

# „Plastiktüten“

Studien zum Erhalt von Polyethylentrageetaschen an  
den Fahrrädern von Andreas Slominski

von

Katharina S. Haider

Diplomarbeit an der  
Technischen Universität München  
Lehrstuhl für Restaurierung,  
Kunsttechnologie und  
Konservierungswissenschaft

Betreuer:  
PD Dr. Heike Stege  
Prof. Erwin Emmerling



## **Abstract**

Vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit Konservierungs- und Restaurierungsmöglichkeiten für Polyethylentragetaschen anhand von Tüten, die in der Werkgruppe der Fahrräder (1991 bis vor 2005) von Andreas Slominski verwendet wurden. Möglichkeiten für ihre präventive Konservierung und Restaurierung werden vorgeschlagen, die Reproduktion von Tüten wird kritisch diskutiert. Die Arbeit umfasst neben einem werkstoffkundlichen Teil zu Polyethylentragetaschen, FT-IR-spektrometrische Untersuchungen von Polyethylenfolien, die Prüfung der Zugfestigkeit gealterter Tüten, Versuche zur Klebbarkeit von PE-Folien und eine Überprüfung des Verbunds in der Ebene der Klebungen. Es wird gezeigt, dass gealterte Tüten aus Polyethylen mit Klebstoffen, die in der Restaurierung verbreitet sind, geklebt werden können, sofern die Belastung der Folie in der Ebene der Klebung erfolgt.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Andreas Slominski und sein Werk</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Werkgruppe Fahrräder</b>	<b>21</b>
3.1	Bedeutung des Herrenfahrrads für die aktuelle Kunst . . . . .	30
3.2	Ausgewählte Fahrräder: Beschreibung und Erhaltung . . . . .	40
3.2.1	Herrenfahrrad . . . . .	40
3.2.2	Tandem . . . . .	46
<b>4</b>	<b>Polyethylentragetaschen</b>	<b>59</b>
4.1	Ursprung/Name . . . . .	59
4.2	Literatur . . . . .	61
4.3	Entwicklung von Polyethylentragetaschen als Packmittel . . . . .	63
4.3.1	Tütenformen . . . . .	67
4.4	Verwendung von Tragetaschen im Alltag und in der Kunst . . . . .	69
4.5	Herstellung und Verarbeitung von Polyethylentragetaschen . . . . .	74
4.5.1	Polyethylen als Rohprodukt . . . . .	75
4.5.2	Additive . . . . .	83
4.5.3	Folienproduktion . . . . .	87
4.5.4	Aktivierung . . . . .	88
4.5.5	Bedrucken . . . . .	90
4.5.6	Industrielle Klebung . . . . .	92
4.5.7	Schweißen und Heißsiegeln . . . . .	93
4.6	Alterung von Polyethylen(-Tragetaschen) . . . . .	95
<b>5</b>	<b>Diskussion zum Umgang mit den Tüten bei Andreas Slominski</b>	<b>107</b>
5.1	Haltung des Künstlers . . . . .	107
5.2	Prävention . . . . .	108
5.3	Konservierung . . . . .	109
5.4	Restaurierung . . . . .	110
5.5	Reproduktionen . . . . .	111
5.6	Vergleiche mit anderen Restaurierungen . . . . .	115

<b>6</b>	<b>Vorgeschlagene Maßnahmen</b>	<b>117</b>
6.1	Prävention . . . . .	117
6.2	Konservierung und Restaurierung . . . . .	118
6.3	Reproduktionen . . . . .	119
<b>7</b>	<b>Versuche</b>	<b>121</b>
7.1	Erstellen einer Sammlung von FT-IR-Referenz-Spektren . . . . .	121
7.2	Prüfung der Schälfestigkeit von Klebstofffolien auf PE . . . . .	130
7.3	Prüfung der Zugbelastung von Verklebungen . . . . .	131
7.4	Untersuchung der Zugfestigkeit einer Tüte und Festigung . . . . .	138
7.5	Sicherung von zerfallenden Tüten . . . . .	142
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>147</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>152</b>
	<b>Bildnachweis</b>	<b>159</b>
	<b>Ausstellungen und kulturelle Auftritte von Plastiktüten</b>	<b>163</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>167</b>
A.1	Werkgruppe Fahrräder . . . . .	167
A.2	Aufdrucke auf den Tüten des Herrenfahrrades . . . . .	168
A.3	Herrenfahrrad im Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main .	171
A.4	Kinderfahrrad im Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main .	173
A.5	Tandem der Adolf-LUTHER-Stiftung . . . . .	174
A.6	Klapprad der Sammlung GOETZ . . . . .	175
A.7	Dokumente SLOMINSKI . . . . .	177
A.7.1	Brief BROSKA-SLOMINSKI zur ersten Tütenreproduktion am Tandem	177
A.7.2	Fragebogen GÜNTZEL/RESCHKE . . . . .	178
A.7.3	Fragebogen zur Entstehung und Alterung des Herrenfahrrads . . . .	179
A.8	In Versuchen verwendete Tüten . . . . .	181
A.9	Verwendete Produkte . . . . .	183
A.10	Probeaufstriche auf PE-Folie für den Cross-cut test . . . . .	186
A.11	Beobachtungen beim Cross-cut Test . . . . .	188
A.12	Zugversuche . . . . .	189
A.12.1	Norm für die Bestimmung der Zugfestigkeit . . . . .	189
A.12.2	Vorbereitung der Zugversuche . . . . .	191
A.12.3	Protokoll zu den Zugversuchen . . . . .	193
A.13	Kunststoffbestimmungstests nach WAENTIG . . . . .	196
A.14	Kontakte . . . . .	197

# 1 Einleitung

Den Anstoß, sich mit dem Erhalt von Polyethylentragetaschen an Kunstwerken auseinander zu setzen, gaben zwei Arbeiten von Andreas SLOMINSKI aus der Werkgruppe der Fahrräder (1991 bis vor 2005). Es handelt sich um ein Herrenfahrrad von 1991 im Besitz des Museums für Moderne Kunst (MMK) in Frankfurt am Main und um ein Tandem von 1994 im Besitz der Adolf-LUTHER-Stiftung, Krefeld. Die Fahrräder sind mit zahlreichen Gepäckstücken und Tüten beladen. Die Plastiktüten, die an diesen Rädern hängen, sind durch Licht, Sauerstoff und durch das Gewicht ihres Inhalts so geschädigt, dass sie schon bei leichter Bewegung abreißen werden bzw. bereits abgerissen sind. Da am Herrenfahrrad des MMK, der ersten Arbeit aus dieser Werkgruppe, noch alle Tüten in ihrer originalen Montage erhalten sind, Schäden wie aufgeplatzte Nähte und Knicke, eingerissene Henkel oder zerschlissene Ränder jedoch zunehmen, sollen besonders Möglichkeiten zum Erhalt der Tüten am Herrenfahrrad erarbeitet werden.

Polyethylen (Kurzzeichen PE), aus dem Tragetaschen hergestellt werden, ist ein vergleichsweise junges Material, das erst nach dem Zweiten Weltkrieg in größerem Umfang für zivile Zwecke genutzt wurde. Für die Herstellung von Tragetaschen wird es seit den frühen 1960er Jahren verwendet. In Tragetaschen kommen heute die drei Typen LDPE (low density polyethylene), HDPE (high density polyethylene) und LLDPE (linear low density polyethylene) zum Einsatz. Aus HDPE wird die sog. Raschelware produziert, z. B. dünne Gemüsetüten. Tüten, die vorwiegend in Kaufhäusern ausgegeben werden, bestehen aus LDPE oder Mischungen von LDPE und LLDPE. Ihre unerwünschte Langlebigkeit an Stränden oder in Baumkronen gaben den Plastiktüten das Image der Unverwüstlichkeit. Ihre Empfindlichkeit gegenüber Licht und Sauerstoff blieb lange unbeachtet, da die Gebrauchsdauer von Plastiktüten im Alltag mit dem Erwerb im Laden nahezu beendet ist. Bei einem Preis von wenigen Eurocent pro Tüte spielen Reparaturen von Tüten im Alltag keine Rolle. Wenn bei Produkten aus Polyethylen Dauerhaftigkeit und UV-Beständigkeit erforderlich ist, wird das Material mit UV-Schutzmitteln versehen. Bei Billigprodukten wie Polyethylentragetaschen wird auf die Zugabe dieser vergleichsweise teuren Additive verzichtet.

An den Tüten der Fahrräder von Andreas SLOMINSKI ist zu beobachten, dass Tüten aus PE-Folien, die nur einige Hundertstel Millimeter dick sind, innerhalb von weniger als 20 Jahren ihre Festigkeit verlieren, verspröden und brechen. Außer Andreas SLOMINSKI verwenden zahlreiche andere Künstler Plastiktüten für Skulpturen, in Collagen und in kinetischen Kunstwerken, in denen Tüten durch Luftzug bewegt werden. Auch Bekleidungsstücke und Accessoires werden aus Tüten gefertigt. Zerfallende Polyethylentüten an

## 1 Einleitung

Kunstwerken stellen Restauratoren vor Herausforderungen. Versuche zur Konservierung von Polyethylentragetaschen scheinen bisher nicht stattgefunden zu haben.

Wegen seiner unpolaren Eigenschaften kann Polyethylen nur schlecht geklebt werden, als Thermoplast eignet es sich aber hervorragend für Verschweißungen. In der Produktion von Gegenständen aus PE ist daher das Verschweißen die bevorzugte Fügetechnik. Da die Geschwindigkeit, mit der chemische Reaktionen wie die Oxidation ablaufen, durch hohe Temperaturen beschleunigt wird und Schweißverbindungen irreversibel sind, erscheint Schweißen als Restaurierungsmethode ungeeignet. Durch eine chemische Oberflächenmodifikation kann PE im industriellen Maßstab kleb- und bedruckbar gemacht werden, doch ist dieser Eingriff mit erheblichem technischem Aufwand verbunden. In ihrer Diplomarbeit entwickelte Anna COMIOTTO<sup>1</sup> ein Gerät in Stiftform, mit dem auf Polyethylenoberflächen eine bessere Klebstoffhaftung erreicht werden kann. Ihr Augenmerk lag dabei auf der Festigung von Farbschollen auf unpolaren PE-Oberflächen. Bei Polyethylen in Form von dünnen Folien ist es fraglich, ob das von COMIOTTO entwickelte Gerät eingesetzt werden kann. Es existiert bislang nur als Prototyp, Langzeitversuche sind geplant.

Wegen der konservatorischen Dringlichkeit des Problems wurden für die Tüten bei Werken SLOMINSKIS in dieser Arbeit Restaurierungsmöglichkeiten gesucht, deren Anwendung an den originalen Tüten vertretbar ist. Die Erwartungen an den Erfolg bei der Kaschierung oder Klebung von zerrissenen und versprödeten Tüten waren gering. Das Kuratorium der Adolf-LUTHER-Stiftung hatte sich bereits 2003 aus diesem Grund für die Reproduktion von abgefallenen Tüten am Tandem entschieden. Andreas SLOMINSKI will die möglichst ursprüngliche Erhaltung der Fahrräder, beteiligte sich aber wenig an den Überlegungen zu einer möglichen Restaurierung.

Ob die Reproduktion von Tüten oder ihr Erhalt im Original am Fahrrad der künstlerischen Intention SLOMINSKIS entspricht, war zu klären. Diese Fragestellung erforderte es, einen Überblick über die Werkgruppe der Fahrräder zu gewinnen und machte die Beschäftigung mit dem komplexen künstlerischen Konzept von Andreas SLOMINSKI nötig. Neben diesen Aspekten sind technische Kenntnisse von den Eigenschaften von Polyethylen, speziell zu seiner Alterung und zur Herstellung von Polyethylentragetaschen grundlegend. Ergebnisse dieser materialkundlichen Recherche werden in dieser Arbeit zusammengefasst.

