



Technische Universität München  
Lehrstuhl für Restaurierung, Kunsttechnologie und Konservierungswissenschaft

## Diplomarbeit

### ***PING PONG* von Alighiero e Boetti**

Konservierung und Restaurierung eines Kunstwerks der *Arte Povera*

Vergabe: 27.09.2006

- 1. Korrektor: Prof. Dipl.-Restaurator Erwin Emmerling
- 2. Korrektor: Dipl.-Restauratorin Eva Ortner M.A.

Eingereicht am 27.03.2007 von:

**Joachim Kreutner**

Ickstattstr. 26  
80469 München  
089 20019363  
celadon@t-online.de

## **Mein Dank gilt**

Prof. Dipl.-Restaurator Erwin Emmerling (Technische Universität München,  
Lehrstuhl für Restaurierung, Kunsttechnologie und Konservierungswissenschaft)

Dipl.-Restauratorin Eva Ortner M.A. (Doerner Institut, München)

Frau Ingvild Goetz (Eigentümerin des Kunstwerks)

Dr. Stephan Urbaschek (*Sammlung Goetz*, Senior-Kurator für Ausstellungen und Medienkunst)

Dipl.- Restauratorin Marianne Parsch (*Sammlung Goetz*, Restauratorin)

Dipl.-Ing. Sven Mader, Gauting

Herrn Egidius Roidl (Bayerisches Nationalmuseum, München)

Dipl.-Ing. Christoph Ewers, München

## Inhaltsverzeichnis

1	<i>Einleitung</i> .....	4
1.1	Das Kunstwerk .....	4
1.2	Thema und Aufbau der Diplomarbeit.....	6
2	<i>Die Arte Povera und Alighiero e Boetti</i> .....	7
2.1	Die Kunstströmung <i>Arte Povera</i> .....	7
2.2	Der Künstler Alighiero e Boetti.....	8
3	<i>Beschreibung und Bestandsaufnahme</i> .....	9
3.1	Vorbemerkung zur Bezeichnung der einzelnen Komponenten des Kunstwerks .....	9
3.2	Gehäuse .....	10
3.3	Bemalung.....	12
3.4	Glasscheiben.....	14
3.5	Reflektierende Folie .....	15
3.6	Schaltmechanismen .....	17
3.7	Älterer Motor .....	20
3.8	Glühlampenfassungen und Leuchtmittel.....	21
3.9	Elektrisches Installationsmaterial .....	21
3.10	Verunreinigungen.....	22
4	<i>Recherchen und Auswertung vorliegender Quellen</i> .....	23
4.1	Eingebauter Motor .....	23
4.2	Älterer Motor .....	24
4.3	Positionsschalter .....	27
4.4	Videoaufnahme 2001 .....	28
4.5	Elektronisch betriebenes Zeitrelais 1 .....	32
4.6	Elektronisch betriebenes Zeitrelais 2 .....	32
4.7	Film <i>Niente da vedere niente da nascondere</i> , 1978 .....	33
4.8	Glühlampenfassungen .....	34
5	<i>Zusammenfassung und Bewertung der Veränderungen am Schaltmechanismus</i> .....	36
6	<i>Konzepte zur Wiederherstellung der ursprünglichen ästhetischen Wirkung von PING PONG</i> .....	38
6.1	Elektronische Simulation.....	38
6.2	Rekonstruktion durch Umbau des bestehenden Schaltmechanismus.....	39
6.3	Umgang mit den elektronischen Zeitrelais.....	41
6.4	Rekonstruktion unter Erhaltung des bestehenden Schaltmechanismus.....	42
7	<i>Konzept ergänzender Restaurierungsmaßnahmen</i> .....	45
7.1	Reinigung.....	45
7.2	Festigung der kaschierten Metallfolie und des losen elektrischen Verbindungsmaterials.....	46
7.3	Restaurierung der Glühlampenfassungen.....	46
7.4	Ergänzung der Abdeckleiste .....	48
8	<i>Durchgeführte Maßnahmen</i> .....	49
8.1	Restaurierung der Glühlampenfassungen.....	49
8.2	Trockenreinigung.....	50
8.3	Festigung der kaschierten Metallfolie und und losen elektrischen Verbindungsmaterials .....	50
8.4	Ergänzung der Abdeckleiste .....	52
8.5	Rekonstruktion und Einbau des Schaltmechanismus .....	53
9	<i>Fazit</i> .....	59
10	<i>Hinweise zur künftigen Ausstellung des Kunstwerkes</i> .....	60
10.1	Begrenzung der Laufzeit .....	60
10.2	Begrenzung der Erwärmung .....	60
10.3	Glühlampentypen.....	60
11	<i>Literatur</i> .....	61
12	<i>Anhang</i> .....	62
12.1	Verzeichnis der Anhänge .....	62

# 1 Einleitung

## 1.1 Das Kunstwerk



Abb. 1

Alighiero e Boetti, *PING PONG*, 1966

Katalogfoto<sup>1</sup> mit bewusst sichtbarer Spiegelung des Fotografen  
Foto: Giorgio Colombo, Mailand

Gegenstand der Diplomarbeit ist das Kunstwerk *PING PONG* des italienischen Künstlers Alighiero e Boetti aus dem Jahr 1966.

Von 1966 bis zum Ankauf durch die *Sammlung Goetz*<sup>2</sup> am 11. Juli 1995 befand sich die Arbeit in der Privatsammlung des Turiner Galeristen Christian Stein.<sup>3</sup> In der *Sammlung Goetz* trägt sie die Inventar-Nummer *BoeA 02*.

*PING PONG* ist eine elektrische Lichtinstallation zur Wandmontage und besteht aus zwei leuchtend rot bemalten, fast quadratischen Leuchtkästen. Die beiden aus Holz gefertigten Gehäuse nehmen an ihrer Frontseite jeweils eine Glasscheibe auf. Die Glasscheiben sind von hinten gleichfalls rot beschichtet. Im Betrieb werden die beiden Gehäuse abwechselnd durch Glühlampen von innen beleuchtet. Dann ist – durch die Glasscheiben hellrot durchscheinend – links das Wort „PING“, rechts das Wort „PONG“ zu lesen.

<sup>1</sup> GOETZ/SCHUMACHER 2001, 62f.

<sup>2</sup> Die *Sammlung Goetz* ist ein Museum für zeitgenössische Kunst in München und zeigt die international renommierte Privatsammlung der Sammlerin Ingvild Goetz. Seit 1993 verfügt die *Sammlung Goetz* über ein eigenes Ausstellungsgebäude, das von den schweizer Architekten Jacques Herzog & Pierre de Meuron entworfen wurde.

<sup>3</sup> Siehe Anhang 1.



Die Wörter „PING“ und „PONG“ sind versal gesetzt<sup>4</sup> und auf der zur Verfügung stehenden quadratischen Fläche der Glasscheibe zentriert. So entsteht auf jeder Scheibe ein aus drei vertikal übereinander lagernden Blöcken gebildetes, plakativ wirkendes Bild. Diese – auch durch die Farbe der Gehäuse hervorgerufene – Signalwirkung wird durch das alternierende Aufleuchten weiter verstärkt.

Die sinnliche Qualität von *PING PONG* führt zu vielfältigen Assoziationen beim Betrachter. Außerdem sichert sie dem Kunstwerk eine hohe Wiedererkennbarkeit.

Das Kunstwerk *PING PONG* nimmt im Werk Boettis einen wichtigen Platz ein: Es ist eine seiner frühesten erhaltenen dreidimensionalen Arbeiten und wurde auch in seiner ersten Einzelausstellung 1967 in der Galeria Christian Stein in Turin gezeigt. *PING PONG* ist das erste Werk, das ein zentrales Motiv in Boettis Œuvre thematisiert:

„die Reflexion über die Verdoppelung und die Spiegelung, über die Komplementarität als Komplettierung.“<sup>5</sup>

Aufgrund ihrer frühen Entstehung bereits ein Jahr vor der ersten *Arte Povera*-Gruppenausstellung *Arte Povera e IM Spazio*<sup>6</sup> kann die Arbeit als eine Inkunabel dieser italienischen Kunstströmung bezeichnet werden.

Diese kunsthistorische Bewertung und sicher auch die angesprochene Wiedererkennbarkeit führte zu einer starken Nutzung der Arbeit: Seit ihrer Entstehung wurde sie auf über 30 Ausstellungen in Europa und in den USA gezeigt.<sup>7</sup>

Der mit intensiver Nutzung einhergehende Verschleiß machte verschiedene Überarbeitungen erforderlich. So wurde die Bemalung erneuert. Die größten Veränderungen sind jedoch an der elektrischen Installation zu erkennen. Eine ursprünglich mittels eines Elektromotors betriebene Schalteinrichtung wurde offenbar mehrfach repariert und dabei verändert, bevor sie im Jahre 2001 stillgelegt wurde. Es wurden kurz nacheinander zwei elektronisch betriebene Zeitrelais eingebaut. Die ursprünglichen Glühlampenfassungen sind ersetzt worden. Teile der älteren Installationen sind jedoch – gleichsam in Schichten ablesbar – noch im Kunstwerk vorhanden.

---

<sup>4</sup> Es wird eine serifenlose Linear-Antiqua (*Grotesk*) verwendet, deren Schriftstärke als *extrafett* (*Extra Bold*) bezeichnet werden kann. Die Schriftzeichenbreite ist schmal (*Condensed*), die Zwischenräume sind leicht spationiert. Auffallend sind die sehr schmalen Punzen (die nichtdruckenden Innenflächen der Buchstaben P, N, G, O).

<sup>5</sup> PASSONI HEGYI PIJAUDIER 1997, 9.

<sup>6</sup> Im September 1967 in der Galeria *La Bertesca* in Genua vom Kunstkritiker und Kurator Germano Celant organisiert.

<sup>7</sup> GOETZ/SCHUMACHER 2001, 211; vgl. Anhang 2.

## 1.2 Thema und Aufbau der Diplomarbeit

Die zentrale Fragestellung der Diplomarbeit ist, inwieweit die Veränderungen des Schaltmechanismus von *PING PONG* auch die ästhetische Wirkung des Kunstwerks verändert haben.

Aufgrund des Ergebnisses der Untersuchung werden mögliche Konzepte für eine Restaurierung entwickelt und bewertet. Das ausgewählte Maßnahmenkonzept wird im Rahmen der Diplomarbeit auch umgesetzt. Ergänzende Sicherungs- und Restaurierungsmaßnahmen dienen dem Erhalt des Kunstwerks, der Verbesserung seiner Lesbarkeit und seiner Bewahrung als geschichtlichem Dokument.

Nach einer kurzen Einführung zur Kunstströmung der *Arte Povera* wird der Künstler Alighiero e Boetti vorgestellt.

Die Diplomarbeit befasst sich dann mit einer Bestandsaufnahme des gesamten Kunstwerks. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf den Veränderungen des Schaltmechanismus:

Es werden die verwendeten Komponenten untersucht, Ergebnisse von Recherchen vorgestellt, sowie Quellen, u.a. historische Filmaufnahmen, ausgewertet.

Auf der Grundlage dieser Vorarbeiten werden mögliche Maßnahmen diskutiert, bewertet und zur Umsetzung ausgewählt.

Schließlich werden die durchgeführten Maßnahmen dokumentiert und zusammengefasst.

## 2 Die *Arte Povera* und Alighiero e Boetti

### 2.1 Die Kunstströmung *Arte Povera*

Der aus dem Italienischen entlehnte Begriff (*Arte* = Kunst, *povera* = arm) bezeichnete zunächst die Gesamtheit der Arbeiten einiger junger italienischer Künstler, die sich „durch die Schlichtheit ihrer Mittel“<sup>8</sup> auszeichnen. In erster Linie von bildhauerischem und installativem Charakter, bediente sie sich ihre Kunst häufig, jedoch nicht immer, einfacher Materialien aus Alltag und Natur. Der Kunstkritiker Germano Celant prägte und propagierte diesen Terminus 1967 und lancierte so eine „Kunstbewegung“, deren Protagonisten einer eigentlich programmatisch und personell nicht fest umrissenen Gruppe angehörten.<sup>9</sup>

Bekannt wurde der Begriff durch die Genueser Ausstellung *Arte Povera e IM Spazio*. Sie wurde begleitet von einem Text Celants, der im November 1967 unter dem Titel: *Arte povera, appunti per una guerriglia* (dt.: *Arte Povera: Notizen für einen Guerillakrieg*) in der Zeitschrift *Flash Art* erschien.<sup>10</sup> Mit diesen Ereignissen wird der Beginn der *Arte Povera*, deren geografische Zentren Turin und Rom waren, datiert.

Ab 1969 fasste Celant die *Arte Povera* weiter, sah in ihr eine allgemeine Tendenz innerhalb der aktuellen Kunst und bezog deshalb auch Künstler wie Joseph Beuys oder Richard Long ein.

In der heutigen Kunstgeschichte beschränkt sich der Begriff jedoch wieder auf die Kunst der von Celant 1967 zusammengefassten Gruppe. Die bekanntesten Mitglieder sind Giovanni Anselmo, Alighiero e Boetti, Mario Merz, Jannis Kounellis, Luciano Fabro, Giulio Paolini, Giuseppe Penone und Michelangelo Pistoletto.

Bei der heute regelmäßig als Hauptcharakteristikum fast sprichwörtlich herausgestellten „Armut“ der Materialien der *Arte Povera* handelt es sich jedoch um ein „sich fortschreibendes Missverständnis.“<sup>11</sup> Tatsächlich standen alle Materialien zur Verfügung. Wenn überhaupt ein gemeinsamer Umgang der *Arte Povera*-Künstler mit den verwendeten Materialien benannt werden kann, ist dies das Auferlegen von Ordnungsstrukturen und der Versuch „die sinnlichen Erfahrungsqualitäten des Materials zu aktivieren.“<sup>12</sup>

Bei Alighiero e Boettis Arbeiten spielen diese sinnlichen Qualitäten eine große Rolle.

---

<sup>8</sup> SCHAMP 2000.

<sup>9</sup> Eine kritische Auseinandersetzung mit diesem Phänomen bei BÄTZNER 1995.

<sup>10</sup> BÄTZNER 2000, 276.

<sup>11</sup> BÄTZNER 1995, 20 ff.

<sup>12</sup> SCHAMP 2000.

## 2.2 Der Künstler Alighiero e Boetti

Alighiero Boetti wurde am 16. Dezember 1940 in Turin als Sohn eines Juristen und einer Violinistin geboren. Nach einem abgebrochenen Studium der Wirtschaftswissenschaften wendet er sich autodidaktisch der Kunst zu. Sein Schaffen wird von Beginn an der in seiner Heimatstadt Turin entstehenden Kunstströmung der *Arte Povera* zugerechnet.

Ein Leitmotiv in Alighiero e Boettis Kunst ist von Beginn an die „Figur des Doppels und das Miteinander von Verschiedenem in den unterschiedlichsten Bereichen.“<sup>13</sup>

Besonders augenfällig wird dieser Topos im Jahre 1968 mit der Fotomontage *Gemelli* (dt. Zwillinge). Boetti verschickt die beiden zusammen montierten Selbstporträts auf einer Postkarte an 50 Freunde. Er stellt sich als seinen eigenen Zwilingsbruder dar und ändert nach dieser Aktion auch seinen Namen: Unterschrieben wird die Postkarte mit Alighiero e Boetti (Alighiero und Boetti).

„Alighiero ist der kindlichere Teil [...], so nennen und rufen mich die, die mich kennen. [...] Wenn man eine Arbeit von mir sieht, sagt man ‚das ist ein Boetti‘ und nicht ‚das ist ein Alighiero‘.“<sup>14</sup>

„Das nebeneinander stark unterschiedlicher Rhythmen“ spielt eine große Rolle in Alighiero e Boettis Werk und auch in seinem alltäglichen Leben: Er trommelt jeden Tag mehrere Stunden.<sup>15</sup>

Alighiero e Boetti starb im Sommer 1994 an den Folgen eines Gehirntumors.



Abb. 2

Alighiero e Boetti, *Gemelli*, 1968  
15 x 10 cm

<sup>13</sup> Biographische Angaben aus FÖRSCHL 2001, 7 f.

<sup>14</sup> OLIVA 1973.

<sup>15</sup> FÖRSCHL 2001, 7.

### 3 Beschreibung und Bestandsaufnahme

#### 3.1 Vorbemerkung zur Bezeichnung der einzelnen Komponenten des Kunstwerks

In den Unterlagen der *Sammlung Goetz* finden sich verschiedene, das Werk *PING PONG* behandelnde Dokumente (Beschreibungen, Zustandsprotokolle, Restaurierungsberichte).

In allen Texten<sup>16</sup> wird mit „PING“ derjenige Leuchtkasten bezeichnet, der den Schaltmechanismus beinhaltet.<sup>17</sup> Dieser hängt installiert (der Leserichtung folgend) links und nimmt die Glasscheibe mit dem Wort „PING“ auf. „PONG“ heißt entsprechend der andere Leuchtkasten.<sup>18</sup>



Abb. 3 *PING*, mit entfernter Glasscheibe



Abb. 4 *PONG*, mit entfernter Glasscheibe

In der *Sammlung Goetz* wurden 2005, entsprechend dem vom *Archivio Alighiero e Boetti*<sup>19</sup> ausgestelltten Authentizitätszertifikat<sup>20</sup>, die verschiedenen Schreibweisen für das Kunstwerk in „*PING PONG*“ (in Versalien) vereinheitlicht.

Im Folgenden sind die Bezeichnungen „rechts“ und „links“ immer vom Betrachterstandpunkt aus zu verstehen.

<sup>16</sup> Eine Auswahl in Anhang 3.

<sup>17</sup> Rückseitig auf weißem Aufkleber mit „Boe 02-1 K8“ bezeichnet.

<sup>18</sup> Rückseitig auf weißem Aufkleber mit „Boe 02-2 K8“ bezeichnet.

<sup>19</sup> Ein 1995 auf Initiative der Familie Boetti gegründetes Forschungsarchiv zur Dokumentation der Werke. Direktorin des *Archivio Alighiero e Boetti* ist die erste Ehefrau des Künstlers, Frau Annemarie Sauzeau.

<sup>20</sup> Anhang 4.



### 3.2 Gehäuse

Die beiden Leuchtkästen haben folgende Abmessungen:

#### *PING*

Höhe	521 mm
Breite	512 mm
Tiefe	188 mm

#### *PONG*

Höhe	520 mm
Breite	513 mm
Tiefe	186 mm

Die Seitenwände und die Rückwand der Leuchtkästen bestehen aus ca. 8 mm starker Flachpressplatte (FPY). Die oben gelegene Seitenwand (Deckplatte) und die unten gelegene Seitenwand (Bodenplatte) sitzen stumpf eingefügt zwischen den beiden senkrechten Seitenwänden.

Die vier Seiten bilden so einen Rahmen, in den die Rückwand ebenfalls stumpf eingeleimt ist.

Diese Konstruktion ist besonders deutlich rückseitig zu erkennen, da dort die Lackierung entlang der Fugen in Teilbereichen gerissen ist (Abb. 5).

Wohl zur Erhöhung der Stabilität sind im Innern beider Kästen in alle Ecken unterschiedlich starke Nadelholzleisten geleimt und an wenigen, unregelmäßig verteilten Stellen auch mit Stiften gesichert. Im Bodenbereich von *PONG* sind die Leisten gut zu sehen (Abb. 6).

