurden dabei besonders oft gebraucht. Die dritte Schalung »Huttwil« enthielt 21 unterschiedliche Typen von Bindern unterschiedlicher Längen und Ausmasse, zählte insgesamt 90 Bestandteile und hatte ein Gewicht von 4 Tonnen und ein Volumen von 9 Kubikmetern. Als absolut notwendiges Zubehör wurden ebenfalls spezielle Holzschrauben zum Befestigen von einzelnen Bindern mitgeliefert. Die beiden ersten Schalungen »Hasle« umfassten lediglich 18 Typen von unterschiedlichen Bindern (insgesamt 148 Bestandteile) und hatte ein Volumen von über 20 Kubikmetern und ein Gewicht von 9,4 Tonnen. Mitgeliefert wurden dabei jeweils 59 Eisenschrauben mit einem Durchmesser von 35 mm und 30 Holzschrauben mit einem Durchmesser von 18 mm. Der Wert von diesen Schalungen lag in der Regel zwischen 10'500 und 21'000 Franken, womit sie sich bereits nach einigen wenigen Projekten rentieren konnten.<sup>58</sup>

### 4.3 Der Betoniervorgang

In den Schalenvorschriften Heinz Islers ist unter anderem die folgende Passage zu finden: »Alle Arbeitsgänge – insbesondere bezüglich Gerüst, Plattenenteilung, Randkurvenschalungen, Wasserabläufe, Betoniervorgang etc. – [sind; E. L.] derart zu studieren, vorzubereiten und einzuüben, dass auf der Baustelle ein reibungsloser Arbeitsfortschritt gewährleistet ist.«<sup>59</sup> Dadurch wurde die

56 Isler 1966, S. 318, 320.

57 gta Archiv: 217–035, Schachtel 1/1, Teppichfabrik Wittrup, Pläne, Akten, Brief Islers an die Firma C. Christoffersen vom 09.09.1963. Insgesamt hat das Projekt den Bau von zwei Isler-Schalen vorgesehen.

58 Ebenda.

59 gta Archiv: 217–061, Schachtel 1/1, Migros Verkaufscenter Bellinzona: Markthalle, Akten.

eminente wichtige Rolle des Bauunternehmers Willi Bösiger AG zum Ausdruck gebracht, die ihm bei der Ausführung von Schalen zukam, um im Sinne der Baurationalisierung »mit einem Minimum an Arbeitsaufwand ein Maximum an Baufortschritt«<sup>60</sup> zu erzielen. Bereits während der Arbeit am Bauprojekt für die Firma Glas Trösch entwickelte Willi Bösiger einen Standard für den Beton, der nicht nur für den laufenden Bau, sondern auch für künftige Schalenprojekte der beiden Firmen seine Gültigkeit behielt. Dadurch erlangte die Willi Bösiger AG auf lange Sicht einen Wissensvorteil, dank dem die einwandfreie Errichtung von Schalenbauten gesichert wurde.

Die Willi Bösiger AG richtete sich beim Betonieren nach gängigen technischen Möglichkeiten und üblichen Fertigungsprozessen in der Schweiz. Im Zuge der Baurationalisierung der 1950er-Jahre wurden besondere Fortschritte im Bereich der Betontechnologie erzielt, die durch eine »selbstbewusste Ausnützung des Materials durch Erhöhung seiner Qualität«<sup>61</sup> erfolgte und darauf abzielte, »das Letzte aus den Baustoffen herauszuholen«<sup>62</sup> resp. »mit einem Minimum an Mitteln ein Maximum an Wirkung [zu] erreichen«.<sup>63</sup> Die Verbesserung der Betonkonsistenz und -festigkeit durch die Entstaubung des Zements, den Gebrauch von chemischen Zusatzstoffen, die Genauigkeit der Dosierung von Zement, Sand, Kies und Wasser sowie die Verteilung des Betons am Bauwerk wurden dabei als entscheidende Faktoren der Betonqualität angesehen.<sup>64</sup> Man arbeitete dabei nach einem Technologieprozess, der die Herstellung und Qualitätskontrolle des Betons durch die Eidgenössische Materialprüfungsanstalt (EMPA) in Dübendorf vorsah, bevor der Beton auf die Baustelle kam.<sup>65</sup> Dieses Produktions- und Kontrollverfahren des Betons etablierte sich in der Folge als eine Art Standard und galt im Schweizer Baugewerbe weit hin als akzeptiert.<sup>66</sup>

60 Bächtold 1980, S. 24.

61 Steinmann 1955a, S. 623.

62 Fritsch, Josef: Neue Erfahrungen im Massenzementbau, in: SBZ 72/10 (1954), S. 125–131, hier S. 131.

63 Bächtold 1954, S. 436.

64 Vgl. ebenda, S. 433–437. Fritsch 1954, S. 131. Kalter, Scheidegger, F.: III. Internationaler Vacuum Concrete-Kongress, in: SBZ 74/11 (1956), S. 160–161, hier S. 160.

65 Vgl. Fietz, H. R.: Die Ueberwachung des Eisenbetons auf mittleren und kleinen Baustellen, in: SBZ 76/32 (1958), S. 467–470, hier S. 467f.