Bei der Oxidation von Polyethylen wird Sauerstoff in das Polymer eingebaut. Die industrielle Oberflächenmodifikation von Polyethylen, die zum Bedrucken und Kleben von PE eingesetzt wird und auch durch die Behandlung mit dem von COMIOTTO entwickelten Gerät erfolgt, zielt auf den Einbau von Sauerstoff oder anderen Elementen ab, die die Polarität der Oberfläche erhöhen. Da die Photooxidation von PE und eine gewollte Oberflächenmodifikation also das PE auf ähnliche Weise beeinflussen, scheint die Klebung von gealterten PE-Folien prinzipiell möglich. Es ist bekannt, dass besonders Polyethylen vom Typ LD bei der Alterung mehr zur Sauerstoffaufnahme als HDPE neigt. An den Fahrrädern wurden Tüten des Typs LDPE verwendet. Auf dieser Erkenntnis aufbauend

---

<sup>1</sup>COMIOTTO (2003), Hochschule der Künste, Bern.

werden Möglichkeiten zum Umgang mit den beschädigten Tüten an den Fahrrädern besprochen. Im Anschluss daran wird ein Katalog von Maßnahmen für den Erhalt der originalen Tüten an den Fahrrädern zusammengestellt.

Im letzten Teil dieser Arbeit werden Untersuchungen der Oxidation von PE-Tüten und ihrer mechanischen Eigenschaften an natürlich und künstlich gealterten Dummys vorgestellt. Die künstliche Alterung von Polyethylentüten und ihre Untersuchung durch FOURIER-Transformations-Infrarot-Spektrometrie in Totalreflexion (FT-IR ATR) erfolgte am Instituut Collectie Nederlands in Amsterdam. Da die Autorin der Meinung ist, dass der Austausch einer originalen Tüte durch eine Reproduktion die letzte Option bleiben muss, erfolgten schließlich Versuche zur Restaurierbarkeit von Tüten. Hierzu wurden unterschiedliche Klebstoffe in flächigen Verklebungen von Polyethylen und dünnen Papieren bzw. Textil erprobt und ihre Belastbarkeit in der Ebene der Klebung in Zugversuchen überprüft.

## *1 Einleitung*



# Dank

Ich danke PD Dr. Heike STEGE, Doerner Institut München und Prof. Erwin EMMERLING, Lehrstuhl für Restaurierung, Kunsttechnologie und Konservierungswissenschaft, Technische Universität München, für ihre Hinweise und konstruktive Kritik. Ebenso danke ich Dipl. Restaurator Ulrich LANG vom Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main, der mir dieses wunderschöne Thema vorschlug und mir engagiert zur Seite stand. Dipl. Restauratorin Susan OLAMAI, MMK, beantwortete geduldig alle Fragen und stellte mir Bildmaterial zusammen. Dr. Thea VAN OOSTEN, ICN Amsterdam, ließ mich an ihren umfangreichen Kenntnissen zur Alterung von Kunststoffen teilhaben. Bei allen Versuchen im Vorfeld dieser Arbeit und bei der Erstellung aller FT-IR-Spektren war sie mir eine große Hilfe. Bei Ursula BAUMER und Dr. Patrick DIETEMANN vom Doerner Institut, München, möchte ich mich für ihre Hinweise zur Interpretation von FT-IR-Spektren bedanken. Die Vielzahl alter, datierbarer Kunststofftragetaschen, die mir Dr. Andreas BURMESTER, Doerner Institut, überließ, dienten der Erstellung der Referenzsammlung. Julia RIEF und Christina SODERMANN vom LUDWIG-Forum für internationale Kunst in Aachen gewährten mir Einsicht in Unterlagen zur Restaurierung der *Supermarket Lady* und teilten ihre praktischen Erfahrungen mit mir. Ferner schenkten sie mir die alte Tüte für die Versuche zur Zugbelastbarkeit. Der Leiter der Entwicklung der DETTMER Verpackungen GmbH Andreas BERGMEIER gewährte mir Einblicke in die heutige Praxis der Folienherstellung. Da keine tiefgehende Literatur zu diesem Thema vorliegt, war das persönliche Gespräch mit ihm zur Beurteilung der Folienproduktion heute von Bedeutung. Für seine Unterstützung spreche ich ihm meinen ganz besonderen Dank aus. Die Beratung und das Interesse von Peter SCHIERING, Redaktion Kulturzeit und von Andreas GREUBEL vom Materialprüfungsamt für das Bauwesen der Technischen Universität München weiß ich zu schätzen, auch ihnen möchte ich danken. Ebenso gilt mein Dank Dipl. Restauratorin Dagmar DRINKLER, Bayerisches Nationalmuseum, die mich zu Textilien kompetent und freundlich beraten hat. Hilfreich zur Entstehung dieser Arbeit trugen bei: Bernhard SPROCKAMP vom Industrieverband Papier- und Folienverpackung e.V., der mir großzügig Informationsmaterial sandte, Swaantje GÜNTZEL, Assistentin von Andreas SLOMINSKI, die mir bei der Suche nach Bildmaterial zu den Fahrrädern behilflich war, Dipl. Restauratorin Sybille RESCHKE, Museum der Bildenden Künste Leipzig und Dipl. Restaurator Sebastian KÖHLER, Restaurator der Kunstmuseen Krefeld, sowie Dr. Magdalena BROSKA und Andreas WÜNKHAUS von der Adolf-LUTHER-Stiftung, Krefeld, die mich bei der Recherche zum Tandem unterstützten und Dipl. Restauratorin Marianne PARSCH, Sammlung GOETZ in Oberföhring bei München die mir den Zugang zum Klapprad gewährte. Für Informationen und Bildmaterial danke

## *1 Dank*

ich den Galerien JABLONKA und NEU, besonders Scott WEAVER, der Fotos für mich anfertigte. Ferner der Colección de Arte Contemporáneo - Fundación „la Caixa“ Barcelona, der Sammlung OLBRICHT, Essen und der Familie Dr. WAITZ, Hamburg, den Autoren und Sammlern von Kunststofftragetaschen Volkmar SCHNÖKE und Erwin JACOBS.

Neben dem Dank für fachliche Informationen ist es mir ein Anliegen, mich bei allen meinen Freunden und Kollegen sowie bei meiner Familie zu bedanken. Dipl. Restauratorin Alexandra CZARNECKI danke ich herzlich für ihre Erfahrungen zur Erstellung einer Diplomarbeit, die sie so hilfsbereit mit mir teilte. Meine Eltern und meine Schwester unterstützten mich jederzeit verlässlich in vielfältiger Weise. Einen besonderen Beitrag zur Fertigstellung dieser Arbeit leistete mein Freund Matthias HEINIG, der mich mit unwerfender Hilfsbereitschaft unterstützte.

## 2 Andreas Slominski und sein Werk



Abbildung 2.1: Andreas SLOMINSKI.

Andreas SLOMINSKI (Abb. 2.1) wurde 1959 im niedersächsischen Meppen geboren. Nach dem Abitur 1978 und dem Zivildienst studierte er drei Jahre Philosophie an der Universität Hamburg. Von 1983 bis 1986 folgte das Studium an der Hochschule für Bildende Künste in Hamburg. 1987 zeigte die Produzentengalerie Hamburg die erste Einzelausstellung des Künstlers. Zehn Jahre später beteiligte er sich an den Skulpturenprojekten Münster.<sup>1</sup> Nach einer Professur in Karlsruhe übernahm er 2004 an der Hochschule für Bildende Künste in Hamburg die Nachfolge von Franz Erhard WALTHER. Andreas SLOMINSKI lebt und arbeitet in Hamburg und Werder. Er arbeitet an vier Orten mit etwa zehn Mitarbeitern und seiner Assistentin Swaantje GÜNTZEL, die weite Teile seiner Korrespondenz übernimmt.<sup>2</sup> SLOMINSKI arbeitet in den Bereichen Zeichnung, Skulptur und Aktion/Installation. In Deutschland werden seine Arbeiten von der Hamburger Produzentengalerie, von der Galerie NEU in Berlin und von der Galerie JABLONKA (Köln, Berlin) gehandelt.

Bekannte Werkgruppen sind die Tierfallen und Fallensteller-Zeichnungen, Reinigungstücher, Jeansbilder,<sup>3</sup> Fahrräder, Windmühlen und seit 2006 großformatige Bilder aus bemalten/besprühten Polystyrol-Reliefs. Ferner existiert eine Vielzahl spezialisierter Gegenstände für absurde Zwecke,<sup>4</sup> die zum Teil für seine Aktionen gefertigt wurden oder deren Ergebnis-

<sup>1</sup>COLECCIÓN DE ARTE CONTEMPORÁNEO DE LA FUNDACIÓN „LA CAIXA“ (2002), S. 607.

<sup>2</sup>Gespräch mit Swaantje GÜNTZEL am 18.01.2008 im Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main.

<sup>3</sup>Z. B. *Bild aller Augäpfel aller Menschen auf der Erde* (1988).

<sup>4</sup>Z. B. *Gerät zum Erschrecken von Personen, die sich nachts im Park aufhalten* (2000), oder *Schrank für Liebhaber im Rollstuhl* (2006).

se<sup>5</sup> bzw. Beweisstücke sind (Abb. 2.2). Schriftlich kennzeichnet Andreas SLOMINSKI seine Arbeiten prinzipiell nie, seine Signatur ist ein Daumenabdruck, teils mit farbloser Tinte angebracht.<sup>6</sup> Diese ungewöhnliche Art der Signatur entspricht seinen Werken und seinen persönlichen Auftritten gleichermaßen – der Künstler und seine Arbeiten „benehmen“ sich anders als erwartet. SLOMINSKI gestaltet seine Arbeiten so komplex wie möglich: selbst der geschulte Betrachter zeitgenössischer Kunst wird vor Rätsel gestellt, die ungelöst bleiben sollen. Die künstlerischen Wurzeln von SLOMINSKI werden in der durchdachten Irrationalität, Spontaneität und dem Humor gesehen, die den Dadaismus kennzeichnen.<sup>7</sup> Seine Arbeiten, vorgeblich Alltagsgegenstände, setzten ihn in Beziehung zu Marcel DUCHAMP. Im Gegensatz zu DUCHAMP ist er jedoch weniger an ästhetischen Qualitäten eines Gebrauchsgegenstandes interessiert, sondern vielmehr an dessen Funktion, was der ursprünglichen Definition des Readymades entgegensteht. „Die minutiöse Vermeidung von Eindeutigkeit vermag einen ausgeprägten Deutungssog auszulösen“,<sup>8</sup> „doch SLOMINSKI tritt ostentativ zur Seite und schweigt.“<sup>9</sup> Zu Interviews ist der Künstler nur selten bereit, und wenn, so dürfen diese in der Regel nicht aufgezeichnet werden.<sup>10</sup> Vorsichtige Versuche, mit ihm „nebenbei“ über sein Werk zu sprechen wehrt er routiniert ab.<sup>11</sup> Das hartnäckige Weigern SLOMINSKIS, über sein Werk zu sprechen, wirft die Frage nach der Notwendigkeit der Deutung auf. Julian HEYNEN fragt, „ob jedes Wort über SLOMINSKIS Arbeiten schon eines zu viel sein könnte.“<sup>12</sup> „Dass man ihn schwerlich zu fassen bekommt“ erklärt Durs GRÜNBEIN, „hat seine Gründe in einer Gesellschaft, die sich ganz der Selbstinterpretation verschrieben hat und vom Jagen nichts mehr versteht.“<sup>13</sup>

**Buch** Am Anfang des von SLOMINSKI gewollten künstlerischen Werdegangs stehen seine Bücher *Die Geige, die Geige* (blau/grün/rosa).<sup>14</sup> Es handelt sich drei Mal um das glei-

<sup>5</sup>Für *Anfeuchten einer Briefmarke* (27. Juni 1996) bediente er sich der Zunge einer Giraffe im Allwetterzoo Münster, um eine Briefmarke anzufeuchten, die er anschließend auf einen Brief klebte und verschickte. Der an den damaligen Museumsdirektor Jean-Christophe AMMANN adressierte Brief befindet sich in der Sammlung des Museums für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main.

<sup>6</sup>Freundliche elektronische Korrespondenz mit Dipl. Restaurator Ulrich LANG und Dipl. Restauratorin Susan OLAMAI, Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main, 24. und 25.01.2008.

<sup>7</sup>www.Serpentine.org, 2004, S. 11.

<sup>8</sup>WINZEN (1996), S. 16.

<sup>9</sup>HEYNE (1999), S. 94.

<sup>10</sup>WINZEN, Matthias: *Das Geschäft des Künstlers. Ein erinnertes Gespräch mit Andreas SLOMINSKI* (1996); „Dieser imaginierte Dialog geht zurück auf einen gemeinsamen Besuch des Sommerhauses von Albert EINSTEIN in Caputh (südlich von Potsdam) und einem anschließenden Abendessen im Berliner Café EINSTEIN am 16. Mai 2006.“ In: KITTELMANN / KRAMER (2007), S. 104.