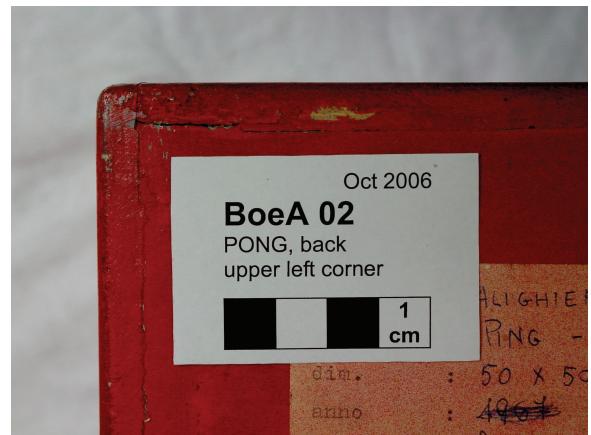


Abb. 5

**PONG, Detail Rückansicht**  
Offenstehende Fugen zwischen Seitenwänden und Rückseitenbrett



Abb. 6

**PING, Detail Inneres**  
Nadelholzleisten zur Verstärkung

Nicht nur die Nadelholzleisten sind unterschiedlich stark, auch die Maße der weiteren Elemente variieren von Seite zu Seite oft um mehrere Millimeter. Bei den Maßen der schematischen Skizze (Abb. 7) handelt es sich um Durchschnittswerte.

Von vorne ist auf die beiden Seitenwände und die Bodenplatte jeweils eine zu einem L-Profil ausgefälzte Leiste *A* geleimt. Diese bildet den vorderen Schenkel einer an den Seitenwänden und Bodenplatte umlaufenden Nut. Der hintere Schenkel der Nut wird durch einen ebenfalls aufgeleimten und mit Stiften gesicherten Vierkantstab *B* gebildet. In dieser Nut wird die von oben eingeschobene Glasscheibe geführt.

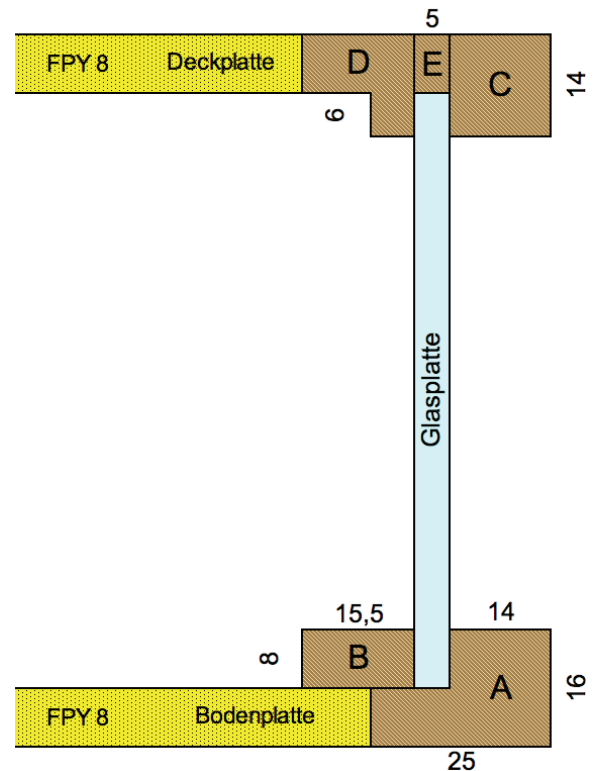


Abb. 7 Schematische Schnittskizze durch die Gehäuse

Die Öffnung in der Deckplatte zur Aufnahme der Glasscheibe ist abweichend konstruiert: Der vordere Schenkel der Nut besteht hier aus einem Vierkantstab *C*. Der hintere Schenkel wird von einem L-Profil *D* gebildet, das stumpf auf die Deckplatte geleimt ist. Die Ausfällung erfüllt hier keine erkennbare Aufgabe. Alle Außenkanten des Korpus sind gerundet.

Die nach der Aufnahme der Glasscheiben verbleibende, etwa 7 mm tiefe Öffnung wird mit einer schmalen, ebenfalls rot lackierten Deckleiste *E* geschlossen (Abb. 8). Diese wird nur lose eingesteckt. Die Deckleiste an *PONG* fehlte bereits beim Ankauf des Werks durch die *Sammlung Goetz* im Jahre 1995.



Abb. 8 Deckleiste *E* PING



Abb. 9 Bohrungen in *PING*

In der Rückwand von *PING* befinden sich zwei, in der von *PONG* eine wenig versäuerbte Bohrung für die elektrischen Verbindungen (Abb. 9).

Die Bodenplatte von *PING* ist unter dem Motor dreimal durchbohrt. Um die Löcher ist eine rechteckige Markierung angezeichnet (Abb. 10).

Insgesamt muten Konstruktion und Ausführung der Gehäuse laienhaft an: Die Auswahl des Materials und angewandter Technik richteten sich offenbar weniger nach handwerklichen Gepflogenheiten, als nach der Verfügbarkeit im Atelier des Künstlers.

### 3.3 Bemalung

Beide Gehäuse sind außen einheitlich rot bemalt. Das glatte, homogene Erscheinungsbild der Farbschicht lässt eine Grundierung der Flachpressplatte vor dem Farbauftrag vermuten.

Diese Annahme bestätigt sich auf den Rückseiten. Dort ist gut zu erkennen, dass die Grundierung nur einige Zentimeter in die Fläche der Rückwand hinein reicht. Dort wo die Rückwand nicht grundiert wurde, zeichnet sich die strukturierte Oberfläche der Flachpressplatte ab (Abb. 11).

Das Innere beider Kästen ist nicht bemalt.



Abb. 10 *PING*, unbenutzte Befestigungsbohrung

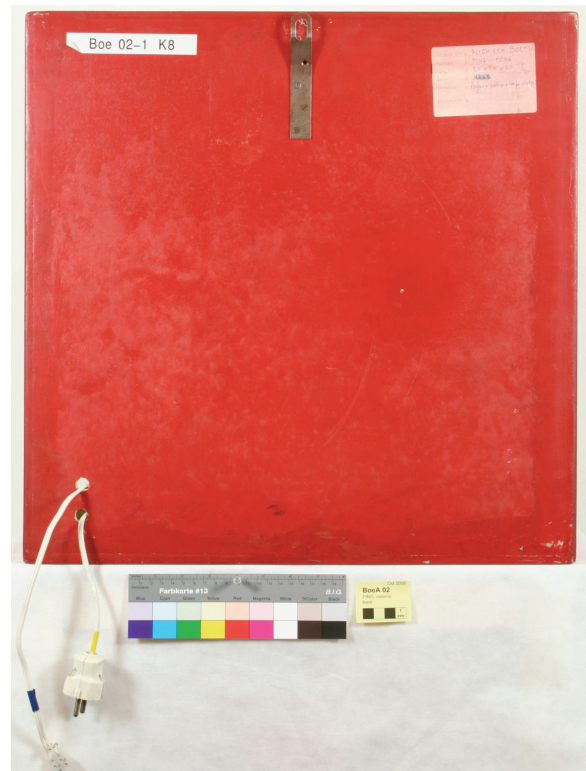


Abb. 11 *PING*, Rückseite  
Umlaufend glatter Streifen der über die Kanten reichenden Grundierung



Beide Kästen wurde im Laufe ihrer Geschichte ein zweites Mal bemalt: An mehreren Fehlstellen ist bereits mit bloßem Auge der Aufbau der Beschichtung ablesbar: Über einer hellgrauen Grundierung sind zwei rote Farbschichten zu erkennen (Abb. 12).

Einige Fehlstellen in der ersten Farbschicht wurden ohne vorheriges Kitten überstrichen oder übersprüht und zeichnen sich in der zweiten Beschichtung ab.

Eine besonders große Fläche der ersten Farbschicht ist auf der Unterseite von *PING* zu sehen. Dort wurde offenbar ein Klebeband, das sich auf der ersten Lackierung befand, überlackiert. Später haben sich Teile des Klebebandes gelöst und geben jetzt die erste Farbschicht frei (Abb. 13). Diese – mutmaßlich ursprüngliche – Farbschicht erscheint geringfügig gelber.

Die zweite Farbschicht wurde (zumindest teilweise) aufgesprüht. Die Rückseiten wurden dabei nur schwach deckend beschichtet. Dort offenbar bereits vor der zweiten Lackierung aufgebraute Klebeetiketten zeigen deutlich die Spuren des Sprühnebels (Abb. 14).

Auch die obere Schicht der Bemalung zeigt Gebrauchs- und Alterungsspuren wie Bearbeitungen, Kratzer, Ausbrüche, Risse und partiell auch leichte Verschmutzungen.

Daher kann davon ausgegangen werden das auch diese zweite Schicht bereits einige Jahre alt ist.



Abb. 12 **PONG, Ecke oben rechts**  
Fehlstelle mit ablesbarem Schichtenaufbau

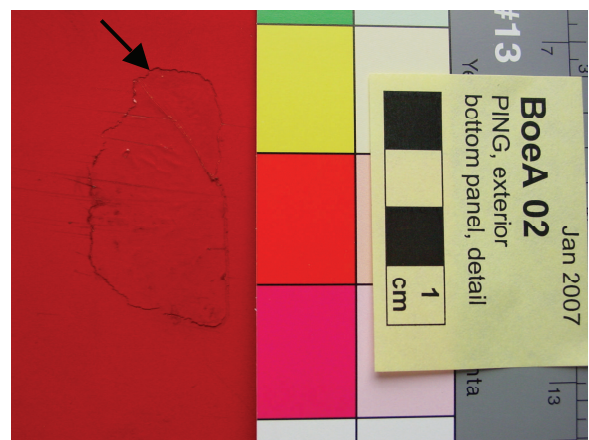


Abb. 13 **PING, Bodenplatte außen**  
Freiliegende erste Bemalung (Pfeil)

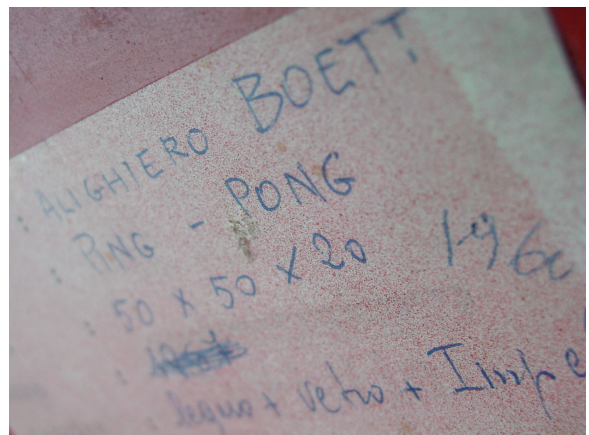


Abb. 14 **PONG, Rückseite**  
Farbnebel auf Etikett

### 3.4 Glasscheiben

Beide Glasscheiben bestehen aus einfachem, 3 mm starkem Fensterglas. Die Kanten sind ungeschliffen.

Die beiden Scheiben haben folgende Abmessungen:

#### *PING*

Höhe	500,5 mm
Breite	500,5 mm

#### *PONG*

Höhe	500 mm
Breite	500 mm

Auf die Glasplatten ist zunächst vollflächig eine dünne, rote Farbschicht aufgebracht. Da sie parallel verlaufende, etwas wolkig wirkende Strukturen zeigt, ist sie wahrscheinlich aufgerollt worden.

Auf diese transluzente Schicht ist eine dunkelgraue, vollständig opake Farbschicht aufgebracht. Durch den streifigen Duktus des Farbauftrags erkennbar, ist diese Deckschicht sicher mit einem Pinsel aufgebracht (Abb. 15).

Wohl durch Abdecken mit einer entsprechend ausgeschnittenen Blei-<sup>21</sup> oder Klebefolie als Schablone bleiben jedoch vier Buchstaben frei. Sie bilden die Worte „PING“ und „PONG“ (Abb. 16).



Abb. 15 **PONG, Glasscheibe, Rückseite**  
Pinselspuren der opaken Abdeckschicht



Abb. 16 **PONG, Glasscheibe, Rückseite**  
Zweite transluzente Farbschicht über den Kanten der Abdeckschicht



Abb. 17 **PING, Glasscheibe, Rückseite**  
Ausbesserungen der Abdeckschicht

<sup>21</sup> Bis in die 1970er Jahre war für Schablonierarbeiten die Verwendung dünner Bleifolien gebräuchlich. Freundlicher Hinweis von Herrn Andre Horbach, Horbach Werbetechnik, München.



Auf die frei gebliebenen Flächen wurde nun nochmals eine rote Farbschicht aufgebracht. Dies ist an den (durch die graue Farbe gebildeten) Begrenzungen der Buchstaben deutlich erkennbar. Sie werden teilweise von der zweiten roten Farbschicht überdeckt. Hier weist die Struktur der Farbschicht (Abb. 16) auf einen Auftrag durch Sprühen hin.

Die Abdeckschicht ist an verschiedenen Stellen, jedoch vor allem an den Rändern der Scheiben, mit in einer dunkleren Farbe ausgebessert (Abb. 17).

Die im Inneren von *PING PONG* abwechselnd leuchtenden Glühlampen sind durch die beiden roten Farbschichten hindurch kaum mehr als punktförmige Lichtquellen erkennbar. Die rote Fläche scheint dann gleichmäßig zu leuchten (Abb. 18).

### 3.5 Reflektierende Folie

Das Innere beider Leuchtkästen ist nahezu vollständig mit einer lichtreflektierenden, papierkaschierten Aluminiumfolie ausgekleidet (Abb. 19).

Eine Folienbahn verläuft durchgehend über Bodenplatte, Rückwand und Deckplatte. Die Seitenwände sind je mit passend zugeschnittenen Einzelstücken verkleidet. Der rechte Bereich der Bodenplatte in *PING* blieb – offensichtlich für die zum Zeitpunkt der Auskleidung bereits installierte Motorschaltung – frei. Links davon bedeckt ein einzelnes Stück (etwa 25 x 9 cm) Aluminiumfolie die Bodenplatte (Abb. 20).

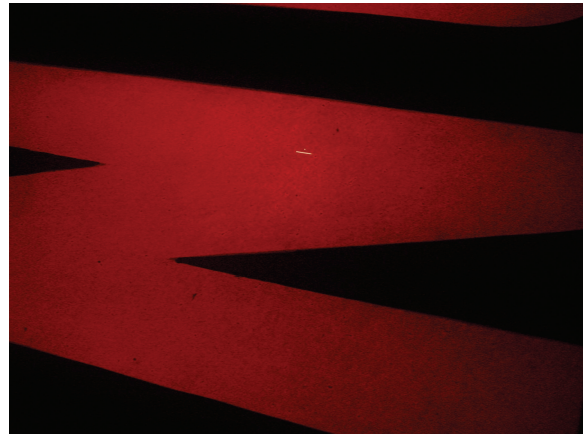


Abb. 18 *PING*, von hinten beleuchteter Buchstabe „N“



Abb. 19 *PONG*, Inneres Aluminiumfolie

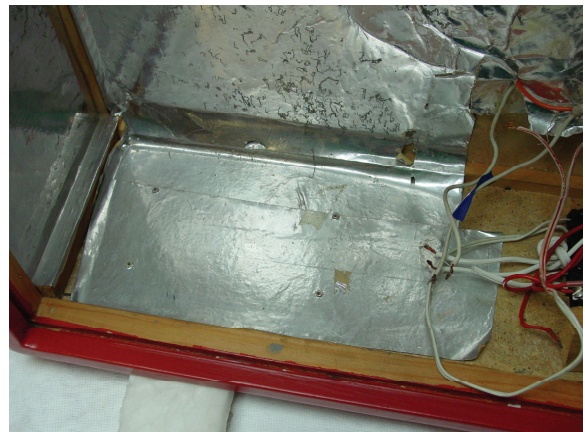


Abb. 20 *PING* Aluminiumfolie auf der Bodenplatte

Da Teile der Verkabelung der Glühlampenfassungen unter der Folie verlaufen, ist es wahrscheinlich, dass das Einbringen der Folie einer der letzten Schritte des Herstellungsprozesses von *PING PONG* war. Es ist denkbar, dass sie in der ursprünglichen Konzeption nicht vorgesehen war.

Vielleicht wurde sie erst – nachdem sich die Lichtausbeute als zu gering erwies – zur Verbesserung der Wirkung eingeklebt.

Die Folie ist an vielen Stellen eingerissen oder perforiert und löst sich partiell vom Untergrund ab. Neben einer vielleicht nachlassenden Wirkung des Klebemittels scheinen die Schäden durch mechanische Belastung der Folie im Zusammenhang mit Reparaturmaßnahmen und losen elektrischen Kabeln aufgetreten zu sein.

Weiter zeigt sich auf der glänzenden Oberfläche der Folie häufig eine eigentümliche Korrosionserscheinung. Ähnlich Fraßgängen an freigelegten Holzoberflächen zeichnen sich wenige Millimeter bis etwa drei Zentimeter lange Strukturen auf der Oberfläche ab. Eine oberste Schicht liegt lose pudrig auf (Abb. 21).

Interessanterweise sind die Korrosionserscheinungen der Aluminiumfolie in *PONG* deutlich schwächer ausgeprägt.

Ohne dieses Phänomen im Rahmen dieser Arbeit näher untersuchen zu können, lässt die in *PING* und *PONG* unterschiedlich starke Ausprägung einen Einfluss ungleich starker Schadstoffbelastung vermuten: In *PING* sind deutlich mehr Komponenten mit Schadstoffpotential vorhanden als in *PONG*. So können Kunststoffe von Kabelisierungen Weichmacher, die im Motor des Schaltmechanismus verwendeten Schmiermittel, verschiedenste, auch flüchtige Zusätze enthalten.



Abb. 21

*PING*, Korrosionserscheinungen der Aluminiumfolie



Schließlich könnte auch die durch den laufenden Motor höhere Innentemperatur von *PING* eine Reaktion mit Schadstoffen beschleunigt haben.

Auch in dem im Jahre 2001 zur Dokumentation angefertigten Videofilm<sup>22</sup> (von 5'12" bis 6'05") sind die veränderten Bereiche zu erkennen. Soweit bei der verhältnismäßig geringen Auflösung des Videobildes beurteilbar, sind die Korrosionserscheinungen seither nicht fortgeschritten (Abb. 22).

### 3.6 Schaltmechanismen

Die Schaltmechanismen zur abwechselnden Stromversorgung der Leuchtkästen befinden sich auf der Bodenplatte in *PING* (Abb. 23).

Es sind drei verschiedene Schaltmechanismen zu unterscheiden:

#### Motorbetriebener Schaltmechanismus

Im rechten Bereich der Bodenplatte ist ein elektromechanischer Mechanismus erkennbar. Er besteht aus einem Elektromotor, an dessen Achse ein Kettenrad<sup>23</sup> angeflanscht ist. Die Zähne des Kettenrades betätigen infolge der Rotationsbewegung einen Rollen-Wechselschalter und lösen so den Schaltvorgang aus (Abb. 24).



Abb. 22 *PING*, Korrosionserscheinungen der Aluminiumfolie im Jahr 2001  
Einzelbildaufnahme aus Videofilm

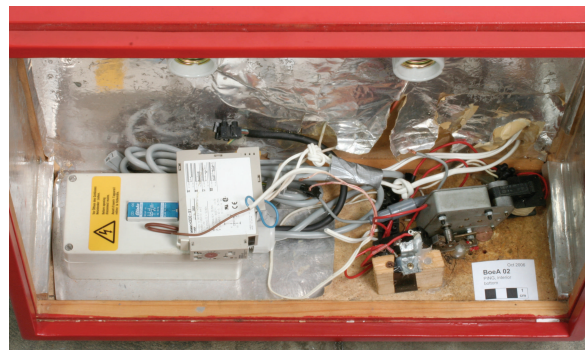


Abb. 23 *PING*, Schaltmechanismen in Aufsicht



Abb. 24 *PING*, motorbetriebener Schaltmechanismus

<sup>22</sup> Siehe Kapitel 4.4.

<sup>23</sup> Es handelt sich nicht um ein Zahnrad im engeren Sinne. Ein Zahnrad dient der Kraftübertragung auf ein weiteres Zahnrad oder eine Zahnstange. Das vorliegende Bauelement ist aufgrund der Gestaltung seiner Zähne nur zur Kraftübertragung auf eine Rollenkette (wie etwa beim Kettengetriebe eines Fahrrads) geeignet.