66 Vgl. Nyffeler, Arthur: Die Kontrolle der Zementbeigabe zum Beton, in: SBZ 72/3 (1954), S. 27–29.

Für die Willi Bösiger AG war nicht nur die richtige Zusammensetzung des Betons, sondern auch die Art und Weise des Einbringens und der Verarbeitung des Betons von grosser Bedeutung, was nicht alles allein durch Kenntnisse und Erfahrungen eines Bauingenieurs abgedeckt werden konnte. Wenn man die Isler-spezifischen Schalenvorschriften betrachtet, wird sofort deutlich, dass dem Betonieren der meiste Platz eingeräumt wurde.<sup>67</sup> Obschon die-

- 67 Im Folgenden wird der genaue Wortlaut aller Islerschen Betonvorschriften angeführt, der in jedem seiner Ingenieurverträge von 1958 bis 2000 vorzufinden war: »Kies – Sand. Die Granulometrie soll möglichst der Fullerkurve entsprechen. Vor allem soll das Verhältnis von Sand (0–8 mm) zu Kies (8–30 mm) 5:7 sein. Der Kiessand soll sauber gewaschen sein. Zement. Die Zementbeimischung wird auf Grund eines Zementraumgewichtes von 1,25 und eines Kiessand-Bedarfes von 1200 Liter pro m<sup>3</sup> fertigen Beton berechnet. Für einen 200 Liter-Mischer ergibt sich z.B. eine Zementmischung von 38 Liter (PC 300), für vibrierten Beton 8 % weniger. Beton. Der Beton muss sorgfältig bearbeitet und in plastischem Zustand in die Schalung eingebracht werden. Die Würfeldruckfestigkeiten nach 28 Tagen betragen: BN: 220 kg/cm<sup>2</sup>. BH: 300 kg/cm<sup>2</sup>. BS: 450 kg/cm<sup>2</sup>. Armierung. Die Preise beziehen sich auf plangerecht verlegte, gebundene und mit Zementklötzchen unterlegte Armierungen, inkl. 4 % Gewichtstoleranz. Alle Armierungen werden vom Ingenieur vor dem Betonieren abgenommen. Blattrost an Armierungen ist zu entfernen. Ebenso sind Eisen, die mit Mörtel oder Zementmilch verschmutzt sind, vor dem Betonieren zu reinigen. Proben. Würfelproben werden vom Ingenieur angeordnet und müssen die verlangten Druckfestigkeiten ergeben. Proben mit ungenügenden Festigkeiten gehen zu Lasten des Unternehmers, der auch alle von der Bauleitung angeordneten Vorsichtsmassnahmen zu befolgen hat. Beton. Kies – Sand ist in mindestens 2 Komponenten anzuliefern. Es dürfen nur erstklassige Materialien verwendet werden. Bei Baubeginn sind sofort Vorproben für den Schalenbeton anzufertigen, die bei PC 325 eine Würfeldruckfestigkeit von mindestens 340 kg/cm<sup>2</sup> (28 Tage) aufweisen müssen. Betonieren. Die 2 Schalen einer Bauetappe sind in einem Guss, ohne Unterbruch und ohne Arbeitsfuge herzustellen. Das Programm des Betonierungsvorganges ist dem Ingenieur zur Genehmigung vorzulegen. Der ganze Arbeitsbereich einer Etappe muss im Schwenkbereich der Krane sein. Es darf nur in Anwesenheit des Ingenieurs betoniert werden. Die Schalungen und die Isolationsplatten sind unmittelbar vor dem Aufbringen des Betons gründlich mit Wasser zu tränken. Der Betonnachschub ist so zu regulieren, resp. zu verlangsamen, dass der Beton sofort fertig verarbeitet werden kann. Er muss sofort fertig abtalschiert werden, einschliesslich Ausbilden der Wasserrinne. Unter keinen Umständen darf der Beton an irgend einer Stelle länger als 20 Minuten unverarbeitet liegen bleiben. Die Schalenecken sind mit grösster Sorgfalt zu betonieren. Das Versagen einer einzigen Ecke hat Einsturz der Schale zur Folge. Die dünnen Schalenpartien sind mit Oberflächenvibratoren lückenlos zu verdichten. Für die Randträger sind Tauchvibratoren zu verwenden. Es sind genügend Reservevibratoren und Aggregate bereitzuhalten,

se Regeln in vieler Hinsicht den zeitgenössischen branchenüblichen Standards in der Schweiz entsprachen, wiesen sie einige markante Unterschiede auf. Einerseits beschloss Willi Bösiger, den Zementanteil für die Schalenbauten von im Stahlbetonbau üblichen  $300 \text{ kg/m}^3$  auf  $400 \text{ kg/m}^3$  zu erhöhen, um eine höhere Druckfestigkeit des Betons zu gewährleisten und das Tragverhalten von Schalenbauten zu optimieren.<sup>68</sup> Dadurch konnte man Rissen im Beton und dessen Karbonatisierung vorbeugen.<sup>69</sup> Andererseits wurde das Feuchthalten der Schalenoberfläche nach dem Betonieren deutlich über das zu jener Zeit im Stahlbetonbau übliche Mass ausgeweitet. Der Einsatz von Rasensprengern (die kaum bei anderen Ingenieuren zum Einsatz kamen, um den Beton feucht zu halten) war unter anderem darauf zurückzuführen, dass die Schalen mit ihrer Form und wegen geringer Dicke der Betonschicht viel stärker der Sonne und dem Wind ausgesetzt waren und somit vor der vollständigen Aushärtung des Betons eher austrockneten als beispielsweise kräftige Betonbalken oder Bodenplatten in einem Gebäude. Die schnelle Austrocknung konnte die Oberfläche der Schale schwächen und poröser und anfälliger für zukünftige Witterungseinflüsse machen.<sup>70</sup>