<sup>11</sup>„KITTELMANN: (...) Hast Du nicht sogar einmal ein Paar besonderer, stark gekrümmter Skier entworfen, mit denen man quer in der Badewanne stehen konnte? SLOMINSKI: Auch das...“ (redet von etwas anderem weiter). In: KITTELMANN / KRAMER (2007), S. 102.

<sup>12</sup>HEYNE (1999), S. 94.

<sup>13</sup>Durs GRÜNBEIN in: KITTELMANN / KRAMER (2007), S. 86.

<sup>14</sup>Diese drei Farben, „ein oberflächliches Hellblau, ein fadenscheiniges Rosa und ein unentschiedenes Grün“ kommen immer wieder in SLOMINSKIS Arbeiten vor. In: NEUE KUNST IN HAMBURG E. V. (1988).

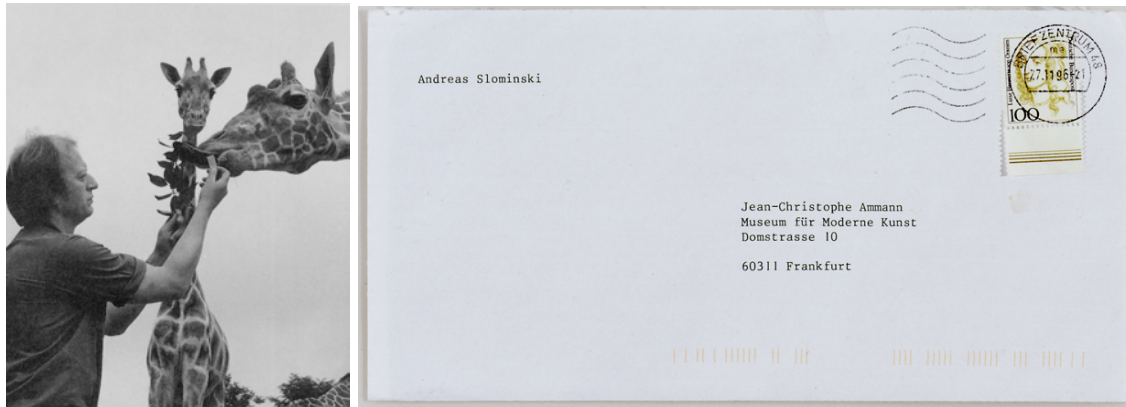


Abbildung 2.2: *Anfeuchten einer Briefmarke* (1996).

che Buch, das sich nur in der Farbe des Umschlags unterscheidet. Der Autor ist Andreas SLOMINSKI (Verlag Michael Kellner, Hamburg 1986, 3 x 79 Seiten).

Das Inhaltsverzeichnis besteht aus einer Liste von Substantiven, die über das Buch nach einander verteilt und durch Unterstreichung im Text hervorgehoben sind. Der Text ist in elf Kapitel unterteilt, er besitzt keine fortlaufende Handlung. Informative Passagen zu Themen wie Tierreich, Natur, Umwelt, Wasserbau wechseln ab mit der Schilderung alltäglicher und beiläufiger Beobachtungen (z. B. „*Der Räuber biegt mit seinem Fahrrad in eine Einkaufsstraße ein.*“<sup>15</sup> Und: „*Der Schornsteinfeger und der Räuber fahren zu zweit auf dem Fahrrad. Der Räuber sitzt auf dem Gepäckträger. Er läuft ab und zu neben dem Fahrrad her. Dann kann sich der Schornsteinfeger verschnaufen.*“<sup>16</sup>). Obwohl kein Handlungsstrang erkennbar ist, sind der Räuber, der Schornsteinfeger und ihre Familien die Hauptpersonen,<sup>17</sup> die sich normal benehmen. „*Der Räuber und der Schornsteinfeger sind sehr natürlich.*“<sup>18</sup> Im dritten Kapitel, in dem Tierfallen beschrieben werden, hat auch der Fallensteller einen kurzen Auftritt. Im siebten, nur fünf Zeilen langen Kapitel, werden der Räuber und der Schornsteinfeger nacheinander als „Pantomime“ bezeichnet.<sup>19</sup> Ab diesem Moment verschmelzen

<sup>15</sup>SLOMINSKI (1986), S. 39.

<sup>16</sup>SLOMINSKI (1986), S. 31.

<sup>17</sup>1. Kapitel: „*Das Kamel kann große Mengen Wasser speichern. Der Schornsteinfeger wäscht sich nach der Arbeit in der Badewanne. Der Schornsteinfeger spricht in ein Mikrophon. Durch das Mikrophon klingt seine Stimme wie zwei Geigen. Der Räuber trägt ein mittelalterliches Strafwerkzeug. Es hat Aussparungen für ein Handgelenk und den Hals. Mit diesem mittelalterlichen Strafwerkzeug gleicht er einem Geigenspieler. Also muss er sich verkleiden.*“ Das Kapitel endet hier. Bei einem Gespräch mit Swaantje GÜNTZEL am 18.01.2008 im MMK, erzählte sie von ihrer Arbeit und eigenen Projekten, die sie für SLOMINSKI bearbeiten soll. Als Beispiel führte sie eine Recherche an, zu Frage, wie Kamele Wasser speichern.

<sup>18</sup>SLOMINSKI (1986), S. 46. Schornsteinfeger und Räuber sind Figuren mit hoher Symbolkraft, von denen man als Akteure ein auffälliges Verhalten erwarten würde.

<sup>19</sup>SLOMINSKI (1986), S. 46.

beide zu einem Akteur (dem Pantomimen), obschon sie zwei Individuen bleiben: „*Der Pantomime und der Pantomime haben unterschiedliche Blutgruppen.*“<sup>20</sup>

SLOMINSKI beschreibt unspektakuläre Situationen, einer Kamera gleich, die eine unscheinbare Geste fokussiert. „SLOMINSKI *zwingt unseren Blick auf das Nebensächliche und Beiläufige.*“<sup>21</sup> Durch die ungewöhnliche Schwerpunktsetzung misst der Leser bzw. der Betrachter dem Vorgang eine erhöhte Bedeutung bei, erwartet von einer exponierten Handlung eine unerwartete Wirkung – und wird stets enttäuscht.

In dieser Hinsicht ist das Buch typisch für die Arbeitsweise von Andreas SLOMINSKI. Er lenkt die Aufmerksamkeit auf alltägliche Gesten, Situationen oder Handlungen, die so mit Bedeutung aufgeladen wird. Das gespannt erwartete Ereignis bleibt aus, der Betrachter ist mit seiner enttäuschten Erwartung konfrontiert. „*Der Betrachter gerät in die Falle, die Erwartung verkehrt sich.*“<sup>22</sup>

**Tierfallen** Das Interesse SLOMINSKIS am Thema der Fallenstellerei ist ausgeprägt. Er beschäftigt sich nicht nur in seinem Buch mit Tierfallen, sondern auch in einer Serie von Fallensteller-Portraits (Bleistiftzeichnungen) und in der umfangreichen Werkgruppe der Tierfallen, die 1985, zeitnah zum Erscheinen des Buches *Die Geige, die Geige*, mit einem Ratteneisen<sup>23</sup> ihren Anfang nimmt (Abb. 2.3). Anderen Quellen zufolge stellte SLOMINSKI bereits 1984 Tierfallen als Kunstwerke aus.<sup>24</sup> Seit seinem Studium an der HFBK in Hamburg Mitte der 1980er Jahre sammelt der Künstler Fallen für verschiedenste Tierarten, die von Fallenstellern über Jahrhunderte entwickelt wurden. Zunächst zeigte sie der Künstler so, wie er sie im Laden erworben hatte. Später fertigte er Kopien an oder baute Fallen, die wie Kinderspielzeug aussehen und erst auf den zweiten Blick als Falle erkennbar sind. Akribisch sammelte er unterschiedlichste Fallen wie Dohnenstiege, Drüche, Hülsenschwippgalgenschlingen, Schnellgalgen, Sprenkel, Wippschlingen, Prügel-, Quetsch-, Scherenfallen, Habichtkörbe, Mauseklappfallen, Schwanenhäse, Tellereisen, Wolfsangeln, Kuhlen, Stachelbretter, Vielfraßspeere, Torsionsrattenfallen, Leimruten, Fallgruben, Klemmfallen, u. v. m.<sup>25</sup>

Die Mehrzahl der Fallen ist dem Betrachter nicht geläufig. Die Fallen wecken die Neugierde durch ihre interessante Form, die eine Funktion vermuten lässt. Oft geben sich die Objekte erst bei genauer Betrachtung und durch Nachdenken über die Funktionsweise als Fallen zu erkennen. Das führt fast zwangsläufig dazu, sich das Zuschnappen der Falle vorzustellen. Dem Betrachter wird dann erst bewusst, dass sein argloses Interesse einem Tötungswerkzeug galt.<sup>26</sup>

---

<sup>20</sup>SLOMINSKI (1986), S. 59.

<sup>21</sup>AMMANN (1993), S. 8.

<sup>22</sup>ZBIKOWSKI (2005), S. 9. „*Die Erwartungshaltung des Betrachters wird mit einbezogen.*“ ZBIKOWSKI (2005), S. 29.

<sup>23</sup>KRAMER (1993), S. 17.

<sup>24</sup>CAIXA2002, S. 607; SERPENTINE GALLERY (2005), S. 7.

<sup>25</sup>AMMANN (1993), S. 5.

<sup>26</sup>Die formale Zuordnung der Fallen zu einer Kunstgattung legt zunächst das Readymade nahe. GROYS defi-

Andreas SLOMINSKI wird oft selbst als „der Fallensteller“ bezeichnet. Die Bezeichnung trifft jedoch auch auf die Wirkungsweise seiner Kunst zu, die den Betrachter zunächst in eine Erwartungshaltung lockt und dann mit der eigenen falschen Annahme konfrontiert. Mario KRAMER schreibt dazu: „*Alle Arbeiten SLOMINSKIS können ‚Fallen‘ im übertragenen Sinne sein. Die Vorstellung der Falle ist für ihn zum Überbegriff geworden und wurde zur Lösung auf der Suche nach seiner eigenen künstlerischen Ausdrucksform, zur künstlerischen Strategie.*“<sup>27</sup>

**Aktionen** Bei seinen Aktionen ist der Künstler teils selbst der Handelnde, teils gibt er Handlungsanweisungen an Fachleute. Mit Vorliebe schafft SLOMINSKI Situationen, denen etwas Unwahrscheinliches anhaftet und in denen der Aufwand in keinem Verhältnis mehr zum Ergebnis steht. So ließ SLOMINSKI bei der *Golfballaktion* (1995) einen Golfball von einem professionellen Golfer über das Museum Haus ESTERS in Krefeld schlagen. Der Ball sollte „*auf der Kippe eines Lasters, der vorher mit Hilfe eines Krans über das Gebäude gehievt wurde*“, auftreffen, abprallen, durch das offene Fenster ins Haus springen und „*an einem exponierten Ort auf dem Boden seinen Platz in der Ausstellung finden*“.<sup>28</sup>

Bei der Aktion *Wall built from top to bottom* (2004) in der SERPENTINE Gallery, London, wies SLOMINSKI einen Maurer an, eine Wand in einem Ausstellungsraum von oben nach unten zu ziehen. „*SLOMINSKI schafft Umstände, die dem Spezialisten Höchstleistungen*

---

niert das Readymade als die Benutzung von bestimmten wohl bekannten Objekten des täglichen Lebens. GROYS (1992), S. 72. Diese Alltagsgegenstände werden weitgehend unverändert in den Kunstkontext überführt. „*Ever since seminal French artist Marcel DUCHAMP exhibited everyday objects, (...) the idea has existed that everyday objects can become art in the context of the gallery, and that aesthetic values are dominant over original function. SLOMINSKI’s traps question this concept because they are neither readymade nor aesthetic objects, as they have a potential function.*“ SERPENTINE GALLERY (2005), S. 8. Ein Unterschied der Arbeiten SLOMINSKIS zum „klassischen“ Readymade ist, dass die Fallen, aber auch andere Gegenstände nicht immer Gebrauchsgegenstände, sondern nur oft täuschend echte Imitate sind. Ferner gilt sein künstlerisches Interesse weniger der Form oder den Gestaltungsmöglichkeiten dieser Dinge, als der Bedeutung bzw. Funktion, die sie im „richtigen Leben“ haben. „*Von Anfang an hat SLOMINSKI Dinge in Ausstellungsräume gebracht, die auf ein Gegenstück angewiesen sind, um in ihrer ursprünglichen Bestimmung zu funktionieren.*“ ZBIKOWSKI (2005), S. 29. „*The traps are conceived as destabilizing the avant-garde notion of the readymade.*“ SERPENTINE GALLERY (2005), S. 7. „*Wann immer ein Künstler industriell gefertigte Produkte in die Ausstellung bringt, liegt eine Verbindung zu Marcel DUCHAMP nahe (...) Auffallend bei Andreas SLOMINSKI ist, dass viele seiner Werke daher kommen, als seien sie Readymades (...) Weder Nachbau noch Erfindung von Tierfallen sind als Antwort auf DUCHAMP zu verstehen (...) Vielmehr verbindet ihn mit DUCHAMP ein humorgetragener Umgang mit tief sinnigen Themen sowie die grundsätzliche Überzeugung, dass zwar alles gesagt wird, aber auch etwas offen bleiben muss: ‚Kunst ist nicht das, was man sieht, sie ist in den Lücken.‘ (...) Waren bei DUCHAMP die Entfremdung des Objekts von seiner eigentlichen Funktion und seine Neudeutung ein wesentlicher Aspekt für die Auswahl, so zeigt sich hier der entscheidende Unterschied zu SLOMINSKIS Tierfallen, die eben keine Readymades sein können, weil SLOMINSKI sie nicht von ihrem Nutzwert entleert (...) Auch sind SLOMINSKIS Werke in einen Gestaltungsprozess eingebunden, bei dem das Objekt seine Bedeutung über den hergestellten Bezug erhält.*“ ZBIKOWSKI (2005), S. 51.