Weiter wird das Kettenrad im Schaltmechanismus von *PING PONG* nicht zur Kraftübertragung, sondern als „Nockenscheibe“ zur Auslösung eines Schaltvorgangs eingesetzt.

Der Motor ist mit einem Messingwinkel an der Bodenplatte verankert. Obwohl zweifach durchbohrt ist der Winkel nur mit einer einzelnen Gewindeschraube befestigt.

Zwischen Motor und Boden befindet sich – wohl zur Justierung – ein Zweifennigstück (Prägejahr 1983) (Abb. 25).

Sämtliche elektrischen Zuleitungen des Mechanismus sind durchtrennt.

Der Positionsschalter<sup>24</sup> ist über ein Holzklötzchen ebenfalls am Boden angeschraubt. Der Schalter wurde zur Untersuchung demontiert. Er weist mehrere Ausbrüche am Gehäuse auf (Abb. 26).

Der Schalthebel ist deformiert. Die Tastrolle ist mit einer Schicht eines zähen, verharzten Schmiermittels überzogen.

Nach der Reinigung der Tastrolle mit Siedegrenzbenzin 100/140 ist zu erkennen, dass die Tastrolle des Schalthebels ungleichmäßig abgenutzt ist. Offenbar führten die scharfen Spitzen des Kettenrades zur Entstehung zahlreicher, aufgrund ihrer sehr unregelmäßigen Form jedoch schwer messbarer Vertiefungen (Abb. 27).

Der messbare Durchmesser der Rolle variiert zwischen 9,85 und 10,05 mm.



Abb. 25

**PING, Messingwinkel, unterlegtes Zweifennigstück**

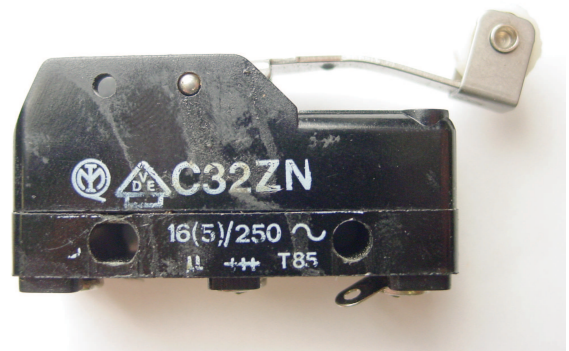


Abb. 26

**Schalter des motorbetriebenen Schaltmechanismus**



Abb. 27

**Abgenutzte Tastrolle**

<sup>24</sup> Abmessungen 49 x 12,5 x 26 mm.

Als Festigungsmaßnahme sind die verschiedenen Komponenten mit einem erstarrten Kunststoff stabilisiert (Abb. 28). Wahrscheinlich handelt es sich dabei um einen so genannten Heiß- oder Schmelzkleber.<sup>25</sup>

Ein lose neben dem Schaltmechanismus liegendes Fragment (Abb. 29) des Kunststoffs wurde auf seine Thermoplastizität geprüft:

Mit einem regelbaren LötKolben konnte der Kunststoff schnell erweicht und in einen flüssigen Zustand gebracht werden. Folgende für einen Heißkleber charakteristischen Eigenschaften waren zu beobachten: Der Kunststoff wurde transparent und seine zuvor matte Oberfläche glänzte.

Es waren keine Anzeichen für eine Zersetzung des Kunststoffs (Verfärbung, Gasbildung) erkennbar. Mit dem Erkalten gewann der Kunststoff seine alten Eigenschaften zurück.

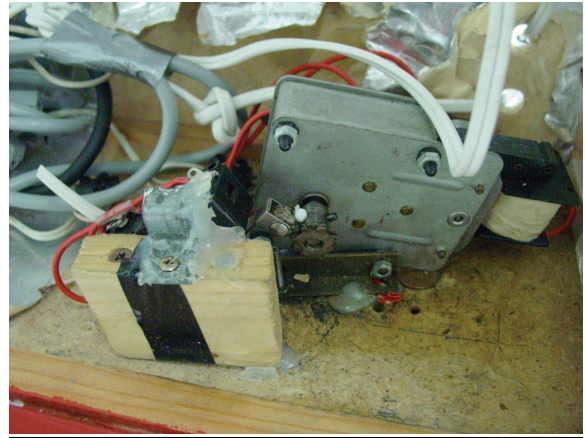


Abb. 28

**PING, Heißkleber an den Befestigungselementen des Positionsschalters**



Abb. 29

**Fragment des Heißklebers**

<sup>25</sup> Schmelzkleber sind bei Raumtemperatur mehr oder weniger feste Kunststoffe, die im heißen Zustand (flüssig) auf die zu verbindenden Teile aufgetragen werden.



### Elektronisches Zeitrelais 1

In der linken Ecke der Bodenplatte befindet sich ein elektronisch betriebenes Zeitrelais der Firma Eltako. Es ist in einem von Hand modifizierten Standardgehäuse montiert, das mit vier Holzschrauben fest mit der Bodenplatte verschraubt ist (Abb. 30). Der Zeitschalter ist auf einen Wert von etwa 3 und etwa 3,5 Sekunden eingestellt. Die Zuleitungen sind auch hier abmontiert.

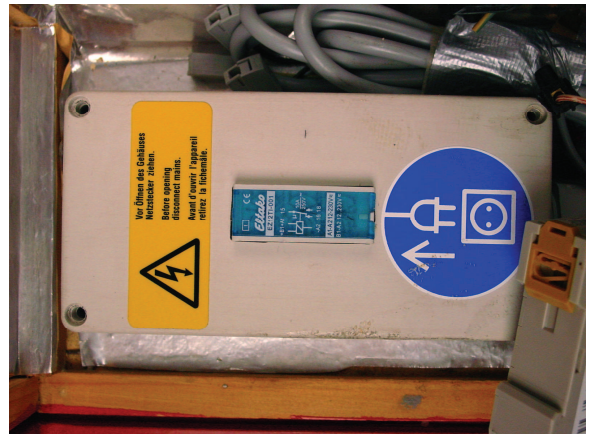


Abb. 30

PING, Zeitrelais 1

### Elektronisches Zeitrelais 2

Auf dem Zeitrelais1 liegt – mit einem Klebeband befestigt – ein neueres elektronisch betriebenes Zeitrelais der Firma Omron. Es ist mit der elektrischen Zuleitung und den Glühlampen beider Kästen verbunden. Das Zeitrelais ist funktionstüchtig und versorgt die angeschlossenen Glühlampen mit Strom (Abb. 31).



Abb. 31

PING, Zeitrelais 2

### 3.7 Älterer Motor

Unter der Inventarnummer des Kunstwerks existiert in der *Sammlung Goetz* eine mit „Ersatzmotor PING PONG“ beschriftete Schachtel. Sie enthält einen weiteren Elektromotor mit einem angeschraubten Halterungsblech (Abb. 32).

Die Bohrungen in diesem Blech weisen den gleichen Abstand wie die beiden Bohrungen rechts in der Bodenplatte von *PING* auf. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass der so genannte Ersatzmotor bereits einmal in *PING* montiert war.

Zum besseren Verständnis wird der bisher so genannte Ersatzmotor im Folgenden als „älterer Motor“ bezeichnet.

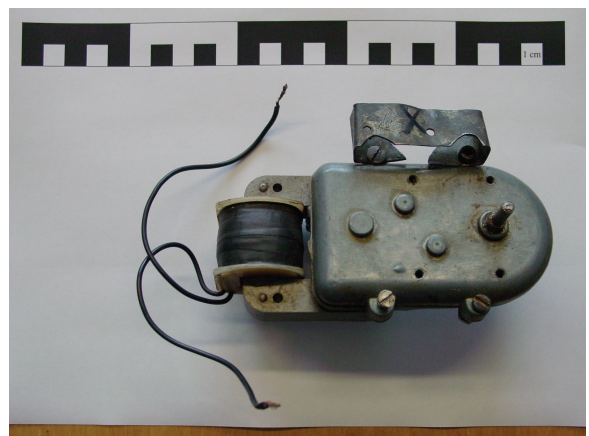


Abb. 32

So genannter Ersatzmotor



### 3.8 Glühlampenfassungen und Leuchtmittel

#### Glühlampenfassungen

In *PING* und in *PONG* sind je zwei von insgesamt vier identischen Glühlampenfassungen installiert. Sie sind 46,8 mm hoch und haben einen Durchmesser von 42,8 mm. Mit eingesetzter Glühlampe ergibt sich eine Gesamthöhe von 121 mm (Abb. 33).

Es handelt sich um so genannte Edison-Fassungen aus Porzellan, die an zwei offenen, sich gegenüberstehenden Befestigungsflanschen an die Rückwand geschraubt sind.



Abb. 33 *PING*, Glühlampenfassung links

Die Fassungen sind so im Gehäuse angeordnet, dass sie sich direkt hinter den in der grauen Farbe auf den beiden Glasscheiben ausgesparten Buchstaben befinden. Die elektrische Verbindung erfolgt über zwei nach hinten aus der Fassung herausgeführten Buchsenklemmen.

#### Leuchtmittel

Mit hoher Wahrscheinlichkeit handelt es sich bei den eingebauten Glühlampen nicht mehr um die ursprünglichen Exemplare. Im weiter unten behandelte Film aus dem Jahre 2005 und in verschiedenen Zustandsberichten wird von dem Austausch von Glühlampen berichtet. Aus diesem Grund wird hier auf die verwendeten Typen und Spezifikationen nicht eingegangen.

### 3.9 Elektrisches Installationsmaterial

Das elektrische Installationsmaterial zeigt ein heterogenes Bild: Es finden sich Kabel und Lüsterklemmen, die aufgrund von Alterungs-, starken Gebrauchsspuren und auch ihrer Gestaltung nach in die Entstehungszeit des Kunstwerks datiert werden können. Andere Elemente sind offensichtlich neuwertig. Sie stehen fast alle mit den elektronischen Zeitrelais in Verbindung. Der Leuchtkasten *PONG* enthält mit Ausnahme der Glühlampenfassungen und einer Lüsterklemme zur Verbindung mit der elektrischen Zuleitung keine weiteren Elemente.

Diese Lüsterklemme aus Porzellan erweckt aufgrund ihres Materials und ihrer Dimensionen den Anschein, dass es sich um ein Bauteil aus der Entstehungszeit handelt. Sie ist (vermutlich mit Heißkleber) an der Aluminiumfolie des Gehäusebodens festgeklebt (Abb. 34).

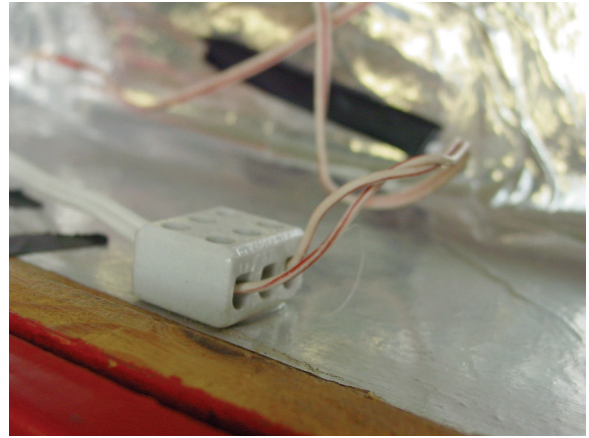


Abb. 34 *PING*, Glühlampenfassung links

### 3.10 Verunreinigungen

Die Flächen im Inneren beider Leuchtkästen sind durch lose Auflagerungen verunreinigt. Besonders die Bodenplatte von *PING* ist vor allem in den weniger zugänglichen Bereichen um die Schaltmechanismen mit verschiedensten Partikeln bedeckt: Neben wohl am besten unter „Hausstaub“ zusammenzufassenden Verschmutzungen finden sich auch offensichtlich kunstwerksimmanent entstandene Partikel wie Abrieb der elektromechanischen Komponenten, Partikel von Klebstoffen und Farbmitteln, Kabelreste sowie natürlich Holzspäne (Abb. 35).



Abb. 35 *PING*, Verunreinigungen auf der Bodenplatte

## 4 Recherchen und Auswertung vorliegender Quellen

Um die Geschichte des Kunstwerks, seine ursprüngliche ästhetische Wirkung und seine Veränderungen zu erforschen, wurden die einzelnen Komponenten auf ihre Funktion, ihre Herkunft und ihr Alter hin untersucht.

### 4.1 Eingebauter Motor

#### Beschreibung

Der heute eingebaute Motor ist – im Gegensatz zu allen Bezeichnungen in Beschreibungen, Zustandsberichten etc. – kein „Scheibenwischemotor“. Als Scheibenwischemotor in Kraftfahrzeugen eingesetzte Elektromotoren arbeiten zum einen mit Schwach- (typischerweise 12V) und zum anderen mit Gleichstrom.

Beim in *PING PONG* eingesetzten Motor handelt es sich um einen Spaltpolmotor.<sup>26</sup>

Diese besitzen die Vorteile, dass sie relativ laufruhig, langlebig und – bedingt durch ihren einfachen Aufbau – preiswert sind. Dem steht gegenüber, dass sie nur verhältnismäßig kleine Leistungen zur Verfügung stellen (wenige Watt) und einen schlechten Wirkungsgrad besitzen.

Die Drehzahl ist abhängig von der angelegten Last. Im Leerlauf haben alle einphasigen Spaltpolmotoren eine Leerlaufdrehzahl von etwa  $n_{LL} = 2700 \text{ min}^{-1}$ . Sie ergibt sich aus dem Drehfeld der angelegten Wechselspannung

( $50 \text{ Hz} \times 60 \text{ sec} = 3000 \text{ min}^{-1}$ ) abzüglich einem Schlupf<sup>27</sup> von etwa 10 %. Bei Nennbelastung steigt der Schlupf proportional je nach Wirkungsgrad bis etwa 20 %.

Wird für den Einsatzzweck des Motors eine niedrigere Drehzahl benötigt, wird diese durch ein – meist direkt angekoppeltes – Getriebe realisiert.

Der vorliegende Motor trägt keine Herstellerangabe. Eine (fast unlesbare) Aufstempelung auf den Polen hat den Charakter einer Chargennummer und gibt keine Hinweise auf einen Hersteller oder ein Herstellungsdatum.<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup> Mein Dank gilt Herrn Dipl. Ing. Martin Hörz, Mitarbeiter am Fachgebiet Energiewandlungstechnik der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, TU München, für seine geduldige Einführung in das Thema und entsprechende Literaturhinweise.

<sup>27</sup> Der Schlupf ist die Drehzahldifferenz zwischen dem durch den angelegten Wechselstrom induzierten Drehfeld und dem sich drehenden Läufer. Nur wenn der Läufer dem Drehfeld „hinterher“ läuft, wird im Läufer ein Magnetfeld induziert, das den Käfigläufer zu seiner Drehung veranlasst.

<sup>28</sup> Auch Befragungen diverser deutscher und italienischer Motorenhersteller auf einer internationalen Fachmesse für Elektromotoren in Nürnberg erbrachten diesbezüglich keine weiteren Hinweise. Mein Dank gilt Frau Corinna Wild von der Firma Heidolph, Kelheim, die mich auf die vom 28. - 30. November 2006 stattfindende internationale Elektromotoren-Fachmesse *SPS/IPC/DRIVES* hingewiesen hat. Frau Wild stellte mir darüber hinaus eine kostenlose Eintrittskarte zur Verfügung.

## Datierung

Immerhin konnte bei der Befragung der auf der Messe angetroffenen Ingenieure der Fertigungszeitpunkt des Motors eingegrenzt werden: Aufgrund der vergleichsweise modernen Konstruktion der Verbindung zwischen Joch und Polen, die als Schwalbenschwanzverbindung ausgeführt ist, kann eine Datierung des eingebauten Motors in die 1960er Jahre ausgeschlossen werden (Abb. 36).

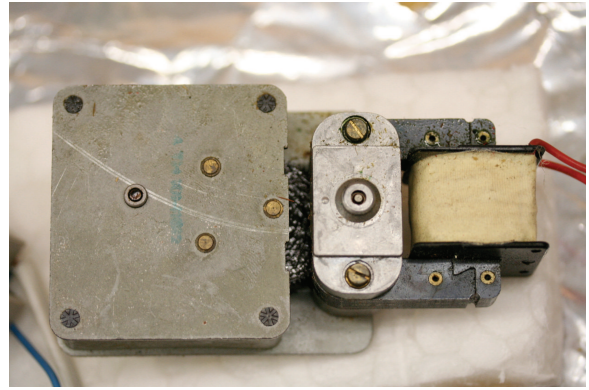


Abb. 36

**Neuerer Motor**  
Schwalbenschwanzverbindung  
rechts unter der Spule

Andere Indizien, wie Details in der Ausführung des Getriebekastens deuten auf eine Fertigung nach 1980 hin. Zum besseren Verständnis wird deswegen der bisher so genannte „eingebaute Motor“ im Folgenden als „neuerer Motor“ bezeichnet.

## 4.2 Älterer Motor

### Beschreibung

Der auf seiner Verpackung „Ersatzmotor“ bezeichnete Elektromotor ist ebenfalls ein einphasiger Spaltpolmotor mit direkt angekoppeltem Getriebe. Das Getriebegehäuse ist als Leichtmetalldruckguss gefertigt und muss deshalb in großer Stückzahl gefertigt worden sein (Abb. 37).

Auch der Ersatzmotor trägt keinerlei Hersteller- oder Modellangaben und auch sonst keine Kennzeichnungen. Eine Suche nach dem Hersteller ist deswegen nicht möglich. Keiner der befragten Elektromotorenhersteller kannte dieses Modell oder seinen Hersteller.

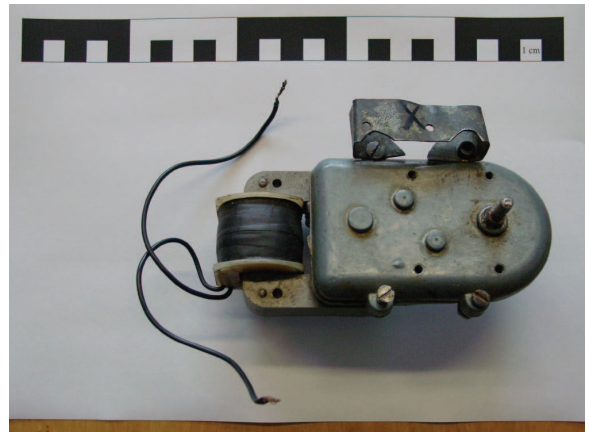


Abb. 37

**Älterer Motor**  
Schwalbenschwanzverbindung  
rechts unter der Spule

## Datierung

Auch hier hilft die Konstruktion der Verbindung zwischen Joch und Polen bei der Datierung: Die deutlich einfacher ausgebildete Verbindung spricht für eine Herstellung vor den 1980er Jahren. Außerdem erinnern die abgerundeten Formen des Getriebegehäuses an das Produktdesign der 1950er Jahre.<sup>29</sup>

Die relative Datierung vor den eingebauten Motor und die Indizien für eine ehemalige Nutzung in *PING PONG* lassen den Schluss zu, dass es sich beim vorliegenden Motor nicht um einen „Ersatzmotor“ sondern um den ursprünglichen handelt.

## Weitere Untersuchungen am älteren Motor

Der Motor läuft, nachdem er mit einer Stromquelle<sup>30</sup> verbunden wird, nicht an. Das Summen der Spule zeigt jedoch, dass es sich bei dem Defekt höchstwahrscheinlich um ein mechanisches Problem handelt und die Hauptwicklung des Motors noch intakt ist.

Um die Ursache für das Versagen heraus zu finden, wurde das Getriebegehäuse geöffnet: Das Schmiermittel ist stark verharzt. Besonders um die kleinen Räder ist das Fett – wohl in Verbindung mit eingedrungenem Schmutz – zu einer zähen Masse verbacken. Deshalb ist der Motor nicht mehr in der Lage, das Getriebe anzutreiben.