Wie die zahlreichen Bilder des Betoniervorganges von Isler-Schalen auf den Baustellen zeigen (s. Abbildung 21), lässt sich ein wichtiger Befund zur Temporalität der Ausführung von diesen Bauten ableiten. Deren rasche Erstellung war nicht nur deren spezifische Charakteristik und ein Konkurrenzvorteil, sondern überhaupt eine Voraussetzung dafür, dass die Schalen mit ihrer gekrümmten Form in Beton ausgeführt werden konnten. Bereits bei den frühen Kooperationen Islers mit Bösiger galt es, die Betonstreifen in einem Guss herzustellen, wobei der Beton ausschliesslich mit der Schaufel verteilt und zwingend innerhalb von 20 Minuten fertig verarbeitet werden musste. Dies war dadurch begründet, dass der fertig eingebaute Beton sehr schnell

---

um bei Störungen Arbeitsunterbrüche zu vermeiden. Der frisch eingebrachte Beton ist gegen Sonnenbestrahlung, Regen oder Kälte zu schützen. Die Schalen sind während 14 Tagen nach dem Betonieren mit Rasensprengern nass zu halten. Für das Betonieren bei Nacht ist eine reichliche Beleuchtung vorzubereiten. Die Schalendicke von 8 cm ist einzuhalten. Nicht plangemässe Betonmehrstärken gehen zu Lasten des Unternehmers«. Zit. nach gta Archiv: 217–04, Schachtel 3/4, Standards, Spezielle Bedingungen für die Eisenbetonarbeiten.

68 Interview Heinz Bösiger 2018.

69 Persönliche Mitteilung von John Chilton vom 17.02.2022.

70 Ebenda.

erstarrte, was ein genaues, selbstsicheres, geschicktes und geschultes handwerkliches Handeln der Bauarbeiter erforderte.

*Abbildung 21: Der Betoniervorgang, Maschinenfabrik Kunz 1961.<sup>71</sup>*



Diese kurze Bearbeitungszeit, um die einzelnen Betonstreifen in die richtige Form zu bringen und sauber zu verarbeiten, konnte selbst durch die Zugabe von chemischen Zusatzmitteln zur Erhöhung der Dichtigkeit und zum Frostschutz nicht verlängert werden.<sup>72</sup> Vor allem kamen dabei die chemischen Betonzusatzstoffe Friolite oC der Firma Kaspar Winkler AG aus Düdingen (FR) zum Einsatz.<sup>73</sup> Die Notwendigkeit, in einer entsprechend kurzen Zeit komplexe Arbeitsvorgänge hochpräzise auszuführen, erforderte viel praktische Erfahrung beim Betonieren dieser Art von Bauten. Auf lange Sicht ermöglichte es der Willi Bösiger AG, ihre Expertise auf dem Gebiet des Schalenbaus auszubauen und zum Besitzer eines praktischen Know-hows zu werden. Dies begünstigte die strategische Allianz des Bauingenieurs Isler mit dem Bauunternehmer Bösiger und machte die praktische Ausführung von Schalenbauten überhaupt erst durch die Expertise und die Kooperation der beiden Firmen möglich.

71 gta Archiv: 217-FX-2-63-101, Mittelformat-Kontaktabzüge, Maschinenfabrik Kunz & Co.

72 gta Archiv: 217-0359, Schachtel 2/2, Markthalle Riad, Skizzen.

73 Vgl. exemplarisch Werbung in: SBZ Heft 3 (1954), Anzeigenseite 13; Heft 1 (1954), Anzeigenseite 10; Heft 50 (1956), Anzeigenseite 13; Heft 49 (1958), Anzeigenseite 25.

## 4.4 Das Oberlicht

In der Nachkriegszeit gewann die chemische Industrie im Bauwesen zunehmend an Bedeutung und ermöglichte es, vorgefertigte Bauteile aus neuartigen Kunststoffen herzustellen.<sup>74</sup> Das traf ebenfalls auf die Herstellung von Oberlichtkuppeln zu, die zur möglichst blendfreien und regelmässigen Ausleuchtung der Gebäude beitrugen und von mehreren Firmen produziert wurden. Die vorfabrizierten Kuppeln aus glasfaserverstärktem Polyester standen dabei im Zeichen der Baurationalisierung.<sup>75</sup> Mit ihrer Anwendung erhoffte man sich finanzielle Ersparnisse dank einer einfachen und kostengünstigen Herstellung ohne Druck und Wärme, verbunden mit Zeitersparnissen bei der Montage.<sup>76</sup>

Heinz Isler war sich dieser Marktentwicklungen bewusst und entschied sich beim Bau der Fabrik Chemisch-Technische Produkte Blaser & Co. AG in Hasle-Rüegsau für acht doppelwandige Kunststoffkuppeln mit einem Durchmesser von 5 m, um eine bessere Lichtverteilung im Gebäude zu erzielen. Darüber hinaus sollte die doppelwandige Herstellung den Kuppeln einen zusätzlichen Schutz verleihen und sie dauerhafter machen, und dies bei sehr geringen Unterhalts- und Erneuerungsarbeiten.<sup>77</sup> Nachdem der Rohbau 1956 fertigge-

74 Historisches Lexikon der Schweiz: Chemische Industrie, <https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/014007/2007-02-22/#HDiechemisch-pharmazeutischeIndustrieim20.Jahrhundert> (06.03.2022).