<sup>27</sup>KRAMER (1993), S. 18.

<sup>28</sup>KÖLLE (1996), S. 4. Das Golfspiel wird in *Die Geige, die Geige* auf S. 69 kurz erwähnt.



Abbildung 2.3: *Tierfalle* (1985).

*abverlangen, er geht an die Grenzen des Machbaren.*<sup>29</sup>

Für die Aktion *Den Eiffelturm streichen* (2003), lud SLOMINSKI einen Anstreicher ein, von Paris nach Mailand zu kommen, um dort ein Fenstergitter der Fondazione PRADA mit denselben Sicherheitsvorkehrungen zu streichen, wie gewöhnlich bei Arbeiten am Eiffelturm (Abb. 2.4). Er initiiert eine Situation, bei der der professionelle Künstler den professionellen Anstreicher anleitet, seine Arbeit nicht anders zu tun als er es gewohnt ist. ZBIKOWSKI schreibt, dass es ein zentrales Element „in SLOMINSKIS künstlerischer Vorgehensweise (sei), etwas scheinbar Abwegiges mit solcher Emphase auszuführen, dass der Blick frei wird für ungeahnte, verborgene Sinnschichten.“<sup>30</sup> „Dem Betrachter bleibt in SLOMINSKIS Aktionen vieles vorenthalten. Er sieht die Beweisstücke und Spuren, er erfährt die Vorgänge.“<sup>31</sup> Die von ZBIKOWSKI angekündigte Verklärung des Blicks tritt nicht ein. Die Aktionen verwirren den Betrachter, der sich fragt: „Wieso nicht einfacher?“ – womit SLOMINSKIS Konzept, den Betrachter zu verunsichern und vor unlösbare Rätsel zu stellen, erneut aufgeht.

---

<sup>29</sup>ZBIKOWSKI (2005), S. 47.

<sup>30</sup>ZBIKOWSKI (2005), S. 47.

<sup>31</sup>ZBIKOWSKI (2005), S. 29.





Abbildung 2.4: *Den Eiffelturm streichen* (2003).

## 2 *Andreas SLOMINSKI und sein Werk*

### 3 Werkgruppe Fahrräder

Die Werkgruppe der Fahrräder umfasst mindestens 12 Arbeiten, weiter gefasst können *Ohne Titel* (1992), ein gestürztes Kinderfahrrad, dessen Hinterreifen sich motorbetrieben dreht, *Zitronenpresse* (1994), ein Fahrrad mit aufgestelltem Sattel, der zum Auspressen von Zitronen benutzt wird und *Gestohlene Luftpumpe* (1998), eine aus einem Fahrrad heraus gesägte Luftpumpe mit Videodokumentation der Aktion hinzugezählt werden.<sup>1</sup>

Die in vorliegender Arbeit gewählte Begrenzung der Werkgruppe beinhaltet Fahrräder und Karren, nämlich drei Herrenfahrräder (1991), Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main, (o. J., wohl um 1993-94), Sammlung WAITZ, Hamburg und (1993-94), Privatsammlung; drei Kinderfahrräder (1993), MMK Frankfurt am Main, (1996-97), Sammlung SATO, Hiroshima und (1994), Sammlung OLBRICHT, Essen; zwei Tandems (1994), Adolf-LUTHER-Stiftung, Krefeld und (1994), Sammlung Claus SCHRÖDER, Berlin; zwei Klappräder (2000), Sammlung Dean VALENTINE, Los Angeles und (2000-05), Sammlung GOETZ, Oberföhring bei München; ein Trimmrad (1994), Colección de Arte Contemporáneo Fundación „la Caixa“, Barcelona und einen Kinderwagen (1994-95), Galerie JABLONKA, Köln und Berlin.<sup>2</sup> Es existieren weitere Fahrräder, zu denen keine Angaben vorliegen.

Die Fahrräder und Karren sind durchweg mit *Ohne Titel* bezeichnet. Um sie im Text besser auseinander halten zu können, werden sie nachfolgend nach dem Fahrradtyp und dem Entstehungsjahr benannt. In öffentlichen Sammlungen befinden sich vermutlich nur frühe Arbeiten, namentlich das Herrenfahrrad (1991) und das Kinderfahrrad (1993) im MMK und das Tandem (1994) der Adolf-LUTHER-Stiftung, Krefeld (derzeit im Museum der bildenden Künste Leipzig ausgestellt) und ein Trimmrad in Museum der spanischen Sparkasse „la Caixa“. Die übrigen Fahrräder sind im Besitz von privaten Sammlern und wenig bzw. nicht publiziert. Der öffentliche Diskurs beschränkt sich weitgehend auf die genannten drei Fahrräder in Deutschland. Da einige Räder in der Tat den Vehikeln Wohnsitzloser ähneln, werden die Fahrräder SLOMINSKIS vereinzelt, der gesamten Werkgruppe nicht gerecht werdend, als „Pennerfahrräder“ bezeichnet. Dieser Name ist falsch und vom Künstler nicht gewollt. Die gelegentlich gebrauchte Bezeichnung „Fahrrad eines Wohnsitzlosen“ für das Frankfurter Herrenfahrrad (1991) geht vermutlich auf den Künstler zurück, doch heißt auch dieses Rad *Ohne Titel*.

Nachfolgend werden exemplarisch fünf Fahrräder beschrieben, an denen die Entwicklung

---

<sup>1</sup>Freundlicher Hinweis von Dr. Mario KRAMER, Kurator am Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main am 16.10.2007.

<sup>2</sup>Eine Übersicht über diese Fahrräder befindet sich im Anhang A.1.

### 3 Werkgruppe Fahrräder

der Werkgruppe und Unterschiede zwischen den Arbeiten nachvollziehbar sind.

Die erste Arbeit aus der Werkgruppe ist *Ohne Titel* von 1991 im Besitz des Museums für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main. Im Weiteren wird es, dem Sprachgebrauch des MMK folgend, „Herrenfahrrad“ genannt (Abb. 3.1). Es handelt sich um ein Rennrad, das überladen ist mit prall gefüllten Kunststofftragetaschen, Sporttaschen, Stoffbeuteln und Koffern. Das an einer Wand lehrende Herrenfahrrad erinnert an das Gefährt eines Obdachlosen, der seine Habe aufs Fahrrad geschnürt transportiert. Tatsächlich ist das Herrenfahrrad der Nachbau eines „echten“ Wohnsitzlosen-Fahrrads, das der Künstler in Frankfurt entdeckte. Wird in Texten zum Herrenfahrrad geschrieben, dass der Künstler das Fahrrad „gestaltet“ habe, ist zu bedenken, dass es möglicherweise nicht ursprünglich SLOMINSKIS Invention war, die zu einer gestalterischen Lösung führte, sondern auf den Besitzer des Fahrrades auf der Straße zurück geht. Alle später entstandenen Fahrräder entfernen sich zunehmend von der „Realität“.



Abbildung 3.1: *Ohne Titel* (1991), Herrenfahrrad, Kunststofftüten und verschiedene Materialien, 115 x 175 x 85 cm, Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main.



Abbildung 3.2: *Ohne Titel*(1993), Kinderfahrrad mit diversen Gegenständen, ca. 83 x 133 x 71 cm, Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main.

Ein früher Nachfolger des Herrenfahrrads ist *Ohne Titel* von 1993, ebenfalls im Besitz des MMK in Frankfurt. Hier ist ein Kinderfahrrad auf ähnliche Weise mit Tüten, Einkaufstaschen, Stoffbeuteln und einer verpackten Isoliermatte beladen. Es ist ebenfalls an eine Wand gelehnt ausgestellt (Abb. 3.2).

Gleiches gilt für *Ohne Titel* (1994), ein bepacktes Tandem aus der Sammlung der Krefelder Adolf-LUTHER-Stiftung (Abb. 3.3). Die Ladung des Tandems besteht aus Tüten, größeren (Reise-)Taschen, Schulranzen, Koffern, einigen Gerätschaften und Werkzeugen. Sowohl das Kinderfahrrad als auch das Tandem als Transportmittel für Obdachlose sind unwahrscheinlich. Das voll bepackte Tandem ist so groß und schwer, dass man es alleine nicht bewegen kann. Dennoch haben diese beiden Fahrräder durch ihr Gepäck noch deutlichen Bezug zu einem Obdachlosen-Fahrrad.

*Ohne Titel* (1996–97) im Besitz der Sammlung SATO, Hiroshima, (Abb. 3.4) weist diesen



### 3 Werkgruppe Fahrräder



Abbildung 3.3: *Ohne Titel* (1994), Tandem, gefüllte Plastiktüten, verschiedene Materialien, 120 x 240 x 50 cm, Adolf-LUTHER-Stiftung, Krefeld, Aufnahme vor 2003 im KWM.

Bezug nicht mehr auf: ein Kinderfahrrad mit überdimensioniertem Sattel trägt auf dem Gepäckträger eine große, rechts und links herabhängende Satteltasche, die mit abgeschlagenen Flaschenhälsen aus Glas befüllt ist. Am Lenker hängen einige Tüten, ein langer Spieß steckt in einer von ihnen. Das Gepäck ist hier eindeutig nicht dazu geeignet, ohne Heimat zu leben. Doch Lenker und Sattel sind zugänglich, auch die Ladung lässt zu, dass das Fahrrad gefahren wird. Dass dieses Fahrrad keinem Kind gehört, ist offensichtlich. Das kleine Fahrrad mit dem großen Sattel, der zu einem Fahrrad für Erwachsene gehört, könnte einem kleinwüchsigen Menschen gehören. Die Flaschenhälse rufen die Assoziation von Waffen hervor. Dieses Kinderfahrrad ist unheimlich, fast bedrohlich, als gehöre es einem mörderischen Zwerg.

Das jüngste bekannte Fahrrad ist *Ohne Titel* der Sammlung GOETZ in Oberföhring bei München (Abb. 3.5). Dieses Klapprad entstand zwischen 2000 und 2005. Bis auf eine faltbare Kiste mit einer Sporttasche darin und eine dünne Tüte dient es nicht zum Transport von Besitz. An der durch einen Grillrost verbreiterten Rückseite des Gepäckträgers sind allerlei Eisenwaren wie Türbeschläge, Rollen, Metallplatten etc. befestigt. Drähte, aufgewickelte Schnüre und zahlreiche glänzende (Geschenk-)Bänder halten die Kiste zusammen und verzieren Gepäckträger und Lenker. Einige leere Kunststoffflaschen, Eimer und Joghurtbecher hängen zwischen den Bändern. Am Lenker hängen ein Tennisschläger aus Plastik, weitere Schnüre, Kunststoff- und Metallteile, Spielzeug, Blumenschmuck. Über dem vorderen



Abbildung 3.4: *Ohne Titel* (1996–97), Kinderfahrrad türkis, Gepäckträger-Zeitungstaschen mit Flaschenhälse, verschiedene Materialien, 130 x 110 x 50 cm, Sammlung SATO, Hiroshima.