Nach Anlösen des verharzten Schmiermittels mit Siedegrenzbenzin 100/140 war es möglich, die Zahnräder zu entnehmen. Die weitere Untersuchung der Zahnräder ergab, dass diese weder beschädigt noch stark abgenutzt sind.

---

<sup>29</sup> Sämtliche in Nürnberg befragten Hersteller datierten den Motor in diesen Zeitraum.

Wie erwähnt, passen die Bohrungen des dem älteren Motor beigefügten Halterungsblechs zu den nicht mehr benutzten Bohrungen in der Bodenplatte von *PING*.

<sup>30</sup> 220 V Wechselstrom. Um eine mögliche Beschädigung durch eine falsche Spannung zu vermeiden, wurde der Versuch zuerst mit 110 V Wechselstrom durchgeführt.



Um das Übersetzungsverhältnis im Getriebe des älteren Motors zu bestimmen, wurden die Zähne der Getrieberäder gezählt:

**Läufer:**

Zähne auf der Achse:  $z_L = 9$

**Zahnrad 1 (Kunststoff):**

Zähne außen:  $z_{1a} = 70$

Zähne innen:  $z_{1i} = 9$

**Zahnrad 2 (Bronze/Messing):**

Zähne außen:  $z_{2a} = 75$

Zähne innen:  $z_{2i} = 8$

**Zahnrad 3 (Stahl):**

Zähne:  $z_3 = 58$

Achse  $\varnothing$  5 mm

Mit diesen Angaben und der bekannten Lehlaufdrehzahl des Läufers ( $n_{LL} = 2700 \text{ min}^{-1}$ ) lässt sich die Leerlaufdrehzahl  $n_{AL}$  der aus dem Getriebe herausführenden Achse bestimmen:



**Abb. 38** Geöffnetes Getriebe des älteren Motors  
Von oben: Läufer, Zahnrad 2, Zahnrad 3  
(Zahnrad 1 ist entnommen)

$$n_{AL} = n \cdot z_L / z_{1a} \cdot z_{1i} / z_{2a} \cdot z_{2i} / z_3$$



$$n_{AL} = 2700 \text{ min}^{-1} \cdot 9/70 \cdot 9/75 \cdot 8/58 = 5,75 \text{ min}^{-1}$$

Bei einem unter Nennlast vergrößerten Schlupf von maximal 20 % würde die Drehzahl an der Getriebeachse  $n_{AN} = 5,1 \text{ min}^{-1}$  betragen. Die tatsächliche Drehzahl des älteren Motors im Schaltmechanismus ist nicht genau vorherzusagen. Sie dürfte aber etwa in der Mitte dieser beiden Werte liegen.

### 4.3 Positionsschalter

Der Positionsschalter arbeitet als Wechselschalter mit drei Anschlüssen. Der gemeinsame Anschluss (auf dem Schalter bezeichnet mit „COMMON“) wird je nach Schaltzustand entweder mit dem Anschluss mit der Bezeichnung „2“ oder mit dem Anschluss mit der Bezeichnung „3“ verbunden.

Recherchen ergaben, dass der Schalter noch heute – zumindest äußerlich – unverändert von der Firma Electrica S.r.l. in Mailand produziert wird. Eine Nachfrage des deutschen Vertriebspartners der Firma Electrica S.r.l. bestätigt dies. Leider ist der Aufdruck des Herstellungsjahres in der linken unteren Ecke des Schalters nicht mehr lesbar. Ein Vergleich mit einem vorliegenden Exemplar<sup>31</sup> aus dem Jahr 1963 ergibt jedoch, dass der eingebaute Schalter bis ins Detail identisch ist und so mit großer Wahrscheinlichkeit als ursprünglich angesprochen werden kann. Im Jahre 2001, im Vorfeld einer fast zwei Jahre andauernden Ausleihe<sup>32</sup> wurde der noch funktionierende Mechanismus (neuer Motors mit Positionsschalter) – offenbar nach Fehlfunktionen – außer Betrieb genommen.<sup>33</sup>

Die Umstände dieses Umbaus lassen sich heute nicht mehr rekonstruieren.

---

<sup>31</sup> Siehe Anmerkung <sup>48</sup>.

<sup>32</sup> *Zero to Infinity: Arte Povera 1962-1972*. Siehe Anhang 2

<sup>33</sup> Die hier gemachten Aussagen beruhen auf Telefonaten mit der damaligen Restauratorin der *Sammlung Goetz*, Frau Dipl.-Restauratorin Silke Zeich und dem ehemaligen Direktor der *Sammlung Goetz*, Herrn Rainald Schumacher. Mein Dank gilt Frau Zeich und Herrn Schumacher für ihre freundlichen Auskünfte.

#### 4.4 Videoaufnahme 2001

Vor dem Einbau des ersten elektronischen Zeitrelais wurde von Frau Zeich ein Videofilm zur Dokumentation des damaligen Zustandes angefertigt. Er liegt auf einer MiniDV-Kassette vor und ist etwa achteinhalb Minuten lang. Die Kassette ist nicht datiert. Nach Aussage von Frau Zeich ist er kurze Zeit vor der Ausstellung *Zero to Infinity: Arte Povera 1962 - 1972* entstanden. Die erste Station dieser Wanderausstellung war die Tate Modern in London. Die Ausstellung wurde dort am 31. Mai 2001 eröffnet.

Der Film zeigt folgende acht Sequenzen, in denen *PING PONG* ans Stromnetz angeschlossen ist und der Schaltmechanismus daher ständig in Betrieb ist:



Abb. 39, Sequenz I 0'00" – 2'41"  
Neuerer Motor von oben



Abb. 40, Sequenz II 2'41" – 3'47"  
Makroaufnahme des Kettenrades



Abb. 41, Sequenz III 3'47" – 5'12"  
Neuerer Motor von vorne



Abb. 42, Sequenz IV 5'12" – 5'58"  
Totale PING





Abb. 43, Sequenz V

5'58'' – 6'06''  
Schwenk zu PONG

Abb. 44, Sequenz VI

6'06'' – 6'50''  
Einschrauben der Glühlampen

Abb. 45, Sequenz VII

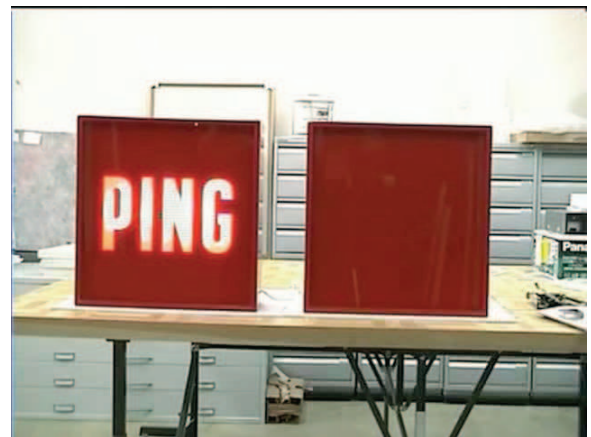
6'50'' – 7'15''  
Totale PING PONG ohne Glasscheiben

Abb. 46, Sequenz VIII

7'15'' – 8'32''  
Totale PING PONG mit Glasscheiben

Die letzten drei Sequenzen zeigen Schaltvorgänge mit angeschlossenen Glühlampen. Da das Aufleuchten und Verlöschen der Lampen auch im Einzelbildmodus exakt bestimmt werden kann, sind diese Sequenzen zur Analyse des Schaltverhaltens besonders geeignet. Neben den Taktzeiten und deren Mittelwert kann so auch ihre durchschnittliche Abweichung vom Mittelwert, also ihre Standardabweichung, berechnet werden. Die Größe der Standardabweichung charakterisiert die Unregelmäßigkeit – und damit eine wesentliche Qualität der ästhetischen Wirkung – des Lichtwechsels.

Zur Analyse der Takte wird der Videofilm zunächst in drei unterschiedlich stark komprimierte Videodateien (Quicktime®) konvertiert.<sup>34</sup> In das Programm iMovie HD® importiert, kann der Film dort Einzelbild für Einzelbild betrachtet werden. Die Bildrate beträgt 30 Einzelbilder pro Sekunde. In einem Tabellenkalkulationsprogramm (MS EXCEL®) wird jetzt Beginn und Ende jedes vollständigen Taktes notiert. Aus diesen Werten lässt sich die Taktdauer, deren Mittelwert und deren Standardabweichung errechnen. Es ergibt sich folgende Tabelle:

Sequenz	PING						Takt-dauer (s)	PONG						Takt-dauer (s)		
	An			Aus				An			Aus					
	Minuten	Sekunden	Bilder	Minuten	Sekunden	Bilder		Minuten	Sekunden	Bilder	Minuten	Sekunden	Bilder			
IV	6	23	12	6	25	2	<b>1,67</b>	6	21	28	6	23	12	<b>1,47</b>		
	6	26	19	6	28	10		<b>1,70</b>	6	25	2	6	26		19	<b>1,57</b>
	6	30	17	6	31	27		<b>1,33</b>	6	28	10	6	30		17	<b>2,23</b>
	6	34	12	6	35	23		<b>1,37</b>	6	31	27	6	34		12	<b>2,50</b> (längster Takt)
	6	37	20	6	39	9		<b>1,63</b>	6	35	23	6	37		20	<b>1,90</b>
	6	41	6	6	43	4		<b>1,93</b>	6	39	9	6	41		6	<b>1,90</b>
	6	45	5	6	46	27		<b>1,73</b>	6	43	4	6	45		5	<b>2,03</b>
	6	48	23	6	50	21		<b>1,93</b>	6	46	27	6	48		23	<b>1,87</b>
VII	6	51	18	6	53	14	<b>1,87</b>	6	53	14	6	55	9	<b>1,83</b>		
	6	55	9	6	57	19		<b>2,33</b>	6	57	19	6	58		20	<b>1,03</b>
	6	58	20	7	0	29		<b>2,30</b>	7	0	29	7	2		12	<b>1,43</b>
	7	2	12	7	4	2		<b>1,67</b>	7	4	2	7	6		0	<b>1,93</b>
	7	6	0	7	7	10		<b>1,33</b>	7	7	10	7	9		17	<b>2,23</b>
	7	9	17	7	10	28		<b>1,37</b>	7	10	28	7	13		14	<b>2,53</b>
	7	13	14	7	14	25		<b>1,37</b>								
VIII	7	16	29	7	18	28	<b>1,97</b>	7	18	28	7	20	15	<b>1,57</b>		
	7	20	15	7	22	6		<b>1,70</b>	7	22	6	7	24		0	<b>1,80</b>
	7	24	0	7	25	23		<b>1,77</b>	7	25	23	7	27		12	<b>1,63</b>
	7	27	12	7	29	8		<b>1,87</b>	7	29	8	7	31		10	<b>2,07</b>
	7	31	10	7	32	23		<b>1,43</b>	7	32	23	7	34		28	<b>2,17</b>
	7	34	28	7	36	8		<b>1,33</b>	7	36	8	7	38		15	<b>2,23</b>
	7	38	15	7	40	11		<b>1,87</b>	7	40	11	7	42		8	<b>1,90</b>
	7	42	8	7	44	20		<b>2,40</b>	7	44	20	7	45		18	<b>0,93</b> (kürzester Takt)
	7	45	18	7	48	0		<b>2,40</b>	7	48	0	7	49		13	<b>1,43</b>
	7	49	13	7	51	4		<b>1,70</b>	7	49	13	7	51		4	<b>1,90</b>
	7	53	1	7	54	13		<b>1,40</b>	7	51	4	7	53		1	<b>1,90</b>
	7	56	21	7	58	1		<b>1,33</b>	7	54	13	7	56		21	<b>2,27</b>
	8	0	16	8	1	28		<b>1,40</b>	7	58	1	8	0		16	<b>2,50</b>
	8	3	23	8	5	14		<b>1,70</b>	8	1	28	8	3		23	<b>1,83</b>
	8	7	10	8	9	9		<b>1,97</b>	8	5	14	8	7		10	<b>1,87</b>
	8	11	9	8	13	3		<b>1,80</b>	8	9	9	8	11		9	<b>2,00</b>
	8	14	27	8	16	26		<b>1,97</b>	8	13	3	8	14		27	<b>1,80</b>
8	18	12	8	20	5	<b>1,77</b>	8	16	26	8	18	12	<b>1,53</b>			
8	21	28	8	23	22	<b>1,80</b>	8	20	5	8	21	28	<b>1,77</b>			
8	25	10	8	27	7	<b>1,90</b>	8	23	22	8	25	10	<b>1,60</b>			
8	29	10	8	30	22	<b>1,40</b>	8	27	7	8	29	10	<b>2,10</b>			
								<b>Mittelwert PING</b>								
								<b>1,73 s</b>								
								<b>Mittelwert PONG</b>								
								<b>1,86 s</b>								
								<b>Mittelwert PING PONG</b>								
								<b>1,80 s</b>								
								<b>Standardabweichung <math>\sigma</math></b>								
								<b>0,35 s</b>								

Die gewonnenen Ergebnisse lassen sich folgendermaßen erklären und interpretieren:

<sup>34</sup> Mein Dank gilt Herrn Hansjörg Weißbrich, freischaffender Filmeditor (*Bundesverband Filmschnitt*) und der Bernd Rillich Postproduction, München für ihre freundliche Unterstützung.

### Mittelwerte der Taktzeiten

Die Mittelwerte der Taktzeiten bei *PING* und *PONG* weichen voneinander ab. Der Unterschied ist jedoch so gering, dass der Betrachter nicht in der Lage ist, diesen wahr zu nehmen. Die Ursache dieses Unterschiedes lässt sich einfach finden:

Zwei wichtige Bestimmungsgrößen bei einer Nockenscheibe oder einem Zahnrad sind der Fußkreisdurchmesser  $df$  und der Kopfkreisdurchmesser  $dk$ . Genau in der Mitte zwischen beiden liegt der Teilkreisdurchmesser  $d$ .

Am Schaltpunkt des Schalters muss sich die Achse der Rolle möglichst exakt auf dem Teilkreisdurchmesser befinden. Wenn die Achse außerhalb dieser gedachten Linie liegt wird automatisch einer der beiden Schaltzustände „bevorzugt“: *PING* und *PONG* leuchten dann ungleich lange.

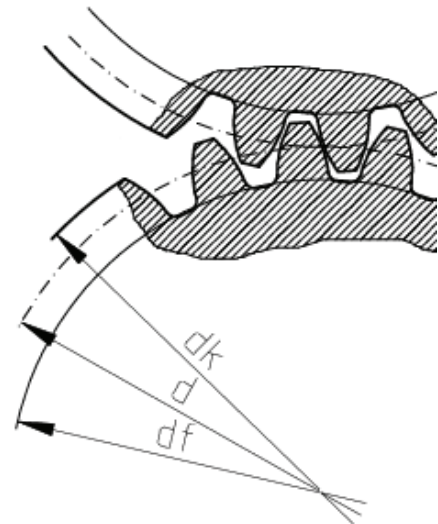


Abb. 47

Zwei Zahnräder im Eingriff  
Schemadarstellung

In Anbetracht des labilen Aufbaus der Konstruktion ist die geringe Abweichung der Mittelwerte bemerkenswert. Offenbar wurde der Hebel des Schalters zur Justierung des Schaltvorgangs in eine passende Lage gebogen. Dies erklärt auch seine Deformation.

### Streuung der Taktzeiten

Im Verhältnis zur geringen Abweichung der beiden Mittelwerte ist die Streuung der Taktzeiten jedoch sehr groß. Mit einer Standardabweichung von 0,35 s beträgt sie durchschnittlich fast 20 %. Sogar deutliche „Ausreißer“ wie in der Sequenz VI ( $t = 2,5$  s; +39 %) oder Sequenz VIII ( $t = 0,93$  s; -48 %) kommen vor.

Das bedeutet, der Wechsel zwischen *PING* und *PONG* ist ungleichmäßiger als es der erste Eindruck vielleicht vermuten lässt.

Aus der durchschnittlichen Taktzeit ( $t = 1,8$ s) und der Zahl der gemessenen Takte pro Umdrehung des Kettenrades ( $n = 16$ ) ergibt sich für die Achse eine Drehzahl von etwa 2,1 Umdrehungen pro Minute.



#### 4.5 Elektronisch betriebenes Zeitrelais 1

Das elektronische Zeitrelais 1 ist ein von der deutschen Firma Eltaco hergestellter Zeitschalter. Alle Zuleitungen enden ohne Verbindung zur elektrischen Zuleitung. Die Funktion wurde nicht überprüft.

#### 4.6 Elektronisch betriebenes Zeitrelais 2

Das elektronische Zeitrelais 2 der Firma Omron wurde im Jahre 2001 von Restauratoren der Tate Modern eingebaut: In einem Zustandsbericht<sup>35</sup> wird zunächst von einer Fehlfunktion des eingebauten Zeitrelais 1 berichtet und vorgeschlagen, dieses durch ein neues zu ersetzen. Das Zeitrelais 1 und alles Zubehör sollte dabei erhalten werden. Diese Veränderungen wurden – von der *Sammlung Goetz* genehmigt – dann so durchgeführt und bilden den jetzigen Zustand. Auf den weiteren Stationen der Ausstellung (Minneapolis, Los Angeles und Washington) funktionierte das neue Relais einwandfrei. Auch noch 2005, als *PING PONG* erneut in die Tate Modern verliehen war, wurde es in diesem Zustand gezeigt.

Die Schaltfunktion des Zeitrelais wird analog zur Analyse des Films von 2001 untersucht. Dazu werden mit einer Digitalkamera mit Videofunktion drei kurze Sequenzen von etwa 14 Sekunden Dauer aufgenommen:

#### Zustand 2006 (Elektronisches Zeitrelais 2)

Sequenz	PING						Takt-dauer (s)	PONG						Takt-dauer (s)	
	An			Aus				An			Aus				
	Minuten	Sekunden	Bilder	Minuten	Sekunden	Bilder		Minuten	Sekunden	Bilder	Minuten	Sekunden	Bilder		
<b>I</b>	0	1	19	0	3	12	<b>1,77</b>	0	3	12	0	5	3	<b>1,70</b>	
	0	5	3	0	6	24	<b>1,70</b>	0	6	24	0	8	17		<b>1,77</b>
	0	8	17	0	10	7	<b>1,67</b>	0	10	7	0	11	29		<b>1,73</b>
	0	11	29	0	13	21	<b>1,73</b>								
<b>II</b>	0	0	6	0	1	29	<b>1,77</b>	0	1	29	0	3	19	<b>1,67</b>	
	0	3	19	0	5	11	<b>1,73</b>	0	5	11	0	7	4		<b>1,77</b>
	0	7	4	0	8	24	<b>1,67</b>	0	8	24	0	10	16		<b>1,73</b>
	0	10	16	0	12	6	<b>1,67</b>	0	12	6	0	13	29		<b>1,77</b>
<b>III</b>	0	0	0	0	1	22	<b>1,73</b>	0	1	22	0	3	13	<b>1,70</b>	
	0	3	13	0	5	6	<b>1,77</b>	0	5	6	0	6	26		<b>1,67</b>
	0	6	26	0	8	17	<b>1,70</b>	0	8	17	0	10	8		<b>1,70</b>
	0	10	8	0	12	1	<b>1,77</b>	0	12	1	0	13	21		<b>1,67</b>
	<b>Mittelwert PING</b>						<b>1,72</b>	<b>Mittelwert PONG</b>						<b>1,72</b>	

**Standardabweichung  $\sigma$       0,04 s**

<sup>35</sup> Anhang 5.

Erwartungsgemäß ist das Schaltverhalten des elektronischen Zeitrelais sehr genau. Die Standardabweichung beträgt nur wenig mehr als die zeitliche Auflösung (1s/30 Einzelbilder = 0,033 s) des Messverfahrens. Die Abweichungen können daher vernachlässigt werden.