75 Vgl. Genzel/Voigt 2005, S. 74–87. Genzel, Elke: Zur Geschichte der Konstruktion und der Bemessung von Tragwerken des Hochbaus aus faserverstärkten Kunststoffen 1950–1980. Dissertation Bauhaus-Universität Weimar 2006. Voigt, Pamela: Die Pionierphase des Bauens mit glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) 1942 bis 1980. Dissertation Bauhaus-Universität Weimar 2007.

76 Vgl. Jobst 1955, S. 101f. Dommann 2015, S. 17–20. Knopp/Wassmer 1995, S. 26. Schmid 1989, S. 20. Steinmann 1955a, S. 624. Jobst 1954, S. 608–610. Stocker 1956, S. 358–361. Brandenberger, E.: Bauelemente aus Kunststoffen, in: SBZ 75/32 (1957), S. 501–505. Copolux, das neue Perspex-Oberlicht, in: B+W 10/7 (1956), S. 162. Licht als Element der Architektur, in: SBZ 72/36 (1954), S. 515–518. Haps, Silke: »Stahl im Kunststoffkleid«. Das Beispiel Hoesch-Bungalow, in: Apfelbaum, Alexandra, Silke Haps (Hg.): Von »Stahlschachteln« und Bausystemen. Zum Umgang mit Stahlbauten der Nachkriegszeit. Aufsatzband zur Tagung am 16. März 2018 in Dortmund. Dortmund: Kettler 2019, S. 34–45. Westermann, Andrea: Plastik und politische Kultur in Westdeutschland. Interferenzen 13, Zürich: Chronos 2007.

77 Vgl. Westermann 2007, S. 227. Isler, Heinz: Großlichtkuppeln, in: B+W 13/5 (1959b), S. V 28–29.

stellt worden war, drohte dieser Plan zu scheitern. Es stellte sich heraus, dass lediglich kleinere Kuppeln (mit Dimensionen von bis zu  $2 \times 3$  m) auf dem Markt vorhanden waren und keine Firma imstande war, die gewünschten Grosslichtkuppeln *ad hoc* zu produzieren.<sup>78</sup> Die marktüblichen Oberlichter wurden von Isler als Lösung zurückgewiesen, da alle verfügbaren Produkte unter 200 Franken pro Quadratmeter lediglich in einwandiger Ausfertigung angeboten wurden und aus seiner Sicht nicht ausreichend druckfest waren. Die Preise für doppelwandige Oberlichter beliefen sich dabei auf 280–325 Franken pro Quadratmeter, was die kleiner dimensionierten Kuppeln unnötig verteuerte und den Einsatz mehrerer solcher Bauelemente erforderlich machte, um die Räume mit genügend Licht zu versehen.<sup>79</sup>

Das Fehlen eines passenden Produkts auf dem Markt verleitete Isler dazu, aus dem dringenden Bedarf heraus eine Eigenkonstruktion der Kunststoffoberlichter zu entwickeln.<sup>80</sup> Die Firma Chemisch-Technische Produkte Blaser & Co. AG zeigte sich interessiert an solchen experimentellen Bauteilen und förderte Isler bei diesem Unterfangen. Seine technische Innovation bezeichnete Isler 1957 als »Lichtkuppeln, die dank des großzügigen Entgegenkommens der Firma Chemisch-Technische Produkte Blaser & Co. unter tatkräftiger Mithilfe der Belegschaft in den weiten Räumen der Firma verwirklicht werden konnten«.<sup>81</sup> In seiner Schlussabrechnung für die Erstellung von neun Kunststoffoberlichtern vom 28. November 1959 sprach Isler der Chemisch-Technische Produkte Blaser & Co. AG seine höchste Anerkennung für ihre Unterstützung aus:

Ich möchte nicht unterlassen, Ihnen meinen besten Dank auszusprechen für die grosszügige Art in welcher Sie mir das Experiment ermöglicht ha-

78 Vgl. Chilton 2000, S. 16.

79 Die Berechnungsgrundlage bilden Werbeprospekte und eingereichte Offerten der Firmen Armoplast (Zug), W. F. Lievre Kunststoffe (Basel) u.a. in: gta Archiv: 217–02674, Schachtel 1/3, Grosslichtkuppeln allgemein, Offerten.

80 Genzel, Elke, Pamela Voigt: More than Concrete. Heinz Isler's Projects in Glass Fiber Reinforced Plastics, in: Beckh, Matthias, Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes, Matthias Ludwig, Andreas Schätzke, Rainer Schützeichel (Hg.): Candela Isler Müther. Positions on Shell Construction. Positionen zum Schalenbau. Posturas sobre la construcción de cascarones. Basel: Birkhäuser 2020, S. 118–125.

81 gta Archiv: 217–024, Schachtel 1/5, Chemisch Technische Produkte Blaser & Co. AG, ohne Seitenangabe, Akten.



ben. Ich glaube, dass es schwierig wäre eine zweite ebenso unternehmungsfreudige Bauerschaft [sic!] zu finden.