Schutzblech ist leicht verdeckt ein ca. 10 cm hoher hellgrüner Drache aus Hartplastik mit ausgebreiteten Schwingen angebracht, der an eine Gallionsfigur denken lässt. Dieses Rad kann mühelos gefahren werden, kein Schloß oder Gepäck stören. Beim Fahren werden die Kunststoffbehälter und Metallteile klimpern und scheppern, die bunten Bänder wehen im Fahrtwind. Dieses Bild erinnert an Autos frisch verheirateter Paare oder die Drachenfigur aufgreifend, an Festumzüge zum chinesischen Neujahrsfest. Das Klapprad hat eine positive Ausstrahlung und keinen sichtbaren Bezug zu Obdachlosenfahrrädern auf der Straße. Die Abb. 3.6 bis 3.12 zeigen die übrigen Arbeiten der Werkgruppe.

Es wird deutlich, dass die Werkgruppe der Fahrräder, die über einen Zeitraum von gut zehn Jahren entstand, nicht homogen ist. Die frühen Arbeiten erinnern noch an das „Original“ aus dem Leben außerhalb des Museums. Die späteren Räder sind zunehmend frei erfunden und gestaltet. Aussagen, die für das Herrenfahrrad gelten, gelten für alle Folgefahrräder nur abgeschwächt oder gar nicht mehr. Je nach dem, welche Assoziation ein Fahrrad dem Betrachter abverlangt, lösen die einzelnen Bestandteile der Werkgruppe verschiedene Emotionen aus bei dem Gedanken an den möglichen Besitzer. Da die Fahrräder überwiegend an der Wand lehnen und meist auch nicht abgesperrt sind, legen sie die Vermutung nahe, dass der Besitzer in der Nähe ist und beabsichtigt bald zurück zu kommen. SLOMINSKI verglich einmal das übervoll bepackte Fahrrad mit einer brennenden Zigarette in einem Aschenbecher, die von der Gegenwart eines Besitzers zeugt, der gleich wieder

### 3 Werkgruppe Fahrräder



Abbildung 3.5: *Ohne Titel* (2000–05), Klapprad, verschiedene Materialien, 150 x 55 x 110 cm, Sammlung GOETZ, Oberföhring.





Abbildung 3.6: *Ohne Titel* (1993/94), Herrenfahrrad, Kunststofftüten, verschiedene Materialien, 110 x 200 x 95 cm, Galerie JABLONKA.



Abbildung 3.7: *Ohne Titel* (um 1993/94), Herrenfahrrad, Kunststofftüten, verschiedene Materialien, ca. 120 x 170 x 90 cm, Sammlung WAITZ, Hamburg.

### 3 Werkgruppe Fahrräder



Abbildung 3.8: *Ohne Titel* (1994), Kinderfahrrad mit Stützrädern, verschiedene Materialien, 70 x 90 x 50 cm, Sammlung OLBRICHT, Essen.

zurückkommen wird: irgendwann ist der Spuk immer vorbei.<sup>3</sup> Der Flüchtigkeit des Augenblicks stellt er eine unbestimmte Zeit des Wartens gegenüber, was Nancy SPECTOR als einen Grundzug seiner Werke bezeichnet. Auch die Repräsentation von etwas, das selbst abwesend ist, ist ein häufig wiederkehrender Aspekt im Werk von SLOMINSKI. Wiederum liegt es beim Betrachter der Fahrräder, das Kunstwerk im Geiste zu ergänzen.

#### 3.1 Bedeutung des Herrenfahrrads für die aktuelle Kunst

Die Essay-Sammlung *Über das Neue* von Boris GROYS liefert Ansatzpunkte, um den Eindruck, den das Herrenfahrrad hinterlässt und seine Bedeutung für die aktuelle Kunstentwicklung einzuschätzen. GROYS geht der Frage nach, was ein innovatives Kunstwerk ausmache. Eine wichtige Eigenschaft sei die Umwertung bestehender Wertehierarchien. Museen bezeichnet GROYS als Institutionen, die das kulturelle Gedächtnis einer Gesellschaft archivieren. Hier werden Wertehierarchien gestiftet und Entscheidungen über die Zugehörigkeit zum Kulturellen oder Profanen gefällt. Letzteres definiert er als „*nicht von Archiven erfasst wird, was wertlos, unscheinbar, uninteressant, außerkulturell, irrelevant und vergänglich*“<sup>4</sup> ist. Für den vorliegenden Sachverhalt erscheint es sinnvoll, den profanen

<sup>3</sup>SPECTOR, Nancy: *Von Fallen, Finten und anderen Rätsehn*, in: Andreas SLOMINSKI, *Ausstellungs-Katalog Deutsche Guggenheim Berlin*, 1999, S. 14. Zit. nach ZBIKOWSKI (2005), S. 21 und 23.

<sup>4</sup>GROYS (1992), S. 55–57.

### 3.1 Bedeutung des Herrenfahrrads für die aktuelle Kunst



Abbildung 3.9: *Ohne Titel* (1994), Standfahrrad, verschiedene Materialien, 145 x 115 x 340 cm, Colección de Arte Contemporáneo Fundación „la Caixa“, Barcelona.



### 3 Werkgruppe Fahrräder



Abbildung 3.10: *Ohne Titel* (1994), Tandem, verschiedene Materialien, 140 x 100 x 250 cm, Sammlung Claus SCHRÖDER, Berlin.



Abbildung 3.11: *Ohne Titel* (1994/95), Wagen, verschiedene Materialien, ca. 140 x 180 x 98 cm, Galerie JABLONKA.

### 3.1 Bedeutung des Herrenfahrrads für die aktuelle Kunst



Abbildung 3.12: *Ohne Titel* (2000), Klapprad, verschiedene Materialien, 150 x 55 x 110 cm (?), Sammlung Dean VALENTINE, Los Angeles.

### 3 Werkgruppe Fahrräder

Raum zu differenzieren in Dinge, die zwar profan, aber als Teil des Alltags akzeptiert sind. Einen Gegensatz dazu bilden Gegenstände, die nicht als Teil der Gesellschaft akzeptiert werden und darum außerhalb des Wertesystems liegen. Herausragende Kunstwerke leisten, nach GROYS, eine Verschiebung der Grenzen zwischen Kunst und Nicht-Kunst, zwischen profan und kulturell. Das trifft in besonderer Weise auf das Herrenfahrrad zu: Der Besitz einer Wohnung ist eine der wichtigsten Voraussetzungen dafür, einen Platz in der Gesellschaft einzunehmen und sich innerhalb sozialer Auffangnetze zu bewegen. Heute gilt „*nicht die Produktion, sondern der Konsum als erste Bürgerpflicht. In Zeiten der Krise und des Krieges fordern Politiker von heute nicht mehr, sparsam zu sein und den Gürtel enger zu schnallen, sondern umgekehrt, noch mehr zu kaufen, damit die Wirtschaft weiter laufen kann. Dementsprechend steht der Mensch von heute unter einem gesellschaftlich auferlegten Konsumzwang, dem er kaum entgehen kann.*“<sup>5</sup>

Konsumverweigerung – absichtlich oder notgedrungen – wird zu einem Akt von Gesellschafts- und Wirtschaftsfeindlichkeit.<sup>6</sup> Wohnsitzlose haben weder ein Zuhause noch beteiligen sie sich am Konsum, sie sind aus der Gesellschaft ausgeschlossen. Die Gegenstände in ihrem Besitz werden durch den Eigentümer, der nicht als Teil der Gesellschaft akzeptiert ist, abgewertet. Das Fahrrad eines Obdachlosen aus der Sphäre der Außergesellschaftlichkeit nicht nur als Teil der Gesellschaft zu akzeptieren, sondern sogar durch Aufnahme in ein Museum zu adeln, bedeutet eine massive Umwertung, werden doch gleich zwei Grenzlinien überschritten. In der Institution der kulturellen Gedächtnisbildung konfrontiert das Herrenfahrrad den Betrachter mit etwas, was unterbewusst noch weniger als ein Pissoir in ein Museum zu gehören scheint. Mario KRAMER bemerkt: „*Das ‚Fahrrad‘ ist wahrscheinlich für die meisten unvorbereiteten Museumsbesucher die weitreichendste Provokation. Löst es doch, wenn es uns an einer Straßenecke an der Konstabler Wache begegnet, lediglich ein Achselzucken aus. Es hat dort eine unantastbare Aura, niemand käme auf die Idee etwas weg zu nehmen oder gar dieses Fahrrad zu stehlen.*“<sup>7</sup> Mit dem Herrenfahrrad wird dem Museumsbesucher zugemutet, etwas nicht Gesellschaftsfähiges als Teil des kulturellen Erbes zu akzeptieren. Mit dem Herrenfahrrad, so heißt es, werde eine Alltagsikone geadelt, zugleich aber auch die Bildung von Kunstikonen persifliert.<sup>8</sup>

In der ersten Sendung einer Fernsehreihe zu herausragenden Werken der zeitgenössischen Kunst wurde das Herrenfahrrad (1991) von Andreas SLOMINSKI vorgestellt.<sup>9</sup> Verglichen mit den Tierfallen, ist die Bedeutung der Werkgruppe der Fahrräder für die Entwicklung der Kunst wenig bedeutend. Es sind die Tierfallen, die maßgeblich zu SLOMINSKIS Ansehen bei-

---

<sup>5</sup>GROYS (2002), S. 55.

<sup>6</sup>GROYS (2002), S. 55.

<sup>7</sup>KRAMER (1993), S. 20.

<sup>8</sup>Freundliche Auskunft von Peter SCHIERING, Redaktion Kulturzeit, Telefonat am 14.01.2008.

<sup>9</sup>Die Fernsehreihe ist *Stations. Meisterwerke zeitgenössischer Kunst*, herausgegeben von KULTURZEIT und der Kunstzeitschrift MONOPOL. Der Beitrag wurde am 26.09.2007 auf dem Fernsehsender 3sat ausgestrahlt. Bislang folgten Sendungen zu Isa GENZKEN, Luc TUYMANS, ELMGREEN & DRAGSET, Christoph BÜCHEL, Neo RAUCH und Ellen GALLAGHER. <http://www.3sat.de/kulturzeit/specials/112211/index.html>, Stand: 14.01.2008.

### 3.1 Bedeutung des Herrenfahrrads für die aktuelle Kunst

getragen haben, das mit der Destabilisierung des Readymade-Begriffs und der Arbeit in der Nachfolge von Marcel DUCHAMP verbunden ist. Auch sind es die Tierfallen, die der Anlass dazu waren, SLOMINSKIS künstlerisches Konzept, das im Enttäuschen aller Erwartungen des Betrachters an das Kunstwerk liegt, als „Fallenstellerei“ zu bezeichnen. So überrascht es, dass ausgerechnet das Herrenfahrrad als Auftakt zur Fernsehreihe gewählt wurde. Zur Absicht der Reihe erläutert KULTURZEIT-Redaktionsleiter Armin CONRAD, dass es nicht darum gehe, einen Kanon zu erstellen oder die Welt der zeitgenössischen Kunst nach den Kategorien der klassischen Kunstgeschichte auszuwerten. Für Ingolf KERN, stellvertretender Chefredakteur von MONOPOL geben weder Marktwert noch Beliebtheit den Ausschlag. Kunstwerke mit einer aktuellen Aussage, Werke, „*die sich behauptet oder Maßstäbe gesetzt haben*“<sup>10</sup> werden portraitiert. Daneben spielten praktische Überlegungen wie die mediale Darstellbarkeit des Kunstwerks eine Rolle.<sup>11</sup> Die aktuelle Bedeutung ist bei SLOMINSKI sicherlich nicht der triviale Verweis auf soziale Ungerechtigkeit. Das Herrenfahrrad als Kritik an einer ungleichen Verteilung der Güter ist zu banal und offensichtlich, als dass SLOMINSKI, dessen Vorliebe das Unerwartete ist, sie in dieser Form äußern würde.