#### 4.7 Film *Niente da vedere niente da nascondere*, 1978

Schon bald nach der ersten Beschäftigung mit den Fragen um den veränderten Schaltmechanismus war offenkundig, dass ein – möglichst frühes – (Film-)Dokument von *PING PONG* wichtige Informationen zur ästhetischen Wirkung des Kunstwerks liefern könnte. Die dazu angestellten Nachforschungen verliefen zunächst erfolglos. Der 1968 von Ugo Nespolo in der Galeria Christian Stein gedrehte sechsminütige Film *BOETTINBIANCHENERO* zeigte leider keine Sequenz von *PING PONG*.<sup>36</sup>

Ein weiteres frühes Filmdokument konnte mit dem 1978 von Emidio Greco gedrehten sechzigminütigen programmatischen Dokumentarfilm *Niente da vedere niente da nascondere*<sup>37</sup> ausfindig gemacht werden.<sup>38</sup> Er zeigt in zwei Sequenzen das 1978 im Kunstmuseum Basel ausgestellte Kunstwerk in Funktion. Obwohl der Ausschnitt nur gut zehn Sekunden lang ist, stellt er eine wichtige Quelle dar:

#### Film *Niente da vedere niente da nascondere*, 1978

Sequenz	PING							PONG						
	An			Aus			Takt-dauer (s)	An			Aus			Takt-dauer (s)
	Minuten	Sekunden	Bilder	Minuten	Sekunden	Bilder		Minuten	Sekunden	Bilder	Minuten	Sekunden	Bilder	
<b>I</b>	0	1	15	0	2	7	<b>0,73</b>	0	2	7	0	3	1	<b>0,80</b>
	0	3	1	0	3	17	<b>0,53</b>	0	3	17	0	4	11	<b>0,80</b>
	0	4	11	0	4	24	<b>0,43</b>	0	4	24	0	5	19	<b>0,83</b>
	0	5	19	0	6	7	<b>0,60</b>							
<b>II</b>	0	7	5	0	7	27	<b>0,73</b>	0	7	27	0	8	21	<b>0,80</b>
	0	8	21	0	9	7	<b>0,53</b>	0	9	7	0	10	1	<b>0,80</b>
	0	10	1	0	10	14	<b>0,43</b>	0	10	14	0	11	9	<b>0,83</b>
	Mittelwert PING						<b>0,57</b>	Mittelwert PONG						<b>0,81</b>

**Mittelwert PING PONG 0,68 s**  
**Standardabweichung  $\sigma$  0,15 s**

<sup>36</sup> Ugo Nespolo wurde 1941 in Turin geboren. Alighiero e Boetti nennt ihn 1967 mit sich selbst und 14 anderen Künstlern in seinem bekannten Werk *Manifesto*. Mein Dank gilt Herrn Nespolo für die freundliche und großzügige Zusage seines Films auf DVD.

<sup>37</sup> Dt.: Nichts zu sehen, nichts zu verbergen.

<sup>38</sup> Freundlicher Hinweis von Frau Christiane Meyer-Stoll, Konservatorin am Kunstmuseum Lichtenstein.

### Taktdauer 1978

Mit einer durchschnittlichen Taktdauer von 0,68 Sekunden beträgt die Taktdauer von *PING PONG* nur 38 % des Wertes von 2001. Das heißt, dass *PING PONG* 1978 „fast dreimal so schnell“ war.

### Drehzahl Getriebeachse 1978

Aus der Taktzeit lässt sich analog zu 5.4. die Drehzahl der Getriebeachse berechnen. Sie beträgt ca.  $5,5 \text{ min}^{-1}$  und liegt damit fast genau in der Mitte zwischen den beiden in 5.2 berechneten Werten ( $5,1 \text{ min}^{-1}$  bei Leerlauf /  $5,75 \text{ min}^{-1}$  bei Nennlast). Damit kann jetzt mit großer Sicherheit davon ausgegangen werden, dass es sich bei dem so genannten Ersatzmotor um den ursprünglichen Motor handelt.

### Streuung der Taktzeiten 1978

Die Standardabweichung der 1978 gemessenen Taktzeiten beträgt 0,15 s. Damit steht sie im fast gleichen Verhältnis (43 %) zum Zustand 2001 wie bei den Taktzeiten. Das bedeutet, dass es sich bei der beobachteten Streuung um ein konstruktionsimmanentes Phänomen handelt und nicht um eine Abnutzungserscheinung.

## 4.8 Glühlampenfassungen

Die heute eingebauten Porzellanfassungen sind neu. Die zuvor eingebauten, etwa ein Zentimeter kleineren Fassungen wurden von Restauratoren der Tate Modern im Jahre 2005 wegen Funktionsstörungen ersetzt.<sup>39</sup>



Abb. 48

**PING, Rückwand**  
Neue und ersetzte Glühlampenfassung  
Abbildung aus dem Maßnahmenbericht  
der Tate Modern, Juli 2005

<sup>39</sup> Die Maßnahme erfolgte nach Absprache mit dem damaligen Direktor der *Sammlung Goetz*, Herrn Rainald Schumacher, und ist gut dokumentiert (vgl. Restaurierungsbericht 2005, Anhang 6). Die alten Fassungen sind dann mit der Leihgabe an die *Sammlung Goetz* zurückgegeben worden und werden dort aufbewahrt.

Zur Dokumentation des vorherigen Zustandes wurden die neuen Fassungen demon-  
tiert. In der Rückwand der beiden Leucht-  
kästen ist ein mit Graphitstift angezeichne-  
tes Befestigungsloch zu erkennen (Abb. 49).  
Weiter zeigen sich nicht nachgedunkelte  
Umrissse der vorher benutzten Fassung.  
Diese entsprechen in ihren Dimensionen  
den alten Fassungen. Damit können die  
alten Fassungen mit großer Wahrchein-  
lichkeit als ursprünglich angesehen werden.



Abb. 49

**PING, Rückwand**  
Schraubenloch und Umrissse  
der ursprünglichen Fassung

## 5 Zusammenfassung und Bewertung der Veränderungen am Schaltmechanismus

Mit dem wahrscheinlich Mitte der 1980er Jahre ausgetauschten Motor hat sich die Schaltfrequenz des Positionsschalters um nahezu den Faktor drei verringert und damit die Dauer der Leuchtintervalle verdreifacht: *PING PONG* war also ursprünglich fast dreimal so schnell.

Auch ohne Alighiero e Boettis Charakterisierung, *PING PONG* als „gestaltpsychologisches Phänomen“, das dabei aber auch sinnlich sei<sup>40</sup>, weiter zu interpretieren, kann diese „Verlangsamung“ als schwerwiegende Veränderung der ästhetischen Wirkung und damit der künstlerischen Aussage bewertet werden.

Eine weitere – nur vordergründig unerhebliche – Veränderung der ästhetischen Wirkung des Kunstwerks hat mit dem Ersatz der motorbetriebenen Schaltvorrichtung durch das elektronische Zeitrelais stattgefunden. Damit wurden die konstruktionsimmanenten kleinen Schwankungen der Dauer der Leuchtintervalle eliminiert. Diese „unvorhersehbaren“ Abweichungen vom Gleichtakt trugen bis dahin deutlich zur sinnlichen Qualität von *PING PONG* bei.<sup>41</sup>

Neben der Herstellung dieses etwas „peniblen“ Gleichmaßes der Schaltintervalle nimmt der Einsatz des elektronischen Zeitrelais dem Kunstwerk auch fast vollständig die akustischen Eigenschaften.

Das vorher neben dem Laufgeräusch des Motors noch deutlich wahrnehmbare „Klick-Klack“ des Positionsschalters ist verschwunden. Zwar besitzt das elektronische Zeitrelais noch immer auch ein mechanisches Relais; doch ungleich leiser, ist dieses bei geschlossenem Gehäuse kaum noch hörbar. Vor allem das – durch die direkte Verbindung des Schalters mit dem Gehäuse als Resonanzkörper noch verstärkte – Geräusch evozierte neben dem lautmalerischen Titel des Kunstwerks die Assoziationen zum Tischtennispiel.

Es ist nicht auszuschließen, dass der Einbau des neueren Motors mit Kenntnis Boettis stattfand. Doch beschränkte sich seine Mitwirkung laut Aussage von Frau Annemarie Sauzeau in derartigen Fällen offenbar nur auf sehr grundsätzliche Fragestellungen.<sup>42</sup>

---

<sup>40</sup> BANDINI 1973.

<sup>41</sup> Zu den „sinnlichen Qualitäten“ von Alighiero e Boettis Oeuvre und dem daraus abzuleitenden Abstand zu anderen Vertretern der *Arte Povera* und der Konzeptkunst: FÖRSCHL, EVE MARIA: *Alighiero e Boetti: Synchronizität und Interaktivität als künstlerische Strategie*, Diss., München 2000.

<sup>42</sup> Freundliche telefonische Auskunft von Frau Sauzeau, der ersten Ehefrau Boettis, am 9. Januar 2007.



Boetti sei an technischen Details wenig interessiert gewesen. Gerade bei *PING PONG*, das seit seiner Entstehung bis ins Jahr 1995 fast 30 Jahre im Besitz des Galeristen Christian Stein war, schloss Frau Sauzeau aus, dass über die Auswahl von Ersatzmotoren diskutiert worden wäre.

Leider war es trotz mehrfacher Anfragen nicht möglich, Herrn Stein zu diesem oder anderen in dieser Arbeit relevanten Themen zu befragen.

Auch dass der aufwändig produzierte, in enger Zusammenarbeit mit Boetti entstandene Film *Niente da vedere niente da nascondere* das Kunstwerk in einer so deutlich anderen Wirkung zeigt, lässt vermuten, dass die spätere Veränderung ohne Abstimmung mit Boetti durchgeführt wurde.

Vor diesem Hintergrund erschien die Wiederherstellung der ästhetischen Qualitäten des Zustandes vor dem Einsatz des neueren Motors wünschenswert.

## 6 Konzepte zur Wiederherstellung der ursprünglichen ästhetischen Wirkung von *PING PONG*

### 6.1 Elektronische Simulation

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, das spezifische Verhalten des Schaltmechanismus mit einer programmierbaren Mikroprozessorschaltung (sprich: eines Computers) nachzuahmen. Dabei würde der Schaltvorgang über eine geeignete Zufallsfunktion entsprechend der in den beiden Filmaufnahmen dokumentierten Unregelmäßigkeit gesteuert. Auch das parallel entstehende Schaltgeräusch könnte auf diese Weise imitiert und über einen Lautsprecher wiedergegeben werden.

Neben dem sicher erheblichen technischen und zeitlichen Aufwand, den die Entwicklung und Herstellung einer solchen Apparatur verursachen würde, spricht auch die schwierige „Wartbarkeit“ einer elektronischen Simulation gegen diese Lösung: Selbst mit ausreichender Dokumentation der Funktionsweise scheint es mehr als zweifelhaft, ob bei einem Ausfall des Systems ein Restaurator, der mit der elektronischen Schaltung nicht vertraut ist, diese schnell wieder in Betrieb setzen könnte.

Auch die unsichere zukünftige Verfügbarkeit dieser relativ schnell veraltenden Komponenten spricht gegen ihren Einsatz.

Letztlich ist jedoch die Frage nach der Angemessenheit einer solchen Maßnahme – vor allem im Hinblick auf die in *PING PONG* offensichtlich bewusste Verwendung „poverer Materialien“<sup>43</sup> – ausschlaggebend. Ein Einsatz von im Wortsinn „undurchschaubarer“ und vielleicht störungsanfälliger Computertechnik in einem Kunstwerk der *Arte Povera* erscheint unpassend und könnte daher allenfalls eine Notlösung darstellen.

---

<sup>43</sup> Der Begriff „povere Materialien“ (materiali poveri) wurde vom italienischen Kunstkritiker Germano Celant geprägt. Er bezeichnet damit in der bildenden Kunst bis dahin nicht oder wenig verwendete Materialien aus Alltag oder Natur. Auch in seiner Eindeutigkeit wird er benutzt:

Michael Diers, Professor für Kunstgeschichte an der Hochschule für bildende Künste in Hamburg, in einem Vortrag: „Filz ist ein armes, ein bezeichnend poveres Material und Naturprodukt in einer Nicht-Farbe, die dem Mittelalter als ‚geringe‘ und ‚leichte‘, da unbedeutende Kleiderfarbe der armen Leute galt.“

[<http://www.kunstaspekte.de/index.php?static=diskurs0508diers>] am 15. März 2006

Thomas Wagner, seit 1991 Redakteur für Bildende Kunst im Feuilleton der Frankfurter Allgemeinen Zeitung, in der Online-Ausgabe faz.net am 20.02.2005:

„... die Verwendung poverer Materialien, das Verlagern des Interesses vom Resultat auf den Vorgang, das Erklären von Dingen zu Kunst, das Aufsprengen des Dreiecks aus Atelier, Galerie und Museum.“

<http://www.faz.net/s/RubEBED639C476B407798B1CE808F1F6632/Doc~E4535D7C03EFA43BBBD85AF8335F8E641~ATpl~Ecommon~Scontent.html> am 15. März 2006

## 6.2 Rekonstruktion durch Umbau des bestehenden Schaltmechanismus

Wie dargestellt, führt genau die Kombination aus Spaltpolmotor, Nockenscheibe und Positionsschalter zu den spezifischen und erwünschten Eigenschaften des Schaltmechanismus. Es liegt daher nahe, eine solche Konfiguration auch heute wieder zum Betrieb der Schaltfunktion einzusetzen. Dabei erscheint die Verwendung des älteren Motors aus mehreren Gründen wünschenswert:

- Als ursprünglicher Teil des Kunstwerks ist er ein historisches Dokument, das seinen Platz im Kunstwerk hatte und integraler Bestandteil seiner technischen Funktion war.
- Eine separate Aufbewahrung im Depot birgt die – zwar geringe, jedoch grundsätzlich bestehende – Gefahr des Verlustes oder der ungenügenden Pflege.
- Auch aus funktionaler Sicht erfüllt der alte Motor die Aufgabe, die ursprüngliche sinnliche Qualität wiederzugeben, am Besten: Sein Getriebe weist genau das gewünschte, historische Übersetzungsverhältnis auf und die technischen Eigenschaften<sup>44</sup> folgen spezifischen, konstruktionsbestimmten Gesetzmäßigkeiten, die nur an Motoren dieses Typus in Erscheinung treten.
- Schließlich wäre es wahrscheinlich sehr schwierig einen neuen Motor zu finden, der zufällig genau diese Eigenschaften aufweist.

Zusammenfassend ergibt sich aus diesen Punkten die Forderung nach Verwendung des alten Motors. Gegen eine Verwendung des älteren Motors spricht der Verschleiß, dem dieser im Betrieb naturgemäß unterworfen ist. Jedoch kann die Verschleißfestigkeit des Motors im Verhältnis zu den anderen Komponenten des Kunstwerks (Gehäuse, Bemalung, Glasscheiben) als ausgesprochen hoch bewertet werden. Deshalb soll diese Abnutzung zugunsten der beschriebenen Authentizität in Kauf genommen werden.

Vorraussetzung dieser Maßnahme ist die Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit des älteren Motors. Nach den vorangegangenen Untersuchungen scheint dies mit relativ geringem Aufwand möglich.

---

<sup>44</sup> Diese sind vor allem in seiner „Betriebskennlinie“ ablesbar. Das heißt, das sich abhängig von der Belastung (wie zum Beispiel der „Schaltarbeit“) auch die Drehzahl auf eine bestimmte, charakteristische Weise verändern wird.

Die ursprüngliche Position des älteren Motors steht wegen der vorhandenen, jedoch nicht mehr genutzten Bohrlöcher in der Bodenplatte von *PING* zweifelsfrei fest. Ein Umbau des heute stillgelegten Schaltmechanismus unter Einbeziehung des älteren Motors würde daher zu einer dem ursprünglichen Zustand recht nahen Lösung führen können.

Neben der Ähnlichkeit zum ursprünglichen Zustand besteht ein weiterer Vorteil dieser Rekonstruktion in der weiteren Verwendung des vorhandenen Positionsschalters.

Nach der Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit kann der ältere Motor mittels des vorhandenen Halterungsblechs montiert werden. Er liegt dann – anders als der aufrecht montierte, neuere Motor – parallel zur Bodenplatte von *PING*. Das bedeutet allerdings, dass auch der Schalter abweichend zum heutigen Zustand montiert werden muss. Außerdem müsste natürlich auch der eingebaute (neuere) Motor ausgebaut oder zumindest versetzt werden.

Gegen einen derartigen Umbau sprechen verschiedene konstruktive Unzulänglichkeiten, die letztlich wohl zur Veränderung des ursprünglichen Zustandes geführt haben:

- Die aus einem einfachen Blechstreifen hergestellte Halterung des älteren Motors ist ungenau gefertigt, instabil und scheint durch die ständig wechselnde Belastung deformiert.
- Für Wartung oder Justierung muss jeweils der gesamte Mechanismus demontiert und neu ausgerichtet werden. Dies stellt eine mechanische Beanspruchung der einzelnen Komponenten und der nur acht Millimeter starken Bodenplatte dar.
- Das Fehlen von Justierungsmöglichkeiten für den Abstand zwischen Schalter und Nockenscheibe führte wohl dazu, dass der Hebel am Schalter von Hand und „nach Gefühl“ zurechtgebogen wurde. Die ungenaue Justierung fällt in der Filmaufnahme von 1978 durch das unsymmetrische Verhalten des Leuchtens auf.<sup>45</sup>

---

<sup>45</sup> Wie bereits dargelegt, führt eine falsche Justierung der Tastrolle des Schalters zu einer Bevorzugung eines Schaltzustandes. Darüber hinaus zeigen die so erzeugten Schaltintervalle auch deutlich weniger zeitliche Abweichungen. (Vgl. die Messwerte in 4.7): Die Takte von *PING* weisen eine hohe Standardabweichung auf, während *PONG* in nahezu konstanten Intervallen leuchtet.

Mit der beschriebenen Maßnahme würde der bestehende Zustand zerstört. Obwohl Alighiero e Boetti wahrscheinlich nicht unmittelbar in die Veränderung des Schaltmechanismus einbezogen war, fällt diese noch in seine Lebens- und Schaffenszeit. Dieser seit etwa 20 Jahren bestehende Zustand der Motorschaltung besitzt damit – auch im Verhältnis zu den 40 Jahren seit der Entstehung des Kunstwerks – den Rang eines historischen Dokumentes.

Mit dem heutigen Kenntnisstand lässt sich eine Mitwirkung Alighiero e Boettis an den besprochenen Veränderungen nicht mit Sicherheit ausschließen. Solange keine anders lautenden Quellen bekannt sind, macht vor allem diese Tatsache den heute auf uns gekommenen Zustand erhaltenswert.

Der Einbau des neueren Motors, die Gebrauchs- und Alterungsspuren an den Komponenten aber auch die „Festigungsmaßnahmen“ mit Heißkleber zeugen von einer häufigen Nutzung von *PING PONG*. Diese Spuren sind daher Teil der Geschichte des Kunstwerks und unterstreichen seinen Rang als ein wichtiges und durch häufige Ausstellung gewürdigtes Frühwerk der *Arte Povera*.

### **6.3 Umgang mit den elektronischen Zeitrelais**

Im Gegensatz zum oben bewerteten motorbetriebenen Schaltmechanismus erscheinen die erst in diesem Jahrzehnt eingebauten Komponenten weniger erhaltenswert:

- Ihre Funktionsweise verfremdet die Wirkung des Kunstwerks erheblich und sie müssen daher als unsachgemäß, dem Kunstwerk in seiner ästhetischen Integrität abträglich, bewertet werden.
- Sie stehen in keinem Zusammenhang zum Schaffen und Leben des Künstlers.
- Zwar belegen sie den jüngsten Abschnitt der Veränderungsgeschichte von *PING PONG* und zeugen von der ununterbrochenen Nutzung des Kunstwerks, doch führt dieser Umstand nicht zwingend dazu, sie – im Kunstwerk – erhalten zu müssen.
- Beide Komponenten können außerdem ohne Schaden für die ursprüngliche Substanz entfernt werden: Einzig die beim Einbau entstandenen Schraubenlöcher in der kaschierten Aluminiumfolie und der Bodenplatte bleiben als irreversible Spuren zurück.