Im übrigen möchte ich auch Ihrer Belegschaft meinen besten Dank aussprechen für die tatkräftige Mithilfe und Unterstützung, dank welcher die zahlreichen Schwierigkeiten leichter überwunden werden konnten.<sup>82</sup>

Dem eigentlichen Bau der »freitragenden Oblichter System Isler«<sup>83</sup> gingen allerdings 15 Monate Entwicklungsarbeit voraus, die sowohl eine akribische Recherche der bis 1956 in der Schweiz ausgeführten Kunststoffkuppeln (vorwiegend für Verladerampen der SBB und Hallen kleinerer Industrieunternehmen) umfasste als auch statische Berechnungen von Kuppeln einschloss. Vor dem Hintergrund dieser Analysen entschied sich Heinz Isler für die Form eines Kugelsegments für seine Oberlichter. Hierbei handelte es sich um eine Übertragung seiner Erfahrungen mit Betonschalen auf das Arbeiten mit Kunststoffen, denn Heinz Isler adaptierte seine pneumatische Form der Schalen<sup>84</sup> an die im Kunststoffbau erforderlichen Dimensionen, zumal auch dieselben Methoden zur Formfindung angewendet wurden.

In einem nächsten Schritt ging es um die Wahl der Kunststoffe und Lieferanten. Isler entschied sich aufgrund deren leichter Verarbeitbarkeit für ein Gemisch aus Polyester und Glasfasermaterialien, und die notwendigen Komponenten (vor allem Harz, Polyester und andere Kunststoffe) wurden von den Firmen Öl- und Chemiewerk AG (Brugg), Papiermühle Worbla AG (Bern), Räss Kunststoffwerk (Lützelflüh) und Seidenweberei Kägi (Horgen) geliefert.<sup>85</sup> Die Materialkosten machten dabei einen erheblichen Teil der Konstruktionskosten aus. Die Polyesterkosten beliefen sich auf 44,7 % der Gesamtkosten (1'492 Franken pro Oberlicht) und die Kosten anderer Materialien auf 20,6 % (688 Franken pro Oberlicht).<sup>86</sup> Vor diesem Hintergrund fiel die Wahl auf diejenigen Unter-

82 gta Archiv: 217–02674, Schachtel 1/3, Grosslichtkuppeln allgemein, Brief Islers an W. Blaser & Co. vom 28.11.1959.

83 gta Archiv: 217–0630, Schachtel 1/1, Atomschutzbunker, Akten, ohne Seitenangabe, Schreiben des Patentanwaltsbüros Rebmann-Kupfer (Zürich) an Isler vom 10.10.1956.

84 Islers Kunststoffoberlichter aus glasfaserverstärktem Polyester waren an die Form seiner Buckelschalen angelehnt.

85 gta Archiv: 217–0630, Schachtel 1/1, Atomschutzbunker, ohne Seitenangabe, Akten; 217-KS-prov19, Kunststoffbauten und -experimente.

86 Eigene Berechnung basierend auf: gta Archiv: 217–02674, Schachtel 1/3, Grosslichtkuppeln allgemein, Brief Islers an W. Blaser & Co. vom 28.11.1959, Gesamtauslagen Kuppelfabrikation Blaha.

nehmen, welche imstande waren, diese Stoffe zu den günstigsten Preisen in ausreichender Qualität zu liefern.

Heinz Isler führte Verhandlungen über die Herstellungsmöglichkeit seiner Oberlichter mit insgesamt acht kunststofffabrizierenden Unternehmen: die Isoplex AG (Zürich), Carosserie Fliechiger AG (Huttwil), Carosserie Gebrüder Teuscher AG (Zürich), Stesalit AG (Solothurn), Replex AG (Montreux), Polstermöbelfabrik AG (Uster), Kappeler AG (Zofingen) und Kunststoffwerke Eschmann AG (Thun). Die offerierten Preise variierten von 3'300 bis 6'500 Franken pro Stück (resp. 170 bis 325 Franken pro Quadratmeter), sodass sich Isler für die Firma Kunststoffwerke Eschmann AG entschied, welche die kostengünstigste Herstellung von Oberlichtern für die Firma Chemisch-Technische Produkte Blaser & Co. AG für nur 3'338 Franken und 20 Rappen pro Stück anbieten konnte.<sup>87</sup> Die 3,5 mm dicken doppelwandigen Oberlichter mit 5 m Durchmesser wurden mithilfe hölzerner Formen hergestellt, auf welche die Kunststoffe gegossen und über die Fläche verteilt wurden. Nach dem Erhärten der Kunststoffe nahm die Kuppel die Form des hölzernen Prototyps an, wurde geschliffen und konnte als vorgefertigtes Bauteil für eine Vielzahl von Bauaufgaben flexibel eingesetzt werden (s. Abbildung 22).

Die Oberlichter wurden in einem Stück hergestellt und konnten mit einem Lastwagen einfach transportiert und schnell (ca. eine halbe Stunde pro Kuppel<sup>88</sup>) montiert werden (s. Abbildung 23).<sup>89</sup>

87 Vgl. gta Archiv: 217–0630, Schachtel 1/1, Atomschutzbunker, ohne Seitenangabe, Akten, Schreiben vom 25.07.1956; 217–02674, Schachtel 1/3, Grosslichtkuppeln allgemein, W. Bösigler – Beurteilung KS-Kuppel, Grogg Lichtkuppel.