Dörte ZBIKOWSKI stellt fest, dass SLOMINSKI „*bei den überladenen Fahrrädern Beweglichkeit* (unterbindet), *wo sie eigentlich unerlässlich ist.*“<sup>12</sup> Doch auch behelfsmäßige Transportvehikel sind bisweilen tatsächlich so beladen, dass sie kaum zu manövrieren geschweige denn zu fahren sind. Gleichwohl trifft ZBIKOWSKIS Aussage auf andere Arbeiten SLOMINSKIS wie den *Rollstuhl zum Querren der Treppe in Odessa* (2000) zu (Abb. 3.13). Mehrfach und vorzugsweise für Rollstuhlfahrer baute der Künstler Vorrichtungen, die auf die speziellen Bedürfnisse Gehbehinderter zugeschnitten erscheinen, für diese jedoch eher eine zusätzliche Behinderung als eine Erleichterung sind.<sup>13</sup> ZBIKOWSKI interpretiert die Fahrräder als Hindernisse und verweist darauf, dass „*schon die Tierfallen als trügerische Hindernisse erkannt werden*“ konnten.<sup>14</sup> Auch das Herrenfahrrad wird zuweilen als Falle bezeichnet. Die früheste Textstelle, in der das Herrenfahrrad in die Nähe der Falle gerückt wird, ist das assoziative Ende der Laudatio von Jean-Christophe AMMANN bei der Verleihung des Karl-STRÖHER-Preises an Andreas SLOMINSKI am 04.11.1991.

„*Der Verheißung medialer Permissivität steht ein Foto gegenüber, das der Fallensteller kürzlich in Frankfurt aufgenommen hat: Ein übervoll bepacktes Fahrrad eines Landstrei-*

<sup>10</sup><http://www.3sat.de/kulturzeit/specials/112211/index.html>, Stand: 14.01.2008.

<sup>11</sup>Freundliche Auskunft von Peter SCHIERING, Redaktion KULTURZEIT in einem ausführlichen Telefonat am 14.01.2008.

<sup>12</sup>ZBIKOWSKI (2005), S. 15.

<sup>13</sup>Siehe auch *Schrank für Liebhaber im Rollstuhl* (2006) oder *Ohne Titel* (2006), eine Wippe mit einer kleinen Plattform an einem Ende, auf der ein Kind im Rollstuhl mit wippen kann.

<sup>14</sup>ZBIKOWSKI (2005), S. 15. „*Auf die Parallelität von Falle und Hindernis in übertragenem Zusammenhang hat SLOMINSKI hingewiesen, als er über das Golfspiel nachdachte (...)* *Die Spielbahnen werden von hohem Gras, Büschen, Bäumen, Bächen, Seen umgeben und gekreuzt. Das sind natürliche Hindernisse und Fallen. Wo landet der Golfball? Der Ball muß von der Stelle aus gespielt werden, an der er nach dem letzten Schlag liegen geblieben ist. Manche Bälle werden unspielbar oder können nicht wieder gefunden werden.*“ SLOMINSKI (1986), S. 69.”

### 3 Werkgruppe Fahrräder



Abbildung 3.13: *Rollstuhl zum Queren der Treppe in Odessa* (2000).

*chers lehnt an einem Sockel (...) Das Chaos findet seine Ökonomie in der Verteilung der Gewichte. Ein Fundstück. Hat das etwas mit der Falle des Fallenstellers zu tun? Vielleicht so, wie wenn jemand, der in die ‚Abseitsfalle‘ geraten ist, sich in dieser zu recht zu finden versucht.“<sup>15</sup>*

Alle Arbeiten SLOMINSKIS können metaphorisch als Fallen betrachtet werden, angesichts derer sich der Betrachter unwohl fühlt und vom Künstler benutzt wird. Bei den Tierfallen steht der Unwillen etwas zu betrachten, was zum Töten gemacht wurde im Widerspruch zur äußeren Form der Fallen, die dazu einlädt, sich mit ihr auseinanderzusetzen.<sup>16</sup> Bei dem Herrenfahrrad ist es die Schwierigkeit, etwas als Kunst zu betrachten, was schon im Alltag lieber nicht gesehen wird. Bei den Folgefahrrädern sind die sozialen Umstände beunruhigend (Kinderfahrrad 1993, MMK; Kinderfahrrad 1996–97, Sammlung SATO) oder es ist allgemein die Assoziation mit einer Funktion (Überleben ohne Zuhause), die mit dem Museum unvereinbar ist. Der Betrachter versucht die Umstände hinter den Kunstwerken zu verstehen, doch alle Fragen an das Kunstwerk bleiben offen, alle Erklärungsansätze führen in eine Sackgasse. *„Der Betrachter bleibt stets außen vor – staunend oder zweifelnd, verärgert oder amüsiert, sich die Zusammenhänge aus den Spuren erschließend und die*

<sup>15</sup> AMMANN (1993), S. 10.

<sup>16</sup> „All SLOMINSKI’s works can be seen as traps in the metaphorical sense of making the viewer feel uncomfortable (...) There is a conflict between the viewer’s reluctance to admire what are essentially tools of death, and their engagement with these objects, which invite formal contemplation.“ SERPENTINE GALLERY (2005), S. 8.



### 3.1 Bedeutung des Herrenfahrrads für die aktuelle Kunst

Wahrheit überprüfend.“<sup>17</sup> Vielleicht ist auch der Versuch, die Kunstwerke von SLOMINSKI interpretieren zu wollen, eine Falle.

„SLOMINSKIS *Obsessionen sind ziemlich legendär. Seine Weigerung, Erklärungen zu liefern, seine systematische Praxis des Zweifelns, seine kontinuierliche Ablehnung des Praktischen werden oft herangezogen, die Absurdität seiner Arbeit und seinen bizarren Lebensstil zu erklären. Manche sagen sogar, er lebe in einem Container ohne Fenster. Was dafür sprechen könnte, dass er sich selbst zuerst eine Falle gestellt hat (...)* Und doch scheint eine seltsame Logik alle seine Handlungen zu verbinden: Seine Welt ist höchst systematisch und gut durchdacht, aber ihr Organisationsprinzip bleibt völlig rätselhaft und fast schon autistisch in seiner Obskurität.“<sup>18</sup>

GROYS weist auch auf eine ausgeprägte zeitliche und örtliche Gebundenheit innovativer Kunstwerke hin. „*Jeder historisch konkrete Vergleich zwischen Wertvollem und Profanem war stets örtlich und zeitlich begrenzt und eben diese Vergleiche gehen als wertvoll in die kulturellen Archive ein.*“<sup>19</sup> Der Vergleich liegt hier zwischen dem Fahrrad eines Heimatlosen und dem Fahrrad SLOMINSKIS, das aussieht wie ein Obdachlosenfahrrad, es aber nicht ist. Das Herrenfahrrad verweist auf ein real existierendes Obdachlosenfahrrad, das der Künstler in unmittelbarer Nähe zum Ausstellungsort des Kunstwerks und zur größten Frankfurter Einkaufsstraße entdeckte. Sowohl das Vorbild als auch das Kunstwerk befinden sich in einer Umgebung, die ausschließlich auf Konsum von Waren und Kultur ausgerichtet ist, in der Finanzmetropole Frankfurt. Plastiktüten in dieser Umgebung sind Trophäen des Konsums, doch man sieht dem damit bepackten Rad sofort an, dass hier nichts gekauft wurde. Die extensive Nutzung von Plastiktüten ist für die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts ebenso typisch wie der hemmungslose Konsum. Torkild HINRICHSSEN schreibt über Plastiktüten:

„*Wahrscheinlich ist für die letzten 30 Jahre wenigstens typischer als die Verpackungsindustrie und die damit gekoppelte Werbegrafik. Beide vereinen sich in den Kunststofftragetaschen, die seit etwa 1960 in ungeheueren Mengen die Welt überflutet haben, nichtsdestoweniger aber Wegwerfartikel (,Verbrauchsmaterial‘) sind und von den Konsumenten als nicht aufhebenswert erachtet werden, es sei denn für eine – auch zeitlich befristete – Zweitverwendung (z. B. zur Müllablage).*“<sup>20</sup>

Reale Obdachlosenfahrräder sind eine Ansammlung von industriell gefertigten Gegenständen, die von einem Nicht-Künstler zusammengetragen wurden. Andreas SLOMINSKI bringt einen dieser alltäglichen Gegenstände scheinbar unverändert in den musealen Kontext.

Das Ausmaß an Gestaltung am Herrenfahrrad ist nicht gesichert, es soll „*bis ins klein-*

<sup>17</sup>ZBIKOWSKI (2005), S. 27.

<sup>18</sup>Massimiliano GIONI, in: KITTELMANN / KRAMER (2007), S. 20–22.

<sup>19</sup>GROYS (1992), S. 61.

<sup>20</sup>HINRICHSSEN (1983), S. 239. SCHNÖKE prognostiziert das Verschwinden der Plastiktüte wegen des zunehmend unvertretbaren Erdölverbrauchs. Sie dokumentieren einen sehr begrenzten Zeitausschnitt. SCHNÖKE u. a. (1986), S. 8.

### 3 Werkgruppe Fahrräder

ste Detail konstruiert“<sup>21</sup> sein. Magdalena BROSKA bezeichnet das Tandem als „sorgfältig gestaltetes objet trouvé“.<sup>22</sup> Plastiktüten und andere Taschen seien farblich auf einander abgestimmt, Buchstabenfolgen und farbliche Wiederholungen lassen eine Gestaltungsabsicht erkennen. Vermeintliche Fundstücke wie die Plastiktüten an den Rädern sind handgefertigte Unikate, einzeln beklebt, beschmutzt, durchlöchert und zerknittert. „Nach langer Suche müssen die Gegenstände und Materialien bei der Auswahl zunächst vielfältigen Qualitätskriterien genügen.“<sup>23</sup> Die Farbigkeit SLOMINSKIS Werke ist immer von der fertigen Gegenstände und Materialien bestimmt.<sup>24</sup> Die Fahrräder sind durchkomponierte Skulpturen<sup>25</sup>, in denen nicht zuletzt auch das ausponderierte Gleichgewicht eine Rolle spielt.

SLOMINSKI geht es nicht um das Fundstück, sondern um den Typus.<sup>26</sup> Er ruft Assoziationen hervor, die an der verstörenden Wirkung des Herrenfahrrads maßgeblich beteiligt sind. Wichtiger als das Aussehen ist also die Funktion. Darin unterscheidet es sich vom Ready-made. „SLOMINSKI verweigert seinen ‚Ready Made‘ Arbeiten die ästhetische Dimension, er verweist auf ihre Funktion, die sie nur an bestimmten Orten oder in einem speziellen Kontext erfüllen können.“<sup>27</sup>

„Die Kunsthistorikerin Sabeth BUCHMANN fasst in ihrem Beitrag in *Du Monts Begriffsllexikon zur zeitgenössischen Kunst unter dem Begriff ‚Konzeptkunst‘ Positionen zusammen, die bildende Kunst nicht allein als Synonym für physische Objekte verstehen, sondern als ein Feld der Verhandlung der gewandelten kulturellen Bedeutungen von Bild, Sprache und Repräsentation ansehen (...)* Die Umsetzung des Konzepts (...) soll entsprechend dem Anliegen der Konzeptkünstler keinerlei Hinweise auf die Individualität des Urhebers geben. Das Konzept muss nicht zwingend vom Künstler selber, sondern es kann ebenso gut von einem Dritten oder in manchen Fällen sogar von einer Maschine ausgeführt werden. Ein Konzept besteht sowohl in der ideellen Ebene eines Werks als auch in Anweisungen über seine Herstellung.“<sup>28</sup> Auf die Anstrengungen, die SLOMINSKI unternimmt, um als Künstlerpersönlichkeit für das Publikum ungreifbar zu bleiben, wurde bereits hingewiesen. Viele seiner Aktionen müssen von Dritten ausgeführt werden. Seine Arbeiten und Aktionen sind durch ein Gesamtkonzept verbunden.

Nach FAUST tritt beim Readymade-Konzept die sprachliche Formulierung an Stelle des (unausgeführten) Kunstwerks, das Konzept ist wichtiger als das ausgeführte Kunstwerk.<sup>29</sup> Der Bezug zum Readymade ist bei den Kunstwerken von SLOMINSKI unterschiedlich ausgeprägt, jedoch klar vorhanden. Das Konzept von SLOMINSKIS Arbeiten, seien es

---

<sup>21</sup>KRAMER (1993), S. 20.

<sup>22</sup>Vgl. Vortrag von Dr. Magdalena BROSKA am 27.09.2007, VdR-Tagung, Bonn, über das Tandem.

<sup>23</sup>KRAMER (1993), S. 20.

<sup>24</sup>KRAMER (1993), S. 19.

<sup>25</sup>ZBIKOWSKI (2005), S. 15.