Eine vom Kunstwerk getrennte Aufbewahrung im Depot der Sammlung erscheint daher – nach Dokumentation der mit ihnen zusammenhängenden Information – zulässig und angemessen.

#### **6.4 Rekonstruktion unter Erhaltung des bestehenden Schaltmechanismus**

Abschließend wird ein weiteres Konzept vorgestellt, bei dem die ursprüngliche Funktion des Schaltmechanismus wiederhergestellt würde. Dabei soll nicht versucht werden, die nur teilweise überlieferte ursprüngliche Konstruktion nachzuempfinden. Das Ziel besteht hingegen darin, die ästhetische Wirkung, die der Schaltmechanismus vor seinem Umbau bewirkt hatte wiederzuerlangen, wie sie im Filmdokument von 1978 bezeugt ist.

Aus den oben bereits dargestellten Gründen soll hierbei ebenfalls der ältere Motor verwendet werden.

#### **Positionsschalter**

Da eine Nutzung des ursprünglichen Schalters nur durch das „Ausschlachten“ des bestehenden Mechanismus möglich wäre, stellt diese Variante keinen zulässigen Weg dar.

Bei der Auswahl eines neuen Schalters müssen die gleichen Maßstäbe angelegt werden, wie bei der Diskussion um die Verwendung des älteren Motors:

- Die technischen Spezifikationen des Schalters (Schaltweg, Betätigungskraft, Hysterese<sup>46</sup>) sollen dem ursprünglich verwendeten möglichst ähnlich oder gleich sein.
- Auch ähnliche akustische Eigenschaften sind notwendig.

Vergleichbar zur Situation im Fall des Motors wird es auch hier schwer fallen, einen Positionsschalter aus moderner Produktion zu beschaffen.

In dieser schwierigen Lage kommt ein Glücksfall zu Hilfe: Im Verlauf der Recherchen zur Datierung des eingebauten ursprünglichen Schalters konnte vom italienischen

---

<sup>46</sup>Der Begriff der Schalthysterese beschreibt eine spezifische, konstruktionsbedingte Größe des Ansprechverhaltens eines elektrischen Schalters: Die Wegdifferenz zwischen dem Einschaltzeitpunkt beim Einschalten und dem Ausschaltzeitpunkt beim Ausschalten. Dieser Effekt lässt sich mit dem Kinderspielzeug „Knackfrosch“ anschaulich erläutern: Drückt man den „Frosch“ zusammen, springt an einem bestimmten Punkt das vorgespannte Stahlblatt in Form eines Kugelabschnittes mit einem lauten Knack in die dem Ruhezustand entgegen gesetzte Richtung. Beim Entspannen des Froschs springt das Stahlblatt nicht exakt am selben Punkt zurück, sondern erst etwas später. Die Wegdifferenz zwischen den beiden Knackpunkten entspricht der „Hysterese des Knackfroschs“.

Hersteller Electrica S.r.l., Mailand ein bis ins kleinste Detail identischer, durch seinen Aufdruck eindeutig ins Jahr 1963 zu datierender Positionsschalter bezogen werden.<sup>47</sup>

Da die Tastrolle des alten Schalters deutliche Abnutzungsspuren zeigt und diese Einfluss auf das Schaltverhalten haben, muss dem neuen Schalter eine künstliche Ungenauigkeit gegeben werden. Dazu sollen auf die Tastrolle sukzessive Schichten eines inerten und widerstandsfähigen Materials so aufgebracht werden, dass die Rolle schließlich ein ungleichmäßig ovales Profil zeigt.

### **Nockenscheibe**

Ein zum eingebauten Kettenrad identisches Bauelement ist wohl nicht zu beschaffen. Zwar handelt es sich um ein Normelement, jedoch sind an den erhältlichen Modellen verschiedene geometrische Größen (wie der Flankenwinkel der Zähne) unterschiedlich gestaltet. Die Auswirkung dieser Abweichungen auf das Schaltverhalten sind schwer vorherzusagen.

Weiterhin wären auch hier verschiedene, die Abnutzung simulierende Modifikationen (Verkleinern des Außendurchmessers, Abrunden der Zähne) vorzunehmen.

Alternativ zur Modifikation eines zu einer Nockenscheibe modifizierten Kettenrades ist die Anfertigung einer geeigneten Nockenscheibe möglich. Diese wäre zwar vergleichsweise aufwendig, doch würde eine neue Nockenscheibe den Schaltmechanismus sehr viel zuverlässiger werden lassen.

Zunächst soll jedoch die Verwendung eines modifizierten Kettenrades angestrebt werden. Sollte sich in der praktischen Erprobung eine Abweichung zum erwarteten Verhalten zeigen, wird einer Nockenscheibe angefertigt.

---

<sup>47</sup> Mein herzlicher Dank gilt Herrn Peter Schurli, Geschäftsführer der Elmero GmbH, dem deutschen Vertriebspartner von Electrica S.r.l.: Während eines unseren Gesprächen folgenden Besuchs bei Electrica fand Herr Schurli in einer alten Musterkiste den über 40 Jahre alten, jedoch neuwertigen Rollschalter vor. Er brachte ihn mit nach Deutschland und stellte ihn mir kostenlos zur Verfügung.

## Fazit

Die drei oben besprochenen Komponenten (Ursprünglicher Motor, identischer Schalter, Nockenscheibe) werden zu einer Schaltapparatur zusammengeführt, die neben der Erzeugung der ursprünglichen ästhetischen Wirkung folgende Eigenschaften hat:

- Der ursprüngliche Motor wird ohne verändert zu werden wieder in das Kunstwerk eingesetzt. Als historisches Dokument wird er unverfälscht bewahrt.
- Die Komponenten werden unabhängig voneinander auf einer gemeinsamen Bodenplatte aus befestigt. Dazu werden die bestehenden Befestigungselemente genutzt.
- Die Platte verfügt, neben den mit Gewinden versehenen Bohrungen zur Befestigung von Motor, Schalter und Rändelschraube, über Bohrungen zur Befestigung in *PING*. Diese Bohrungen sind so angebracht, dass die bereits bestehenden Löcher der Montage der entfernten elektronischen Zeitrelais wieder verwendet werden können.
- Er kann damit ohne Eingriff in die Substanz des Gehäuses sicher montiert und kann auch ohne Schäden wieder entfernt werden.
- Der Mechanismus ist justierbar. Das heißt die Lage der Tastrolle kann einfach und genau festgelegt werden. Die Einstellung bleibt während des Betriebs dauerhaft erhalten. Zur Pflege und Wartung bleibt der Mechanismus leicht zugänglich.
- Die Apparatur wird mit stabilen Materialien ausgeführt und ist als neu hinzugefügt gekennzeichnet.

## 7 Konzept ergänzender Restaurierungsmaßnahmen

### 7.1 Reinigung

Die beschriebenen Verunreinigungen der Oberfläche im Gehäuseinneren von *PING PONG* bergen verschiedene Risiken:

Hausstaub, aber auch kunstwerksimmanent entstehende Partikel wie Abrieb der elektromechanischen Komponenten oder Abrieb von Klebstoffen und Farbmitteln können reaktive Substanzen enthalten. Oberflächen, auf denen diese Partikel aufliegen, werden durch diese Substanzen geschädigt.

Viele der oben genannten Partikel können sich, über ihr Schadstoffpotential hinaus, hygroskopisch verhalten und im Zusammenhang mit wechselnder Luftfeuchte zu Korrosion von Metallen und der Bildung von festeren Schichten auf den Oberflächen führen. Auch flüchtige Schadstoffe können dort unter Umständen vermehrt gebunden werden. Dadurch erhöht sich das Gefährdungspotential dieser Schadstoffe. Flüchtige Schadstoffe können in Schmiermitteln der elektromechanischen Schaltmechanismen, der Holzwerkstoffe (Flachpressplatte) aber auch in Kunststoffen und Beschichtungsmaterialien vorhanden oder vorhanden gewesen sein.

Auf verschiedenen Kunststoffen sinken kleinere Partikel langfristig in die Oberfläche ein und können so nicht mehr entfernt werden. Dies kann außer der optischen Erscheinung auch die physikalischen Eigenschaften verändern.

Wie in 3.5 erwähnt scheint es möglich, dass die beschriebenen Korrosionserscheinungen der papierkaschierten Aluminiumfolie mit einer Schadstoffbelastung des Gehäuseinneren zusammen hängen.

- Um diesen Risiken zu begegnen, werden die Oberflächen des Gehäuseinneren einer Trockenreinigung unterzogen. Die mit jedem Reinigungsvorgang verbundene mechanische Einwirkung auf die zu reinigenden Komponenten wird durch die Wahl von geeigneten Werkzeugen auf das Mindestmaß beschränkt und kann – in Anbetracht des erzielten Nutzens – toleriert werden.

## 7.2 Festigung der kaschierten Metallfolie und des losen elektrischen Verbindungsmaterials

Dort wo die papierkaschierte Aluminiumfolie eingerissen und vom Träger abgelöst ist, besteht die Gefahr, dass der Umfang dieser Schäden bei jeder Bewegung des Kunstwerks zunimmt. Zur Vermeidung weiterer Schäden sind deshalb Festigungsmaßnahmen unbedingt erforderlich.

Diese müssen den Belastungen, die eine künftige museale Präsentation von *PING PONG* mit sich bringt, möglichst dauerhaft standhalten. Die Maßnahmen sollen möglichst reversibel, eine Erhaltung der Wiederkonservierbarkeit gewährleistend und unter Verwendung von stabilen und verträglichen Materialien durchgeführt werden.

Die genannten Ziele lassen sich mit folgenden Maßnahmen erreichen:

- Die teilweise abgelöste Folie wird ausgerichtet, geglättet und durch Klebung mit einem wieder lösbaren Klebstoff mit ihrem ursprünglichen Träger, der Flachpressplatte des Gehäuses verbunden. Auch wenn die vollständige Reversibilität der Maßnahme vielleicht nur theoretisch gegeben ist, so können durch die Auswahl eines wiederanlösbaren Klebstoffs zukünftig notwendig werdende Festigungsmaßnahmen durchführbar bleiben.
- Lose Kabel werden mechanisch verklammert, und so ihre Bewegung während Transport und Handhabung verhindert. Diese Maßnahmen werden nur dort durchgeführt wo Verbindungen zum Gehäuse ohne Veränderung möglich sind. Das heißt, dass keine Löcher für das Anbringen der Befestigungselemente in das Gehäuse gebohrt und keine Befestigungselemente angeklebt werden.

## 7.3 Restaurierung der Glühlampenfassungen

Die ursprünglichen Glühlampenfassungen wurden im Jahre 2005, bei der letzten Ausleihe an die Tate Modern, im dortigen Restaurierungsatelier ausgetauscht. Laut dem vorliegenden Maßnahmenbericht war die Funktion mit den alten Fassungen nicht mehr gewährleistet. Nach Absprache mit dem damaligen Direktor der Sammlung Goetz, Herrn Schumacher, wurde der Austausch vorgenommen. Wie vom Autor des Untersuchungsberichtes der Tate Modern vermutet, sind – bedingt durch Risse – drei von vier Messinggewindehülsen so stark deformiert, dass sich die Glühlampen nicht mehr vollständig einschrauben lassen. So kann keine Verbindung mehr zwischen Fußkontakt der Glühlampe und Kontaktfeder der Fassung hergestellt werden.



Weiter ist die Kontaktfeder der alten Fassungen gelocht. Diese zentrale Öffnung vereinfacht zwar die Montage der Fassungen, führt aber dazu, dass viele Glühlampen neuerer Bauart keinen Kontakt mehr herstellen können: Ihr Fußkontakt ist deutlich kleiner ausgebildet und kann so die Kontaktfeder nicht berühren.

Obwohl sich es sich bei den Glühlampenfassungen um für den Betrachter des Kunstwerks nicht sichtbare Komponenten handelt, sind ihre Restaurierung und der damit mögliche Wiedereinbau aus verschiedenen Gründen sinnvoll:

- Die Glühlampenfassungen sind mit hoher Wahrscheinlichkeit ursprünglich und als solche nicht nur ein historisches Dokument sondern auch Bestandteil des Kunstwerks.
- Durch die höhere Bauform der derzeitigen Fassungen ergibt sich ein geringerer Abstand der Glühlampen zur Glasscheibe. Es ist nicht auszuschließen, dass die damit veränderte Leuchtdichtevertelung eine Auswirkung auf die ästhetische Wirkung hat. In jedem Fall hat der geringere Abstand eine stärkere Erwärmung der Farbschichten auf den Glasscheiben zur Folge. Daher ist dem historischen Zustand auch aus konservatorischen Gründen der Vorzug zu geben.

Im Unterschied zur Einschätzung der Tate Modern halte ich die Glühlampenfassungen für mit überschaubarem Aufwand restaurier- und modifizierbar.

- Dazu werden die Messinggewinde ausgerichtet und die Risse durch Hartlöten mit Silberlot punktförmig gesichert. Auf die kreisförmige Öffnung der Kontaktzungen werden passend hergestellte Kupferstege aufgelötet.

Grundsätzlich ist der Einsatz von Lötungen in der Restaurierung abzuwägen: Löten ist kein reversibles Fügeverfahren.<sup>48</sup> Der hohe Wärmeeintrag führt zu irreversiblen Veränderungen in der Gefügestruktur der zu verbindenden Komponenten. Weiter bildet sich an der Lötstelle eine Diffusionszone aus, in die Moleküle des Lotes geringfügig in das Werkstück eindringen. Auch dadurch wird die ursprüngliche Zusammensetzung des Materials verändert. Schließlich reagiert die Oberfläche des Werkstücks während der Erhitzung mit Luftsauerstoff. Diese Oxidschicht führt neben einer optischen Veränderung zum Verlust der elektrischen Leitfähigkeit. Deshalb müsste sie im vorliegenden Fall durch eine Kombination aus chemischer Behandlung (dem so genannten Beizen) und mechanischem Abtrag mit einer Messingbürste entfernt werden.

---

<sup>48</sup> Die folgenden Ausführungen nach KREUTNER 2004.

Trotz der – aus konservatorischer Sicht betrachteten – Nachteile ist allein die Tatsache, dass eine Lötverbindung immer auch eine elektrische Verbindung herstellt, im vorliegenden Fall ein „schlagendes Argument“ für eine Lötung: Im Hinblick auf diese essentielle Eigenschaft treten diese Nachteile in den Hintergrund. Die geringfügige Veränderung der optischen Erscheinung und der Gefügestruktur sind bei der im montierten Zustand der Fassung fast unsichtbaren Messinghülse zu tolerieren.

#### 7.4 Ergänzung der Abdeckleiste

Seit dem Eingang des Kunstwerks in die *Sammlung Goetz* am 1. August 1995 fehlt bei *PONG* die Deckleiste des Glaseinschubs. Aus ästhetischen Gründen erscheint eine Rekonstruktion dieser Leiste wünschenswert:

Auch wenn je nach Hängungshöhe die Oberseite von *PING PONG* vom Betrachter nur in schrägem Winkel gesehen wird, fällt ihm das Fehlen der Leiste schnell auf. Die Fehlstelle wirkt als Schattenfuge und fügt so der optisch geschlossenen, glänzend bemalten Oberfläche ein störendes Element hinzu. (Vgl. Abb. 50)

Wenn *PONG* beleuchtet wird, ist abhängig vom Betrachtungswinkel durch den schmalen Schlitz ein Lichtschein zu sehen, der das Fehlen der Leiste besonders evident macht.



Abb. 50

*PING* mit Abdeckleiste



Abb. 51

*PING* ohne Abdeckleiste

Aus diesen Gründen wird der Anregung des Direktors der Sammlung Goetz, Dr. Stephan Urbaschek, gerne gefolgt und eine Rekonstruktion der fehlenden Leiste angefertigt. Die Rekonstruktion soll vom Betrachter nicht als solche erkannt werden. Mit einer einfach anzubringenden Datierung auf der – für den Betrachter des ausgestellten Kunstwerks nicht sichtbaren – Unterseite wird die Leiste für jeden *PING PONG* zukünftig untersuchenden Wissenschaftler leicht als spätere Ergänzung erkennbar.

## 8 Durchgeführte Maßnahmen

### 8.1 Restaurierung der Glühlampenfassungen<sup>49</sup>

Zunächst wurden die deformierten Gewindehülsen mit kunststoffummantelten Goldschmiedezeugen ausgerichtet.

Nach dem Ausrichten wurden alle Risse mit Silberlot<sup>50</sup> unter der Propangasflamme verlötet. Mit dem gleichen Lot wurden passend zugeschnittene und entgratete Kupferstege<sup>51</sup> auf die Kontaktzungen gelötet.

Nach dem Löten wurden dann die Werkstücke mit verdünnter, erwärmter Schwefelsäure<sup>52</sup> abgebeizt. Dabei lösten sich Oxidschichten und glasartige Rückstände des Flussmittels<sup>53</sup>.

Durch Bürsten mit Messingbürsten unter fließendem entmineralisiertem Wasser wurden alle verbliebenen Rückstände des Flussmittels und der Säure entfernt.



**Abb. 52 Gewindehülse der Glühlampenfassung**  
Nach dem Ausrichten, vor der Lötung



**Abb. 53 Gewindehülse der Glühlampenfassung**  
Nach der Lötung



**Abb. 54 Kontaktzunge der Glühlampenfassung**  
Nach dem Auflöten des Kupferstegs



**Abb. 55 Komplette Glühlampenfassung**  
Nach der Restaurierung und Modifikation

<sup>49</sup> Mein Dank gilt Herrn Egidius Roidl, Metallrestaurator am Bayerischen Nationalmuseum, München für die freundliche Erlaubnis, diese Arbeiten in den Restaurierungswerkstätten des Bayerischen Nationalmuseums durchführen zu dürfen.

<sup>50</sup> Werkstoff-Bezeichnung: B-Ag55ZnCuSn-630/660 (AG 103)

<sup>51</sup> Werkstoff-Bezeichnung: Cu-ETP

<sup>52</sup> 10 % in H<sub>2</sub>O

<sup>53</sup> Werkstoff-Bezeichnung: F-SH 1



## 8.2 Trockenreinigung

Alle Oberflächen im Innern der beiden Gehäuse wurden einer Trockenreinigung mit einem Museumsstaubsauger<sup>54</sup> unterzogen.

Um die mechanische Einwirkung auf die zu reinigenden Oberflächen möglichst gering zu halten, war die Staubsaugerdüse mit einer Bürste aus Ziegenhaar ausgerüstet.

Aus schwer zugänglichen Ecken und Spalten wurden die Verunreinigungen mit Hilfe eines zusätzlichen Ziegenhaar-Staubpinsels entfernt.

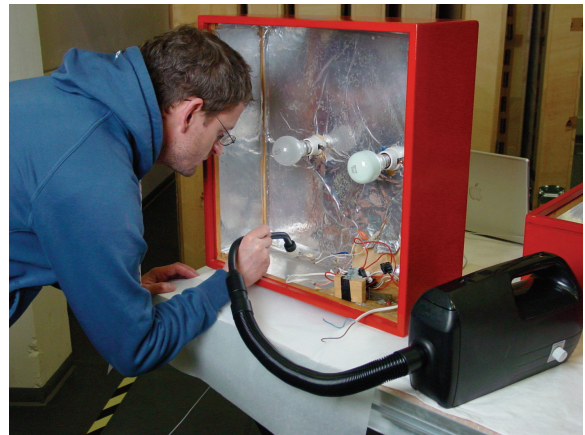


Abb. 56 Trockenreinigung des Inneren von *PING*

## 8.3 Festigung der kaschierten Metallfolie und losen elektrischen Verbindungsmaterials

Nach trockener Reinigung der Folienrückseite und der Gehäusewand mit einem Pinsel und dem Museumsstaubsauger wurde die Folie mit einem Falzbein aus Teflon geglättet. Dabei wurde die Folie durch einlegen zwischen zwei Hollytex<sup>®</sup>-Vliesen vor Beschädigung geschützt.