88 Für gleichdimensionierte Glaskonstruktionen hätte man laut zeitgenössischen Schätzungen mindestens zwei volle Arbeitstage gebraucht. Die Montage einer Isler-Kuppel durch die Firma Frutiger AG (Thun) belief sich auf 362 Franken und 20 Rappen. Vgl. gta Archiv: 217–024, Schachtel 1/5, Chemisch Technische Produkte Blaser & Co. AG, Akten; 217–02674, Schachtel 1/3, Grosslichtkuppeln allgemein, W. Bösigler – Beurteilung KS-Kuppel, Grogg Lichtkuppel. Kohler 2019.

89 Vgl. Isler, Heinz: Tragende Bauteile aus Kunststoff: Anwendungsbeispiele, in: SBZ 95/3 (1977), S. 13–20, hier S. 13f.

*Abbildung 22: Herstellung der ersten Oberlichter Islers von der Firma Kunststoffwerke Eschmann AG in Thun, 1956.<sup>90</sup>*



Um dem Bauherrn die hohe Druckfestigkeit seiner Oberlichter zu demonstrieren, liess Heinz Isler dabei ein ungewöhnliches Experiment durchführen: Die Kuppel wurde mit einem Lastkraftwagen überfahren und blieb dabei unbeschädigt.<sup>91</sup> Diese simple Darstellung diente dazu, die Chemisch-Technische Produkte Blaser & Co. AG davon zu überzeugen, dass sich eine experimentelle Entwicklung einer neuartigen Konstruktion zusammen mit dem Ingenieurbüro Isler lohnte. Auch in der Folge blieb die Firma Chemisch-Technische Produkte Blaser & Co. AG über Jahrzehnte einer der treuesten Kunden Islers.

90 gta Archiv: 217–02674, Schachtel 1/3, Grosslichtkuppeln allgemein.

91 Vgl. Chilton 2000, S. 16.

*Abbildung 23: Kunststoffoberlichter System Isler. 1956 wurden sie von Heinz Isler als die grössten freitragenden Lichtkuppeln der Welt beworben.<sup>92</sup>*



#### 4.5 Der Schalenbau zwischen Mystifizierung und realen Baubedingungen

In diesem Kapitel wurde der Versuch einer Rekonstruktion von Bauerfahrungen der Schlüsselnetzwerker Islers unternommen, um das »System Isler« zu erklären. Aus dieser Perspektive ist die konstituierende und zusammenhaltende Kraft des Systems in den Erfahrungen einzelner involvierter Unternehmen beim Bau zu sehen, die sich verdichteten und zu einer Vergemeinschaftung der Baupraxis führten. Eine solche Sichtweise widerlegt den vorherrschenden Mythos von Heinz Isler als Einzelgänger. Da sein Ingenieurbüro über kein grosses Planungsteam verfügte, war es nicht imstande, alle Planungs- und Bauvorgänge selbst zu übernehmen, und blieb stets auf das Partnernetzwerk und die Erfahrungen von Kernpartnern beim Bau angewiesen.

Die Genese des Schalenbaus als einer bautechnologischen Praxis des Schweizer Mittellandes brachte mehrere Unternehmen der Baubranche näher und ermöglichte Kooperationen im Herstellungsprozess und im gesamten

<sup>92</sup> gta Archiv: 217–04, Schachtel 3/4, Kunststoffwerke Eschmann AG: Fabrik und Bürogebäude, Akten.

Lebenszyklus der Isler-Schalen, die eine synergetische Wirkung entfalteten. Die wichtigsten Komponenten der Islerschen Schalenteknologie – die Schalung, Betonrezeptur, Betonverarbeitung und Ausschalung der Willi Bösiger AG, die Vorspannung der Stahlton AG, der Kunststoffbelag der Bausolationen Kilcher AG und die Kunststoffoberlichter der Kunststoffwerke Eschmann AG – wurden entweder im Kontext des Schalenbaus oder parallel zum Schalenbau entwickelt. Das Zustandekommen, das Agieren und die Entfaltung eines spezifischen Netzwerks des Schalenbaus, in welches zahlreiche Unternehmer des Schweizer Mittellandes involviert waren, machte den Schalenbau möglich und beeinflusste nicht nur das Tragverhalten und die Beständigkeit der Isler-Schalen, sondern auch deren ästhetisches Erscheinungsbild und deren weitgehend unterhaltsfreie Nutzung über Jahrzehnte. Heinz Isler ging von den auf dem Schweizer Bauproduktmarkt vorhandenen Technologien aus und inkorporierte das Know-how seiner Netzwerker in die Schalenteknologie.

Wenn man den Schalenbau als eine kollektive Tätigkeit und ein konjunktives Erfahrungsfeld denkt, kommt man um die Unternehmen Willi Bösiger AG, die Kunststoffwerke Eschmann AG und die Stahlton AG nicht herum. Diese Unternehmen kooperierten jahre- oder jahrzehntelang mit dem Ingenieurbüro Isler und stellten ein »eingespieltes Team« dar, das sein Wissen und seine Expertise im Bereich des Schalenbaus im Rahmen zahlreicher Bauprojekte sammelte und vervollkommnete. Die exakte Kenntnis der involvierten Firmen über die für den Isler-Schalenbau kritischen Vorgänge wie die Schalung, die Vorspannung, den Betoniervorgang etc. verschaffte Heinz Isler einen Vorteil und ermöglichte sowohl technische Innovationen im Schalenbau als auch eine wirtschaftliche Erstellung von Schalenbauten bis Mitte der 1970er-Jahre.