<sup>26</sup>AMMANN (1993), S. 9 trifft diese Aussage in Bezug auf die Werkgruppe der Abreißkalender, sie ist jedoch übertragbar auf die Fahrräder.

<sup>27</sup>AMMANN (1993), S. 6.

<sup>28</sup>HALDEMANN (2005), S. 20.

<sup>29</sup>HALDEMANN (2005), S. 21.

### 3.2 Ausgewählte Fahrräder: Beschreibung und Erhaltung

die Fahrräder, die Tierfallen oder anderes, das die Denkleistung und Erinnerungen der Betrachter einbezieht, ist essentiell. Unausgeführt, als Readymade-Konzept würden seine Kunstwerke nicht funktionieren, denn auch die präzise handwerkliche Ausführung und die Gestaltung sind wichtige Aspekte seiner Kunst: „*No matter how much focus is put on the actions that SLOMINSKI executes and the performative notion his objects bear, the artist ultimately is a sculptor for whom aspects of form, shape, surface, and space play a tremendous role.*“<sup>30</sup>

Der Begriff Installation „*umfasst alle Phänomene auf den Raum bezogener künstlerischer Arbeiten, die auf sehr explizite Weise den Betrachtterraum mit einbeziehen, das heißt im Gegensatz zu traditionellen Plastik die Grenzen zwischen Werk und Betrachterumfeld auflösen.*“<sup>31</sup> Der räumliche Bezug ist bei dem Herrenfahrrad einerseits der Widerspruch zwischen dem scheinbaren Straßenobjekt und dem Museum, andererseits hat das Herrenfahrrad einen konkreten Bezug zum Frankfurter Museum für Moderne Kunst, da sein Vorbild unweit des Museums entdeckt wurde und die Grundidee für die gesamte Werkgruppe darstellt. Der in der Definition angesprochene Bezug zur Umgebung meint in erster Linie wohl einen gestalterischen oder ästhetischen. Eine spezielle Präsentationsform – die meisten Fahrräder lehnen an einer Museumswand – ist ebenso bei Installationen häufig zu beobachten.

Es wurde gezeigt, dass die Arbeiten von Andreas SLOMINSKI allgemein und speziell die Werkgruppe Fahrräder Merkmale unterschiedlicher Typen von Kunstwerken tragen. Besonders Eigenschaften, die Readymades, Skulpturen und Konzeptkunstwerke tragen, sind bei SLOMINSKI zu finden, bei den Fahrrädern speziell die letzten zwei.

Wenn es um den langfristigen Erhalt der Fahrräder geht, bieten diese Eigenschaften Konfliktpotential. Der für alle Arbeiten (Fallen, Fahrräder, Kalender, Staubtücher) typische konzeptuelle Gehalt liegt darin, dass der Betrachter zu einer Kette von bestimmten Assoziationen gezwungen wird. Die Assoziationen sind dem Betrachter nicht freigestellt, für die Wirkung der Arbeiten sind die Gedanken fast so wichtig wie die künstlerische Gestaltung. Bei archaischen Gegenständen wie den Tierfallen erscheint die Erkennbarkeit für die Zukunft gewährleistet. Die Methode vieler Obdachloser, ihren Besitz in Plastiktüten verstaut auf Fahrräder zu laden, ist jung. Für das Funktionieren der Fahrräder als „Assoziations-Skulptur“ ist die Kenntnis dieses städtischen Phänomens wichtig.

## 3.2 Ausgewählte Fahrräder: Beschreibung und Erhaltung

Ausgewählt wurden zwei Fahrräder. Zuerst wird das Herrenfahrrad (*Ohne Titel*, 1991, MMK) beschrieben. Da die vorliegende Arbeit dem Erhalt der Tüten an diesem Fahrrad zum Thema hat, werden das Aussehen einzelner Tüten und ihre Erhaltung beschrieben. Das zweite Fahrrad, das genauer untersucht wird, ist das Tandem der Adolf-LUTHER-Stiftung,

<sup>30</sup>HOFFMAN, Jens: *Andreas SLOMINSKI: Adventures*, in: *Flash Art* (36), 2003, S. 136. Zit. nach SERPENTINE GALLERY (2005), S. 7.

<sup>31</sup>STAHL (2002), S. 123–124.

### 3 Werkgruppe Fahrräder

Krefeld (*Ohne Titel*, 1994). Es ist weniger gut erhalten als das Herrenfahrrad, insgesamt fünf Tüten hängen heute nicht mehr im Original am Tandem. Es wurden Reproduktionen gefertigt, die sich zur Diskussion unterschiedlicher Erhaltungsstrategien anbieten. Das Herrenfahrrad und das Kinderfahrrad aus dem MMK, das Tandem der Adolf-LUTHER-Stiftung und das Klapprad der Sammlung GOETZ wurden für diese Arbeit untersucht.<sup>32</sup>

#### 3.2.1 Herrenfahrrad

Das Herrenfahrrad ist ein funktionstüchtiges rotoranges Rennrad ohne Firmenlogo. Es besitzt einen Gepäckträger, sportliche gezahnte Pedale aus Metall, eine Zehn-Gangschaltung (hinten fünf, vorne zwei Zahnkränze). Die Felgen der Rennreifen erscheinen wenig gebraucht, das chromartig glänzende Metall hat kaum Rostflecken. In den Reifen ist Luft, die Ventilkappen sind vorhanden. Eine Luftpumpe befindet sich im Gepäck. Der Lenker ist ein Rennlenker mit Griffen aus schwarzem geriffeltem Kunststoff, der schmale glänzende Sattel ist ebenfalls aus schwarzem Kunststoff. Das Fahrrad ist mit fest montiertem Vorder- und Rücklicht (seitlich am Rahmen montiert, Dynamo am Hinterrad) ausgerüstet. Das Bremskabel der vorderen Bremse ist nicht mit dem Bremsgriff verbunden, klemmt aber ordentlich aufgewickelt zwischen Vorderlicht und Lenkstange. Eine kleine hölzerne Vorrichtung verhindert, dass Gepäck über der Kurbel auf die Zahnkränze drückt. Zwei Fahrradschlösser sichern das Rad gegen Diebstahl. Das eine ist nur um den Hinterreifen gelegt, das andere, eine Kette in einem Kunststoffschlauch mit Vorhängeschloss, umwickelt unter dem Gepäckträger mehrfach den Reifen und schließt den Rahmen ein. Es ist ein gepflegtes, sportliches Fahrrad, doch das Rennrad widerspricht dem Zweck des Rades,<sup>33</sup> es ist mit drei Koffern, vier Taschen und Beuteln, zehn Tüten (zwei davon in einem Korb) so beladen, dass man darauf nicht mehr fahren kann. Im Museum wird das Fahrrad an eine Wand gelehnt präsentiert, ohne Podest oder sonstige Abgrenzung. Es ist mit dem Lenker nach rechtsweisend an die Wand gelehnt, so dass immer nur eine Seite gesehen werden kann. Es soll so aussehen, als hätte es der Besitzer nur kurz abgestellt und käme jeden Moment zurück.

**Gepäck** An der zum Betrachter weisenden Seite des Lenkers (Abb. 3.1) hängen eine weiße SPAR-Schlaufentasche mit roten Griffen, der Aufdruck sind Mohnblumen und ein Schmetterling; darunter eine silberne Plastiktüte mit hell- und dunkelblauem Blumen- und Rankenmuster, ohne sichtbare Schrift; daneben eine weiße SPAR-Tüte mit verdrillten weißen Griffen und dem Tannenbaum-Logo; zu unterst befindet sich eine querrrechteckige graue Sporttasche mit verblasstem beidseitigem weißem „adidas“-Aufdruck und oben zwei weißen Henkeln. Die zur Wand weisende Seite des Lenkers (Abb. 3.14) trägt außen eine weiße PLUS-Tüte (Schwarze Schrift, hellblauer und oranger Balken), darunter eine graue

<sup>32</sup>Notizen zu den Untersuchungen befinden sich in den Anhängen A.3 bis A.6.

<sup>33</sup>KRAMER (1993), S. 20.



Abbildung 3.14: *Ohne Titel* (2000), Wandseite Herrenfahrrad mit Kunststoffkorb, PLUS-Tüte und gestreifter Tüte, Aufnahme von 2008.

Lack-Tasche mit schmalen verdrehten Schlaufen und vorderseitig dünnen rosa Streifen; eine dunkelbraune lederartige Einkaufstasche mit verdrehten Schlaufen. Dicht neben dem Vorderrad hängt an einer weißen Plastikkette und einer weißen Kunststoff-Schnur als Henkel ein großer weißer Einkaufskorb aus Kunststoff, der mit einer weißen Tüte mit buntem Druck (oben) und einem hellblauen Müllsack (unten) gefüllt ist. Das Gepäck hängt teils am Lenker, teils an Fahrradschlössern, die es auch gegen Wegnahme sichern (Abb. 3.15).

Ein an Lenker und Sattel eingehakter Gummi-Spanngurt drückt eine cremefarbene Sporttasche mit gelb-blauen Aufnäh- und Tragegurten auf die Querstange des Rahmens. Darunter im Rahmen liegt ein taschenartiger schwarzer Koffer aus einem lederigen Material. Aus einem metallverstärkten Loch in seinem Boden hängt an einem Metallring ein ringförmiger Haken von ca. 7 cm Durchmesser heraus. Er könnte dazu dienen, den Koffer zwischen Pedal und Zahnkranz an der Kurbel einzuhaken. Über dem Zahnkranz zwischen Ketten-Umwerfer und vorderem V-Schenkel des Rahmens ist waagrecht ein Holzstück mit rotem Klebeband befestigt, das verhindert, dass der Koffer die Zahnkränze blockiert. Auf dem Koffer steht ein hellblauer Müllbeutel, der rechts und links herunter hängt. Darauf liegen eine weiße Tüte mit hellblauem Druck, deren Griffe über die Spitze des Sattels gezogen sind und quer unter dem Sattel eingeklemmt eine dunkelblau gestreifte weiße ALDI-(Nord)-

### 3 Werkgruppe Fahrräder



Abbildung 3.15: An den Lenker und an Schösser gekettete und geknotete Tüten und Taschen und Rückansicht des Herrenfahrrads.

Tüte, zugebunden mit Draht und gelber Kunststoff-Wäscheleine. Ein grüner Einkaufsbeutel aus Kunststoff-Gewebe ist mit den Tragegriffen an den Sattel geknotet, eine hölzerne Wäscheklammer hält alle Griffe am Sattel zusammen. Gegenüber, zur Wand weisend, hängt eine schräg in Magenta und Grau gestreifte große Plastiktüte. Auf dem Gepäckträger liegen unten ein blaugrauer Koffer und darauf eine dunkelrote Reisetasche auf Textil. Auf die Tasche sind ein extra Fahrradmantel, ein Sitzkissen (Oberseite türkis und dunkelblau, Unterseite grau) in dicke halb durchsichtige Folie gepackt und einige gefaltete Plastiktüten (weiße Tüte, gelb-hellgrün-dunkelgrün bedruckt mit „*Kühne* (...)“, darauf rosa-hellblau-dunkelblau bedruckte weiße Tüte) gepackt. Die ganze Ladung des Gepäckträgers wird durch vier umspinnene Gummi-Spanngurte mit Haken befestigt. Das Schlusslicht ist ein blassgrüner Kunststoffeimer der Firma MAUSER (erhabener Schriftzug am Boden) darin steckt eine schwarze Luftpumpe, ein Textil aus vergrautem, schmutzigem Feinrippgewebe, ein gelb-blau-rotes Frotteetuch, ein ca. 2 mm breites weißes Flachkabel, braunes Leder, ein rotes Textil und zu oberst eine weiße Tüte mit schwarzem teils verdecktem Druck (ein Mann). Der Eimer ist mit den Spanngurten und einem hellblauen Zahlenschloß befestigt.

**Inhalt der Tüten** Der Inhalt der prall gefüllten Tüten ist nicht sichtbar, die Kissenform der meisten und das Fehlen spitzer Ausbeulungen lässt einen vielleicht textilen, jedenfalls flachen und faltbaren Inhalt vermuten. In Tüten, deren Öffnungen nicht zugekehrt sind, kommen die Ränder weiterer sorgfältig ineinander gesteckter Tüten zum Vorschein. Bei weißen durchscheinenden Tüten sind teilweise Struktur oder Aufdrucke des Inhalts erkennbar, z. B. Riffel wie von einer groben Jeans oder Cordhose am Boden einer Tüte. Aus seiner seitlich aufgeplatzten Tüte quellen eine gefüllte Tüte und einige weitere zusammengefaltete Plastiktüten.