Zur Verklebung der Folie wurde Klucel<sup>®</sup> G<sup>55</sup>, 5%ig in Ethanol, verwendet, welches mittels eines Pinsels appliziert wurde. Bei ausreichender Klebekraft ist dieser Klebstoff sehr gut wieder anlösbar.

Bis zum Abbinden des Klebstoffs durch Verdunsten des Ethanols wurde die zu festigende Folie mit quarzsandgefüllten Säckchen beschwert.

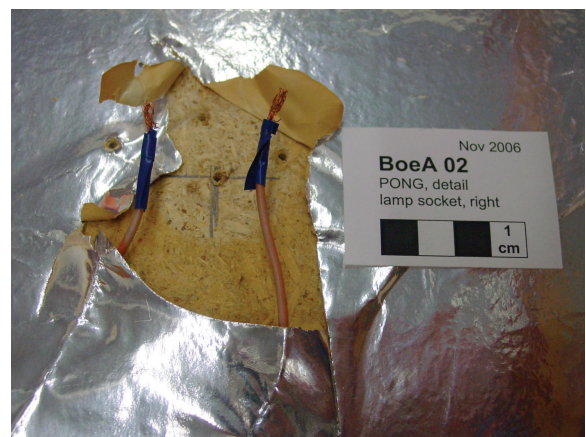
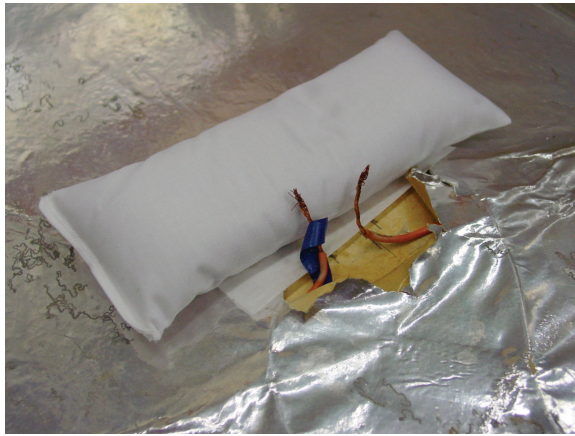


Abb. 57 *PONG*, Eingerissene und abgelöste Aluminiumfolie unter einer Glühlampenfassung  
Vor der Festigung

<sup>54</sup> Muntz-Museums-Staubsauger 555 MU E HEPA.

<sup>55</sup> Hydroxypropylcellulose



**Abb. 58** Eingerissene und abgelöste Aluminiumfolie unter einer Glühlampenfassung  
Während der Festigung



**Abb. 59** Eingerissene und abgelöste Aluminiumfolie unter einer Glühlampenfassung  
Nach der Festigung

### Loses elektrisches Verbindungsmaterial

Wo ohne Eingriffe in die Substanz möglich, wurden lose Kabel und andere lose Komponenten durch mechanische Befestigungen gesichert. Als Beispiel wird die elektrische Versorgung der Glühlampen in *PONG* dokumentiert.

Die bereits erwähnte Lüsterklemme ist dreipolig aufgebaut, benutzt jedoch nur zwei Anschlüsse. In den freien Pol konnte so ein dünner Kabelbinder<sup>56</sup> eingeführt werden, der das deutlich zu lange – aber ursprüngliche – Kabel nun sichert.



**Abb. 61** *PONG*, Loses Kabel vor Befestigung



**Abb. 62** *PONG*, Loses Kabel nach Befestigung

<sup>56</sup> Aus Polyamid 6.6 (Nylon) gefertigtes Befestigungselement.



#### 8.4 Ergänzung der Abdeckleiste

Die existierende Leiste an *PING* besteht vermutlich aus Nussbaumholz.<sup>57</sup>

Nussbaumholz zeigt eine feine Maserung, ist relativ hart, arbeitet wenig und ist gut zu bearbeiten. Es spricht daher nichts gegen eine materialidentische Ausführung der Rekonstruktion. Eine Leiste mit dem Profil 5x8 mm wurde mit Raspel und Schleifpapier weiter bearbeitet. Entsprechend der existierenden Deckleiste und durch Abgleich mit der zu schließenden Nut wurde die Leiste angepasst.

Nach Vergleich des Farbtones der Bemalung von *PING PONG* mit einer RAL-, einer Pantone- und einer HKS-Farbkarte wurde die Farbe „Signalrot“ (RAL 3001) als die ähnlichste identifiziert.

Handelsübliche Alkydharzlacke lassen sich in diesem Farbton anmischen und sind für die Beschichtung von Holz gut geeignet.<sup>58</sup>

Nach zwei Probeanstrichen war durch dreimaliges Beschichten mit dem leicht verdünnten Lack eine der erhaltenen Leiste sehr ähnliche Textur zu erreichen.

Abschließend wurden auf der Unterseite der Leiste mit einem harten Graphitstift die Datierung „2007“ und die Initialen „J.K.“ aufgebracht.



**Abb. 63** Sichtbare Seiten der Abdeckleisten  
Oben original; unten Ergänzung



**Abb. 64** Deckleisten in Seitenansicht  
Oben original; unten Ergänzung



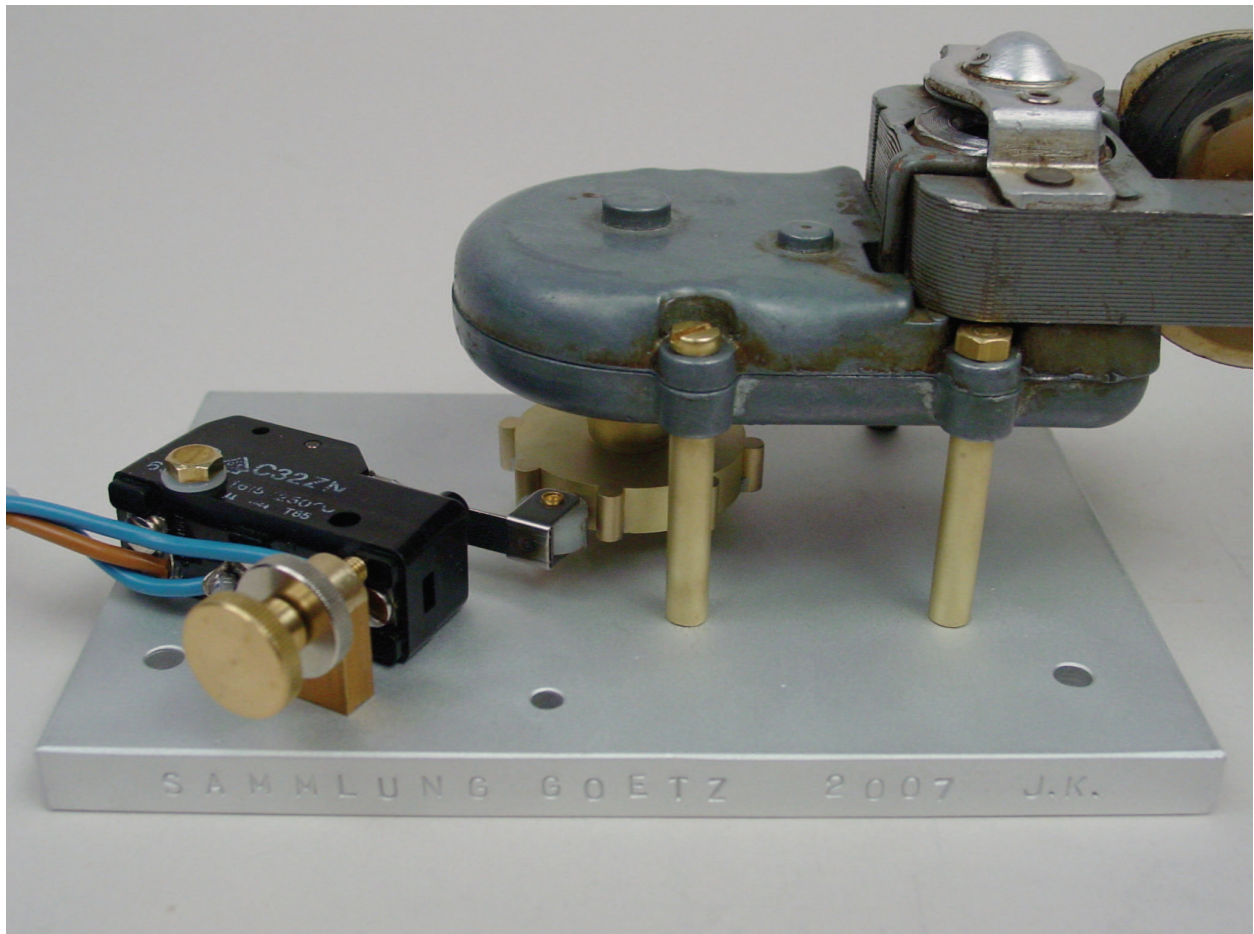
**Abb. 65** Unterseite der ergänzten Abdeckleiste  
Mit Graphitstift aufgebrachte Datierung

<sup>57</sup> Die Zuschreibung wurde aufgrund der makroskopischen Beurteilung des Porenbildes gewonnen. Das Holz wurde nicht weiter holzanatomisch untersucht.

<sup>58</sup> Verwendet wurde eine aromatenfreie Alkydlackfarbe auf Lösemittelbasis: Dyrup GORI COMPACT-BUNTLACK 4139.

## 8.5 Rekonstruktion und Einbau des Schaltmechanismus

Der erste Arbeitsschritt bei der Rekonstruktion des Schaltmechanismus bestand in der Reinigung des Getriebes des älteren Motors. Dazu wurden die Zahnräder des Getriebes in Siedegrenzbenzin 100/140 eingelegt und so das verharzte Schmiermittel erweicht. Mit einem Borstenstufpinsel konnten die Zahnräder dann vom zäh anhaftenden Schmiermittel befreit werden. Ergänzend wurde auch das Gehäuse des Getriebes mit Siedegrenzbenzin gereinigt. Vor dem Zusammenbau wurde das Getriebe mit einem Hochtemperaturfett<sup>59</sup> erneut geschmiert. Jetzt konnte die Anordnung der drei Komponenten (älterer Motor, Positionsschalter, feststellbare Justierschraube) des rekonstruierten Schaltmechanismus auf einer gemeinsamen Grundplatte aus Aluminium<sup>60</sup> festgelegt werden. Zum besseren Verständnis der nun folgenden Erläuterungen wird die fertig gestellte Rekonstruktion bereits hier abgebildet:



**Abb. 66** Rekonstruierter Schaltmechanismus auf gemeinsamer Grundplatte aus Aluminium  
Endgültiger Zustand

<sup>59</sup> CRC Hochtemperaturfett (EP-Lithium-Komplexseifen- Schmierfett)

<sup>60</sup> Werkstoff-Bezeichnung: AlMgSi1

Der Motor wird liegend montiert. Damit wird der ursprünglichen, durch das Halterungsblech und die nicht mehr benutzten Bohrlöcher in der Bodenplatte von *PING* überlieferten Anordnung gefolgt. So kann der direkt auf der Platte liegende Positionsschalter vom nach unten gerichteten Kettenrad betätigt werden.

Um den passenden Abstand des Motors von der Grundplatte und seine stabile Befestigung zu gewährleisten, ruht der Motor auf eigens angefertigten Messinghülsen und wird durch vier Messingschrauben mit der Grundplatte verbunden.

Der Positionsschalter ist nur mit einer Schraube an der Grundplatte befestigt. So kann er über die vor ihm montierte Rändelmutter genau justiert werden.

Nun wurde die Grundplatte mit den notwendigen Bohrungen zur Aufnahme der Komponenten und zu ihrer Befestigung auf der Bodenplatte von *PING* versehen.

Zunächst wurde die Konstruktion wie geplant mit einem neu gekauften Kettenrad ausgeführt. Es wurde dafür auf einer Drehbank geringfügig verkleinert und hatte dann die Maße des alten, in *PING* eingebauten Kettenrades. Die nach dem Probetrieb vorgenommenen Messungen ergaben jedoch, dass der Einsatz des neuen Kettenrades nicht zum gewünschten Schaltverhalten führte. Es war nicht möglich, den Positionsschalter so zu justieren, dass die durchschnittlichen Taktzeiten annähernd gleich lang sind ohne dass Schaltfehler auftraten.

### Schaltverhalten mit älterem Motor und neuem Kettenrad

Sequenz	<i>PING</i>						Takt-dauer (s)	<i>PONG</i>						Takt-dauer (s)	
	An			Aus				An			Aus				
	Minuten	Sekunden	Bilder	Minuten	Sekunden	Bilder		Minuten	Sekunden	Bilder	Minuten	Sekunden	Bilder		
<b>3418</b>	0	0	17	0	1	0	<b>0,43</b>	0	0	17	0	1	0	<b>0,43</b>	
	0	1	0	0	2	0	<b>1,00</b>	0	2	0	0	2	13	<b>0,43</b>	
	0	2	13	0	3	12	<b>0,97</b>	0	3	12	0	3	28	<b>0,53</b>	
	0	3	28	0	4	23	<b>0,83</b>	0	4	23	0	5	10	<b>0,57</b>	
	0	5	10	0	6	9	<b>0,97</b>	0	6	9	0	6	23	<b>0,47</b>	
	0	6	23	0	7	22	<b>0,97</b>	0	7	22	0	8	10	<b>0,60</b>	
	0	8	10	0	9	5	<b>0,83</b>	0	9	5	0	9	26	<b>0,70</b>	
	0	9	26	0	10	18	<b>0,73</b>	0	10	18	0	11	7	<b>0,63</b>	
	0	11	7	0	12	2	<b>0,83</b>	0	12	2	0	12	17	<b>0,50</b>	
	0	12	17	0	13	18	<b>1,03</b>	0	13	18	0	13	29	<b>0,37</b>	
	0	13	29	0	15	1	<b>1,07</b>								
	Ø						0,92	Ø						0,52	
<b>3419</b>	0	0	23	0	1	11	<b>0,60</b>	0	1	11	0	2	3	<b>0,60</b>	
	0	2	3	0	2	29	<b>0,87</b>	0	2	29	0	3	16	<b>0,57</b>	
	0	3	16	0	4	15	<b>0,97</b>	0	4	15	0	5	0	<b>0,50</b>	
	0	5	0	0	5	29	<b>0,97</b>	0	5	29	0	6	21	<b>0,73</b>	
	0	6	21	0	7	11	<b>0,67</b>	0	7	11	0	9	26	<b>2,50</b>	
	0	9	26	0	10	11	<b>0,50</b>	0	10	11	0	11	6	<b>0,83</b>	
	0	11	6	0	12	1	<b>0,83</b>	0	12	1	0	12	20	<b>0,63</b>	
	0	12	20	0	13	18	<b>0,93</b>	0	13	18	0	14	7	<b>0,63</b>	
	0	14	7	0	15	1	<b>0,80</b>								
		Mittelwert <i>PING</i>						0,79	Mittelwert <i>PONG</i>						0,64

Vier "Aussetzer"  
(Diese sind in Ø-  
und σ-Berechnung  
nicht enthalten)

Standard-  
abweichung σ  
0,20 s



Aus diesem Grund wurde die schon in der Konzeptphase erwogene Fertigung einer größeren Nockenscheibe verfolgt. Mit ihr ist aufgrund ihrer größeren Dimensionen ein größerer Schaltweg zu realisieren.

So ist der Positionsschalter deutlich zuverlässiger zu justieren und der Verschleiß der Tastrolle bleibt sehr viel geringer. Im Hinblick auf die gewünschte Ausstellungsfähigkeit des Kunstwerks schien der mit der Herstellung der Nockenscheibe verbundene Aufwand gerechtfertigt.

In Zusammenarbeit mit Herrn Dipl.-Ing. Sven Mader, dem mein Dank für seine freundliche und großzügige Unterstützung gilt, wurde das neue Nockenrad entworfen und gefertigt.

Da ausschließlich analog gesteuerte Werkzeugmaschinen, jedoch auch ein Teilapparat für die Fräsmaschine zur Verfügung standen, bot sich an die Nockenscheibe wie folgt zu realisieren: Die acht Nocken bestehen aus 4 mm starken Bronzestiften, die in passende Ausfräsungen einer sonst glatten Scheibe gelötet werden. Ausgehend von dem Stiftdurchmesser und einem gewünschten Schalhub von 3 mm ergibt sich geometrisch ein kleinstmöglicher Durchmesser der Nockenscheibe von 35,5 mm.

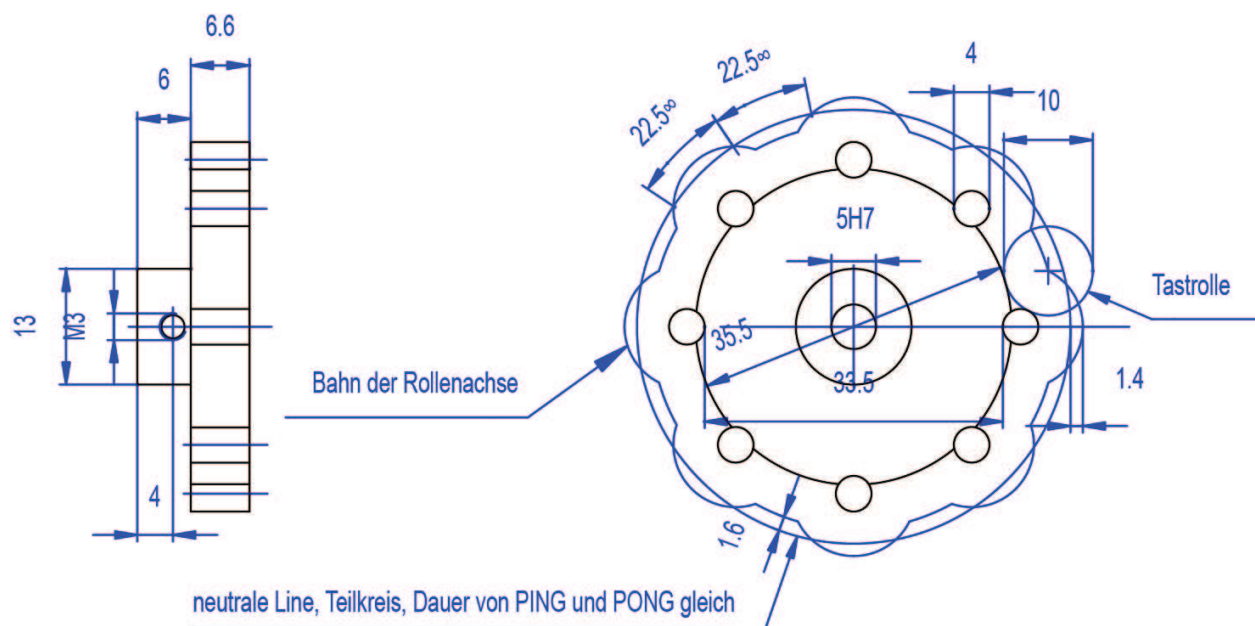


Abb. 67

Konstruktionszeichnung Nockenscheibe  
Ausschnitt

Zunächst wurde die Scheibe mit ihrem Befestigungsflansch aus einer Bronzewelle<sup>61</sup> herausgedreht.