Vor allem die Willi Bösiger AG spielte eine entscheidende Rolle in der bautechnischen Konfiguration der Isler-Schalen.<sup>93</sup> Die Wirtschaftlichkeit des Isler-Schalenbaus definierte sich im Spannungsfeld von minimalem Materialverbrauch, robustem Gerüst und grösstmöglicher stützenfreier Spannweite, was in anderen Bausystemen aufgrund des Nichtgebrauchs gekrümmter Formen nicht so einfach zu erreichen war. Eine Ökonomisierung des Schalenbaus stellte aus systemtheoretischer Sicht eine »Form der Erzeugung von Redundanz«<sup>94</sup> dar. Tatsächlich war die Wiederholbarkeit der Isler-Schalen eine Besonderheit des »Systems Isler«, sodass einige von ihnen (beispielswei-

93 Dies wurde in den Kapiteln 4.2 und 4.3 ausführlich behandelt.

94 Luhmann 1987, S. 406.

se Kilcher, Florélites Clause, Industrieschalen, Normschalen etc.) mehrmals gebaut und dadurch reihenbildend wurden.

Wenngleich die Wiederverwendung von früheren Bauprojekten und Bauelementen zu jener Zeit eine gängige Verkaufsstrategie in der Schweizer Baubranche war, ergaben sich die Vorteile der Bauweise Islers erst im Team und im Zusammenspiel mehrerer Faktoren. Im Gegensatz zu anderen zeitgenössischen Bausystemen setzte das »System Isler« nicht auf standardisierte bzw. vorgefertigte Bauteile, sondern auf die Standardisierung und Wiederverwendung von Lehrgerüsten und hölzernen Schalungselementen, die wiederum unterschiedlich zusammengesetzt werden konnten und flexibel genug waren, um mit derselben Schalung unterschiedliche Schalenformen zu kreieren. Dieser Vorteil kam allerdings nur durch die praktische Baustellenerfahrung der Willi Bösiger AG zur Geltung, zumal eine einwandfreie Ausführung der Arbeiten viel handwerkliches Geschick erforderte.

Auch die Bereitschaft der Willi Bösiger AG, ihr technisches und praktisches Know-how auf exklusiver Basis mit dem Ingenieurbüro Isler zu teilen, bestätigt die Vergemeinschaftung der Baupraxis im »System Isler«. Wenngleich Heinz Isler den Schalenbau nach aussen als seine eigene, unabhängig von anderen entwickelte Innovation darstellte, wurde die Rolle Bösigers innerhalb des Netzwerks stets anerkannt. Willi Bösiger stimmte dieser Rollenverteilung zu, sodass er sich laut mündlichen Vereinbarungen zwischen den beiden auf die Wirtschaftlichkeit und Baupraxis und Isler auf die Baustatik, die Vermarktung der Isler-Schalen und Publikationen über diese fokussierte.<sup>95</sup> Auch beide Söhne Willi Bösigers hielten sich an diese Abmachung. So publizierte Heinz Bösiger seinen ersten Beitrag zu Schalen erst zwei Jahre nach dem Tod Islers.<sup>96</sup> Vor diesem Hintergrund erweist sich Heinz Isler bei der Ausblendung der Netzwerkbeziehungen aus dem öffentlichen Diskurs nicht nur als Nutzniesser der schalenbezogenen Innovationen der Willi Bösiger AG, sondern auch als Hüter der gemeinsamen Betriebsgeheimnisse beider Unternehmen.

Die über Jahrzehnte stabile Beziehung Islers zu Bösiger bezeugt, dass die Willi Bösiger AG mehr als nur ein Netzwerker im »System Isler« war. Das Unternehmen drang in den Kern des Systems ein und war im »System Isler« weder substituierbar noch auf seine Netzwerkleistung reduzierbar, was seine besondere Stellung im Vergleich zu sämtlichen übrigen Kooperationspartnern

<sup>95</sup> Vgl. Bösiger 2011, S. 162.

<sup>96</sup> Gemeint wird dabei folgender Beitrag: Bösiger 2011.

begründet.<sup>97</sup> Die Erfahrung der Willi Bösiger AG kann auf systemischer Ebene als Medium des praktischen Schalenbaus betrachtet werden, zumal gerade bei ihrer Tätigkeit unterschiedliche Formen der Effizienz des »Systems Isler« ineinander greifen: a) planungstechnisch bei der Entwicklung von passenden Gerüsten, die sowohl der grossen Spannweite als auch der Anforderung des minimalen Materialverbrauchs gerecht wurden; b) arbeitstechnisch im Sinne hoher Ausführungsqualität und des handwerklichen Geschicks; c) ökonomisch im Sinne von Kostenersparnissen beim Bau und d) ästhetisch durch die Formenvielfalt und saubere Form ausgeführter Betonschalen.