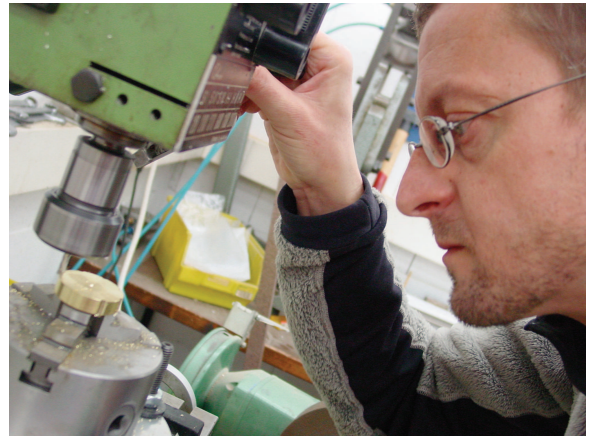
Mit einem auf der Fräsmaschine angebrachten Teilapparat wurden die im Winkel von  $22,5^\circ$  auf der Scheibe anzubringenden Vertiefungen für die Nocken ausgefräst.

Diese Ausfräsungen wurden verzinkt. Mit einer einfachen Hilfskonstruktion aus einer Stahlfeder wurden die Bronzestifte nun für den Lötvorgang in Position gebracht.

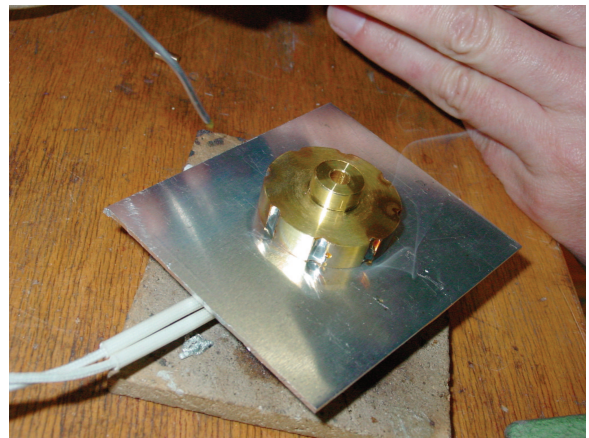
Danach wurde die Hilfskonstruktion mitsamt der Nockenscheibe auf einem Heizelement erhitzt. Nach Erweichen des Lotes hat die vorgespannte Feder die Stifte an ihre Position gezogen.

Abschließend wurde das Werkstück überdreht, überschüssiges Lot mit einem Skalpell entfernt.

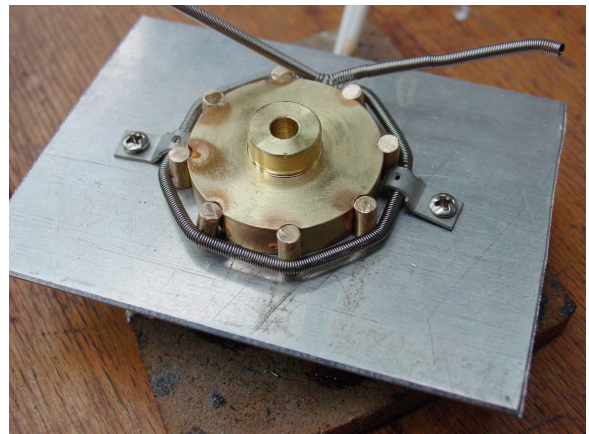
Vor der abschließenden Montage wurde die Bodenplatte mit der Beschriftung versehen und allen neu gefertigten Komponenten eine einheitliche Oberflächengestaltung gegeben: Durch Strahlen mit Glasperlen sind Bodenplatte, Abstandshalter, Justiervorrichtung und Nockenscheibe auch optisch von den historischen Bestandteilen des Mechanismus zu unterscheiden.<sup>62</sup>



**Abb. 68** Fertigung der neuen Nockenscheibe  
Fräsen der Aussparungen mit dem Teilapparat



**Abb. 69** Fertigung der neuen Nockenscheibe  
Verzinnen der Ausfräsungen



**Abb. 70** Fertigung der neuen Nockenscheibe  
Vorbereitete Nockenscheibe

<sup>61</sup> Werkstoff-Bezeichnung: CuZn39Pb2

<sup>62</sup> Alle Fertigungsschritte (Grundplatte, Nockenscheibe, Justiermechanismus) fanden in der Werkstatt von Herrn Dipl.-Ing. Sven Mader, Gauting, statt. Für die Erlaubnis zur Benutzung der Strahlkabine und verschiedenen Werkzeugen danke ich Herrn Egidius Roidl, Bayerisches Nationalmuseum, München.



Durch sukzessives Aufkleben<sup>63</sup> von schmalen Tyvek<sup>®</sup>-Schichten<sup>64</sup> auf den halben Umfang der Tastrolle wurde jetzt eine künstliche Unrundheit gegeben. Das Profil der Rolle ist nun oval. (Abb. 71)

Nach dem Abtrocknen jeder neu verklebten Lage wurde das Schaltverhalten erneut gemessen.

### Taktzeiten mit älterem Motor und neuer Nockenscheibe

Sequenz	PING						Takt-dauer (s)	PONG						Takt-dauer (s)	
	An			Aus				An			Aus				
	Minuten	Sekunden	Bilder	Minuten	Sekunden	Bilder		Minuten	Sekunden	Bilder	Minuten	Sekunden	Bilder		
<b>3458</b>	0	0	21	0	1	11	<b>0,67</b>	0	1	11	0	1	29	<b>0,60</b>	Ohne Unrundheit der Tastrolle
	0	1	29	0	2	21	<b>0,73</b>	0	2	21	0	3	10	<b>0,63</b>	
	0	3	10	0	4	0	<b>0,67</b>	0	4	0	0	4	19	<b>0,63</b>	
	0	4	19	0	5	10	<b>0,70</b>	0	5	10	0	6	1	<b>0,70</b>	
	0	6	1	0	6	19	<b>0,60</b>	0	6	19	0	7	8	<b>0,63</b>	
	0	7	8	0	7	29	<b>0,70</b>	0	7	29	0	8	18	<b>0,63</b>	
	0	8	18	0	9	8	<b>0,67</b>	0	9	8	0	9	28	<b>0,67</b>	
	0	9	28	0	10	18	<b>0,67</b>	0	10	18	0	11	7	<b>0,63</b>	
	0	11	7	0	11	28	<b>0,70</b>	0	11	28	0	12	17	<b>0,63</b>	
	Mittelwert PING						0,68	Mittelwert PONG						0,64	Standard- abweichung <b>0,037 s</b>
<b>3462</b>	0	0	14	0	1	11	<b>0,90</b>	0	1	11	0	1	29	<b>0,90</b>	Mit Unrundheit der Tastrolle
	0	1	29	0	2	18	<b>0,63</b>	0	2	18	0	3	6	<b>0,60</b>	
	0	3	6	0	4	0	<b>0,80</b>	0	4	0	0	4	16	<b>0,53</b>	
	0	4	16	0	5	7	<b>0,70</b>	0	5	7	0	5	25	<b>0,60</b>	
	0	5	25	0	6	17	<b>0,73</b>	0	6	17	0	7	4	<b>0,57</b>	
	0	7	4	0	7	29	<b>0,83</b>	0	7	29	0	8	17	<b>0,60</b>	
	0	8	17	0	9	5	<b>0,60</b>	0	9	5	0	9	24	<b>0,63</b>	
	0	9	24	0	10	18	<b>0,80</b>	0	10	18	0	11	4	<b>0,53</b>	
	0	11	4	0	11	30	<b>0,87</b>								
	Mittelwert PING						0,76	Mittelwert PONG						0,62	Standard- abweichung <b>0,130 s</b>
<b>Mittelwert PING PONG gesamt: 0,68 s</b>															

Abschließend (siehe Sequenz „3462“) wurde eine Standardabweichung von 0,13 s bei einem Mittelwert von 0,68 s ermittelt.

Damit zeigen die gemessenen Taktzeiten des rekonstruierten Schaltmechanismus Mittelwerte und Standardabweichungen, die dem im Film *Niente da vedere niente da nascondere* von 1978 dokumentierten sehr ähnlich sind. Der Mittelwert der Taktzeiten ist zufällig<sup>65</sup> sogar identisch.

Damit kann die Rekonstruktion als gelungen bezeichnet werden.

<sup>63</sup> Paraloid B 72 in Aceton. Die Oberfläche der Tastrolle wurde zuvor negativ auf Löslichkeit in Aceton geprüft.

<sup>64</sup> Textil aus thermisch verschweißten Hochdruckpolyethylen-Fasern (HDPE), DuPont<sup>®</sup>.

<sup>65</sup> Zufällig deshalb da die rechnerische Ungenauigkeit aus dem Messverfahren 0,03s beträgt.

Die im linken Bereich der Bodenplatte von *PING* befindlichen elektronischen Schaltmechanismen aus dem Jahre 2001 wurden nun vollständig demontiert. Beide werden in Zukunft getrennt vom Kunstwerk deponiert. Der rekonstruierte Schaltmechanismus konnte nun eingebaut werden. Dabei wurden die Schrauben zur Befestigung der Aluminium-Grundplatte gleichzeitig zur Befestigung zweier Lüsterklemmen benutzt (Abb. 65).

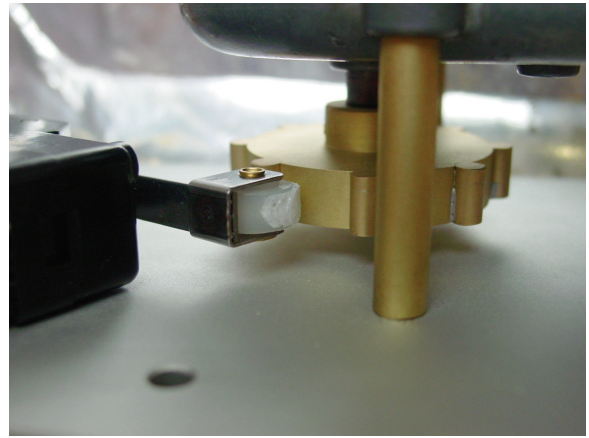


Abb. 71

Tastrolle mit aufgeklebten Tyvek®-Streifen

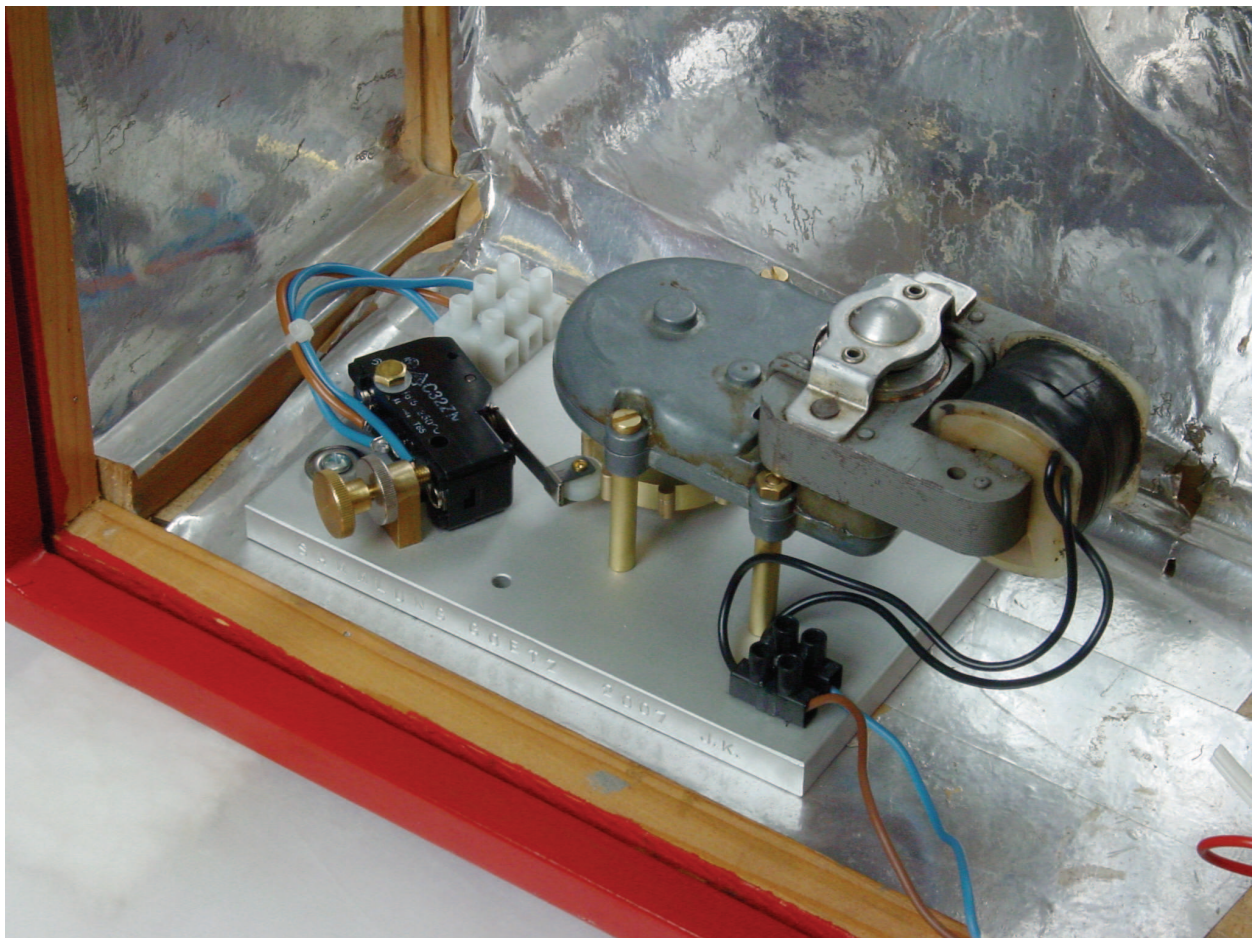


Abb. 72

PING, eingebauter rekonstruierter Schaltmechanismus

## 9 Fazit

Neben verschiedenen, rein den Bestand sichernden konservatorischen Maßnahmen, konnte durch die Rekonstruktion des Schaltmechanismus die geringe – aber bei aufmerksamer Betrachtung deutlich wahrnehmbare – Abweichung vom Gleichtakt wieder hergestellt werden. Dies hat dem Kunstwerk *PING PONG* von Alighiero e Boetti seine ursprüngliche ästhetische Wirkung wieder gegeben.

Durch den – vollständig reversiblen – Aufbau dieser Rekonstruktion aus ursprünglichen Komponenten wurde historische Substanz erhalten und so der Bedeutung des Kunstwerkes als geschichtlichem Dokument Rechnung getragen.

Am Beispiel von *PING PONG* hat sich gezeigt, dass auch bei der Restaurierung von Kunstwerken, die sich laut kunsthistorischer Definition „einem materiellen Ewigkeitsanspruch“ entziehen und „prozesshafte Vergänglichkeit“ implizieren<sup>66</sup>, eine sorgfältige und interdisziplinäre Forschung zur Klärung der Werkgeschichte unverzichtbar ist: Zu ihr gehört eine (kunst-)technologische, materialwissenschaftliche Untersuchung genauso wie eine differenzierte Bewertung aller zugänglichen Quellen. Nur so kann eine möglichst lückenlose Kenntnis der Genese des vom Restaurator vorgefundenen Zustandes gewonnen werden.

Erst die Kenntnis der Werkgeschichte versetzt den Restaurator in die Lage die grundsätzlich möglichen restauratorischen Eingriffe richtig zu bewerten und mit den geeigneten Eingriffen die Lesbarkeit des Kunstwerks zu erhöhen oder wieder herzustellen.

---

<sup>66</sup> Zitat aus dem Eintrag zur Ausstellung *Arte Povera. Arbeiten und Dokumente aus der Sammlung Goetz 1958 bis heute* auf der Homepage der *Sammlung Goetz*.  
<http://www.sammlung-goetz.de/index2.php?lang=de&pn=exh&m=archiv> vom 14. März 2007.



## 10 Hinweise zur künftigen Ausstellung des Kunstwerkes

### 10.1 Begrenzung der Laufzeit

Wie bereits in 6.2. dargelegt, unterliegt der Antriebsmotor einer Abnutzung.

Um die zukünftige weitere Abnutzung möglichst gering zu halten, wird unbedingt empfohlen, das Kunstwerk nur mit einer geeigneten Schaltungsvorrichtung (Bewegungsmelder mit Zeitbeschränkungs-Funktion) auszustellen.

Diese Schaltungsvorrichtung soll so eingestellt sein, dass die Stromversorgung nur eingeschaltet wird wenn ein Besucher vor das Kunstwerk tritt. Weiter soll auch ein sofortiges Wiedereinschalten durch einen unmittelbar folgenden Besucher verhindert werden.

Auf diese Weise lässt sich ein mehr oder weniger durchgängiges Arbeiten des Antriebsmotors einfach verhindern.

### 10.2 Begrenzung der Erwärmung

Um die Erwärmung des Inneren von *PING PONG* möglichst gering zu halten wird empfohlen, darauf zu achten, nur Glühlampen in der jeweils kleinsten erhältlichen Wattzahl (25W) zu verwenden.

### 10.3 Glühlampentypen

Es wird empfohlen handelsübliche, **mattierte** Glühlampen zu verwenden um ein Durchscheinen der Glühwendel zu verhindern.

## 11 Literatur

BANDINI 1973

Bandini, Mirella: Interview mit Alighiero Boetti, in: Ausstellungskatalog Alighiero Boetti 1965-1994, Wien 1997. S. 201.

BÄTZNER 1995.

Bätzner, Nike (Hrsg.): *Arte Povera – Manifeste, Statements, Kritiken*. Dresden/Basel 1995.

BÄTZNER 2000

Bätzner, Nike: *Arte Povera*, Nürnberg 2000.

CORZO 1999

Corzo, Miguel Angel (Hrsg.): *Mortality Immortality? The legacy of 20th-century art*, Los Angeles 1999.

FÖRSCHL 2001

Förschl, Eve Maria: *Alighiero e Boetti: Synchronizität und Interaktivität als künstlerische Strategie*. Dissertation, München 2000.

FOUNDATION FOR THE CONSERVATION OF MODERN ART 2005

Foundation for the Conservation of Modern Art: *The Decision-making Model for the Conservation and Restoration of Modern and Contemporary Art*, in: Hummelen, Ijsbrand/ Sillé, Dionne (Hrsg.): *Modern Art: Who cares?*, London 2005. S. 164ff.

GOETZ/SCHUMACHER 2001

Goetz, Ingvild/Schumacher, Rainald (Hrsg.): *Arte Povera from the Goetz Collection*, München 2001.

KREUTNER 2004

Kreutner, Joachim: *Löten in der Restaurierung*, Semesterarbeit 2004, Technische Universität München, Lehrstuhl für Restaurierung, Kunsttechnologie und Konservierungswissenschaft, unpubliziert.

OLIVA 1973

Oliva, Achille Benito: Alighiero Boetti, Mailand 1973, Interview (dt.) in: Ausstellungskatalog Alighiero Boetti 1965-1994, Wien 1997. S. 211.

PASSONI HEGYI PIJAUDIER 1997

Riccardo Passoni, Lóránd Hegyi, Joelle Pijaudier: Vorwort zum Katalog in: Ausstellungskatalog Alighiero Boetti 1965-1994, Wien 1997. S. 9.

SCHAMP 2000

Schamp, Matthias: Stichwort „*Arte Povera*“ in: *Metzler Lexikon Kultur der Gegenwart*, Stuttgart, 2000. S. 36.



## 12 Anhang

### 12.1 Verzeichnis der Anhänge

Anhang 1	Bestätigung über den Ankauf durch Christian Stein 1966, Kopie
Anhang 2	Verzeichnis der Ausstellungen
Anhang 3	Diverse Zustandsberichte und –protokolle, Kopien
Anhang 4	<i>Archivio Alighiero e Boetti: Authentizitätszertifikat PING PONG</i>
Anhang 5	Restaurierungsbericht der Tate Modern 2005
Anhang 6	Konstruktionszeichnung der Nockenscheibe

Die hier aufgeführten Anhänge sind nur den beiden Exemplaren der Arbeit beigefügt, die am 27.03.2007 eingereicht wurden.