Die systemische Ebene des Schalenbaus war allerdings nicht nur durch den rationalen Kern, sondern auch durch irrationale Tendenzen und Verbindungen geprägt, wenn Produkte ins System eingeschlossen und zu unerlässlichen Bestandteilen des »Systems Isler« erhoben wurden, obwohl sie für dieses nicht unbedingt notwendig waren. Das war insbesondere bei der Vorspannung und der Entwicklung von Oberlichtern der Fall. Beide Technologien trugen zur Etablierung eines Das-kann-nur-ich-Mythos bei Heinz Isler bei. Vor allem die Vorspannung verdeutlicht die Selbstreferentialität des »Systems Isler« im Luhmannschen Sinne,<sup>98</sup> denn Heinz Isler entschied sich für den Gebrauch der Vorspannung lediglich um seines Systems willen: Dadurch versuchte er, die ingenieurtechnische Komplexität seiner Schalenbauprojekte zu steigern und Kopien durch andere Ingenieure zu verhindern. Diese »protektive« Funktion der Vorspannung im Schalenbau sicherte über lange Zeit das Islersche Know-how und trug so zur Selbstproduktion des Systems bei.<sup>99</sup>

Das im Rahmen dieses Kapitels vorgestellte Narrativ über die ersten Oberlichter Islers muss ebenfalls kritisch hinterfragt werden. Ziel jenes grossräumigen Experiments war die kostengünstige Herstellung von Oberlichtern, aber dieser Prozess erwies sich als sehr kostspielig und langwierig. Darüber hinaus erscheint fraglich, ob Heinz Isler als Bauingenieur tatsächlich zuvor nicht überprüft hatte, dass keine Oberlichter mit einem Durchmesser von 5 m auf dem Markt vorhanden waren. Dazu finden sich – im Gegensatz zu zahlreich vorhandenen Offerten für die Produktion der von Isler entwickelten Oberlichtkuppeln – keine Absageschreiben in der projektbezogenen

97 Die Firma war beinahe das einzige Bauunternehmen, das die Isler-Schalen über Jahrzehnte ausführte.

98 Luhmann 1987, S. 390.

99 Dieser Aspekt wurde in Kapitel 4.1 ausführlich diskutiert.

Korrespondenz.<sup>100</sup> Dieser Sachverhalt deutet auf eine mögliche Inszenierung dieses Problems hin, das in der Planungs- und Entwurfsphase kaum beachtet wurde. Es ging einerseits mit Islers ästhetischen Ansprüchen und seinem Wunsch einher, das Maximum an materieller Effizienz zu erreichen. Andererseits sprach Isler die Bedürfnisse der Bauherren nach mehr Licht direkt an, denn sein Angebot, eine grössere Oberlichtkuppel zu entwickeln, klang für die Chemisch-Technische Produkte Blaser & Co. AG plausibel. Aus beiden Perspektiven ist eine Deutung dieser bedarfsgesteuerten Innovation als verdeckte Expansionsstrategie des Ingenieurbüros Isler in ein neues Marktsegment zulässig.

Islers erste Kunststoffoberlichter wurden von einem Netzwerk hergestellt, das einen Kunden Islers und seine Kooperationspartner umfasste. Darin spiegelt sich allerdings auch die systemische Ebene dieser Entwicklung wider, denn das Kunststoffoberlicht erwächst als Teil des Systems aus konjunktiver Erfahrung des Ingenieurbüros Isler, der Chemisch-Technische Produkte Blaser & Co. AG und der Kunststoffwerke Eschmann AG am Bauprojekt Blaser. Dieser Akt der Schöpfung eines neuartigen Bauelements war insofern systembildend, als die Kooperation zwischen den beteiligten Akteuren von Anfang an auf Dauer angelegt war. Das ist daran ersichtlich, dass sich der Bauherr trotz hoher Entwicklungskosten für eine Eigenkonstruktion des Ingenieurbüros Isler entschied. Das heisst wiederum, dass der Bauherr weitere Folgeprojekte mit Heinz Isler antizipierte sowie Isler eine Erwartung künftiger Profite bei der Vermarktung seiner neuen Ware hatte. Aus systemischer Sicht erweist sich diese Entwicklung nicht als zufälliger »Fehler« bei der Planung, sondern als aktive Leistung aller Beteiligten zur Bildung eines spezifischen Systems des Schalenbaus.<sup>101</sup>

Die vermeintliche Irrationalität der Inklusion und Eigenentwicklung von Technologien, die für die praktische Ausführung von Isler-Schalen nicht notwendig waren, wurde durch die konjunktive Erfahrung der involvierten Akteure legitimiert und bekräftigt. Die Intention war dabei oft, das »System Isler« von anderen zeitgenössischen Bausystemen abzugrenzen und das systeminterne, auf unterschiedliche involvierte Akteure ungleichmässig verteilte Know-how abzusichern. Das dem »System Isler« inhärente Netzwerk von Kunden und Partnern hatte zudem das Potenzial, die Irrationalität des Systems zu verschleiern und zum gegenseitigen Vorteil der involvierten Akteure

100 gta Archiv: 217–024, Schachtel 1/5, Chemisch Technische Produkte Blaser & Co. AG.

101 Die Details dieses Prozesses können dem Kapitel 4.4 entnommen werden.



auszunutzen. Die Erwartung von Folgeprojekten und näherer Kooperation veranlasste die Netzwerker dazu, auf gegenseitige Interessen zu achten und gemeinsam zu handeln. In diesem Sinne wurde im »System Isler« gemeinsam nach Wegen gesucht, das Irrationale rational und für das Geschäft vorteilhaft zu machen. Das »System Isler« wurde von Anfang an von einem irrationalen Verständnis von Rationalität getrieben. Dies bot Heinz Isler allerdings nicht nur Chancen, sein Geschäft auszubauen, sondern eröffnete potenzielle Spannungs- und Problemfelder, die den Schalenbau im Schweizer Mittelland zu unterschiedlichen Zeiten herausforderten.