### 3.2 Ausgewählte Fahrräder: Beschreibung und Erhaltung

**Entstehung und Ausstellung** Zwar enthüllt SLOMINSKI selten die Umstände hinter den Gegenständen, die Entstehung des Herrenfahrrads dagegen ist verhältnismäßig gut dokumentiert. Bei einem Spaziergang mit Mario KRAMER, Kurator am MMK sah Andreas SLOMINSKI unweit des Museums „ein übertoll bepacktes Fahrrad eines Landstreichers an einem Sockel lehnen, auf dem – Ironie des Schicksals – das Programm des Museumsuferfestes plakatiert“<sup>34</sup> war. „Nachdem Andreas SLOMINSKI das ‚originale‘ Fahrrad hier in Frankfurt sah und in ihm, wie in einem Spiegelbild, eine Art Wahlverwandtschaft fand, hat er es fotografiert und bis ins kleinste Detail konstruiert (...) Es ist ein eigenes Fahrrad, bepackt und bestückt wie zum Überleben in einer Notsituation ohne Zuhause.“<sup>35</sup>

Das Herrenfahrrad wurde 1991, im Jahr seiner Entstehung, bei der Hamburger Produzentengalerie durch einen privaten Sammler erworben. Aus der Laudatio von Jean-Christophe AMMAN zur Verleihung des Karl-STRÖHER-Preises an Andreas SLOMINSKI am 04.11.1991 geht hervor, dass das Herrenfahrrad zu diesem Anlass im Museum für Moderne Kunst Frankfurt ausgestellt war. Es wurde dem MMK als Dauerleihgabe zur Verfügung gestellt und 2005 für die Sammlung gekauft. In diesem Zusammenhang wurde die alte Inventarnummer 1991/428L in die heutige Nummer 2005/92 umgeändert. Weitere Ausstellungen, bei denen es im MMK gezeigt wurde, sind *Szenenwechsel II* (06.06.1992–17.01.1993), eventuell auch anschließend *Szenenwechsel III, Andreas SLOMINSKI* (23.09.2006–28.01.2007) und *Taryn SIMON* (29.09.07–20.01.08). Außerhalb des MMK war das Herrenfahrrad nur in der Ausstellung *Die Scheinbaren Dinge* im Haus der Kunst in München von August bis November 2000 zu sehen.<sup>36</sup>

Für das Fahrrad wurde eine Kiste angefertigt, die die Reifen entlastet, damit die Schläuche nicht an der Standfläche verkleben und das Aufpumpen verunmöglichen. Zur Verpackung gehören Molton-Tücher, die von unten um die Tüten gelegt und an Träger in der Kiste geschraubt werden, um die Gepäckstücke zu entlasten.

**Die Tüten** Genauer betrachtet werden acht Tüten, die vorwiegend aus Kaufhäusern und Supermärkten stammen.<sup>37</sup>

- SPAR-Tüte („Tannenbaum“): weiß, grüner Tannenbaum-Aufdruck, weiße Henkel („04 PE-LD“). Die übertolle Tüte hängt unten am gekrümmten Lenker, die Henkel sind zuge dreht. Der SPAR-Schriftzug ist zwischen dem A und dem R geknickt, der rote Hintergrund um das R ist verblichen.
- SPAR-Tüte („Mohn“): weiß, bunter Aufdruck mit Mohnblumen und Schmetterling,

<sup>34</sup> AMMANN (1993), S. 10.

<sup>35</sup> KRAMER (1993), S. 20. Der Verbleib des Fotos ist unbekannt. Am Tag der Fertigstellung dieser Arbeit erhielt die Autorin eine e-mail von der Assistentin des Künstlers, in der sie mitteilt, „Es gibt kein Ur-Fahrrad.“

<sup>36</sup> Die Fernsehreihe *Stations. Meisterwerke zeitgenössischer Kunst*, wurde mit einem Beitrag zum Herrenfahrrad am 26.09.2007 eröffnet.

<sup>37</sup> Die Aufdrucke auf den Tüten sind im Anhang A.2 enthalten.



### 3 Werkgruppe Fahrräder



Abbildung 3.16: SPAR-Tüte „Tannenbaum“, SPAR-Tüte „Mohn“ und „silberne Tüte“.

rote Henkel („Problemlos vernichtbar“). Die Tüte ist prall gefüllt und etwas kleiner als die Tannenbaum-Tüte, die Henkel sind fest verdrillt. Sie hängt zu oberst am Lenker. Unten ist die Tüte mit Schmutzwassertröpfchen übersät.

- Silberne Tüte: metallic-silber mit hellblauen Blumen und dunkelblauen Ranken („STENQUIST<sup>38</sup> 0436-20400 Nr 730“). Die silberne Tüte ist ca. 20 cm länger als die beiden SPAR-Tüten. Sie ist nur knapp zur Hälfte gefüllt. Von oben bis zur Mitte klemmt sie flach zwischen den beiden SPAR-Tüten. Braune Tropfspuren sind an der Außenseite. Ihre Henkel sind eingedreht. Es ist bekannt, dass SLOMINSKI Tüten beschmutzt, in einem Gespräch erwähnte er, dass er Tüten vor der Verwendung zerknüllt habe.<sup>39</sup>

Diese drei Tüten hängen an der sichtbaren Seite am Lenker (Abb. 3.16). Wandseitig (Abb. 3.17) liegt im Kunststoffkorb am Lenker auf einem blauen Müllsack eine

- Bunte Tüte („Regenbogen-Tüte“): weiß mit vorwiegend grün-blauen Aufdruck (Heuschrecke, Schmetterling, Pflanzen, grün-gelb-orange-rot-blauen gestreiften Bänder) („LDPE 4“) Die oben im Korb aufliegende Tüte wird horizontal gestaucht und an einen der Henkel aus Kunststoffketten gedrückt, wenn das Fahrrad an der Wand lehnt.

Wandseitig am Sattel hängen zwei Tüten:

<sup>38</sup>STENQUIST einer der führenden Lieferanten von Packmitteln in Nordeuropa. JD STENQUIST AB ist heute der Firma Papier-METTLER angegliedert. Papier-METTLER zählt europaweit zu den größten Herstellern von Papier- und Kunststofftaschen und Verpackungen. Die Firma wurde 1957 von der Familie METTLER gegründet und ist noch immer in Privatbesitz. [www.stenquist.com](http://www.stenquist.com), ohne Datum, geprüft am 22.01.2008.

<sup>39</sup>Angabe von Andreas SLOMINSKI am 19.01.2008.



### 3.2 Ausgewählte Fahrräder: Beschreibung und Erhaltung



Abbildung 3.17: Regenbogen-Tüte, Streifen-Tüte und PLUS-Tüte.

- Gestreifte Tüte („*Streifen-Tüte*“): weiße Tüte, bis auf die Henkel vollständig mit diagonalen Streifen in Grau und Magenta bedruckt, keine Schrift. Sie hängt mit den Grifföchern über dem Sattel, die Griffe sind einmal eingedreht. Zusammen mit den SPAR-Tüten ist sie am prallsten gefüllt. Sie wird durch die ALDI-Tüte und den Müllsack unterstützt.
- PLUS-Tüte: weiß mit schwarzer Schrift, oben hellblauer, unten oranger Balken („*PELLDPE*“). Ihr Inhalt ist weich und zerknautscht. Mindestens vier Tüten sind ineinander gesteckt, alle Grifföcher hängen über einem ca. 2 cm breiten flachen Haken.

Zum Betrachter (Abb. 3.18) weisen die

- VKS Wolfsburg Tüte: weiß mit hellblauen Rauten („*Problemlos vernichtbar*“). Sie hängt mit den Henkeln am Sattel und ist größtenteils durch einen grünen Stoffbeutel verdeckt. Teils liegt sie auf dem Müllsack auf. Sie ist weniger gefüllt als die übrigen Tüten.
- ALDI-Markt-Tüte: weiß mit dunkelblauen Streifen und dunkelblau-roter Schrift („1991; Tragetasche aus Polyäthylen; 4 PE-LD“). Sie klemmt unter dem Sattel und ist bis auf ihre zugeschnürte Öffnung kaum sichtbar.

Darunter liegt ein weiterer Müllsack. Beide Müllsäcke sind unterstützt und weisen keine besonderen Schmutzspuren oder Schäden auf. Zwei zusammengefaltete Tüten liegen waagrecht auf dem Gepäckträger. Es wird davon ausgegangen, dass es sich bei allen Tüten um Polyethylentüten (LDPE) handelt. Bei einigen Tüten ist ein Hinweis auf das Material angebracht. Andere alte Tüten, von denen FT-IR-Spektren erstellt wurden, bestehen

### 3 Werkgruppe Fahrräder



Abbildung 3.18: VKS-Tüte mit und ohne grüne Tasche, daneben die zugeschnürte ALDI-Tüte.

### 3.2 Ausgewählte Fahrräder: Beschreibung und Erhaltung

ausnahmslos aus Polyethylen. Nur in den Anfängen der Herstellung von Kunststofftragetaschen wurden auch andere Materialien verwendet.<sup>40</sup> Die Bruchkanten beschädigter Tüten ähneln denen von Polyethylenfolien. Auch ihr Geruch ist der von gealtertem PE. Nur die Regenbogen-Tüte ist so geschädigt, dass eine Probennahme vertretbar war. Der Aufdruck, dass es sich bei dem Material dieser Tüte um PE handele, wurde durch das FT-IR-Spektrum bestätigt.

**Erhaltung** Die Untersuchung und Beurteilung des Zustandes des Fahrrades erfolgte mit Ausnahme der Regenbogen-Tüte ausschließlich mit dem bloßen Auge. Das Augenmerk lag auf dem Zustand der Plastiktüten.

Die Regenbogen-Tüte im Kunststoffkorb weist die stärksten Zerfallserscheinungen auf. Sie ist versprödet, vergilbt, hat zahlreiche Risse und Brüche, mehrere Fragmente sind bereits verloren. Im FT-IR-Spektrum (Kapitel 7.1) ist die Oxidation der Tüte sichtbar. Zwar befindet sich die Tüte an der Wandseite, sie ist jedoch kaum verschattet. Große Flächen der Tüte weisen nach oben und sind dem Licht ausgesetzt. Sie wird während der Ausstellung stark mechanisch belastet.

Auch die beiden großen, prallen SPAR-Tüten tragen Spuren der dauerhaften mechanischen Belastung. Der straff eingedrehte rote Henkel der Mohn-Tüte ist eingerissen (Abb. 3.19). Der Riss klafft auf, da der Bereich durch die verdrehten Henkel permanent unter Spannung steht. Ein Henkel ist mit Teilen des Tütenrandes einseitig von der Tüte gerissen. An der Tannenbaum-Tüte ist eine Seitennaht fast auf der ganzen Länge aufgeplatzt (Abb. 3.20). Etwa 7 cm unter der Oberkante ist die Tüte ca. 7 cm auf der Vorderseite waagrecht eingerissen, ca. 5 cm über dem Tütenboden führen beidseitig waagrechte Risse in die Folie. Der SPAR-Schriftzug ist zwischen dem A und dem R geknickt, der rote Hintergrund um das R ist sichtbar verblichen.

Die Henkel dieser und auch der silbernen Tüte sind eingedreht, doch beide hängen am unteren Ende des Rennlenkers, die Henkel sind durch die Mohn-Tüte vor Licht geschützt und intakt. Die schwach gefüllte und verschattete silberne Tüte mit verteilter Belastung weist keine sichtbaren Schäden auf. Auch die VKS-Tüte und die ALDI-Tüte sind nur leichter, gut verteilter Belastung ausgesetzt. Ihre Beweglichkeit ist eingeschränkt und die bestrahlte Fläche ist klein. Sie sind augenscheinlich unbeschädigt. Die beiden weitgehend lichtgeschützten Tüten an der Wand (PLUS-Tüte und Streifen-Tüte) wirken stabil, obwohl sie während der Ausstellungen zusammengedrückt werden. Die Zugbelastung der PLUS-Tüte verteilt sich auf alle ineinander steckenden Tüten und ist gering. Obschon der Inhalt die gestreifte Tüte aufbläht, trägt die Folie keine Zeichen des Zerfalls, nur der obere Teil ist leicht ausgebleicht.

Die beiden gefalteten Tüten, die unbeweglich unter Spanngurten auf dem Gepäckträger klemmen, weisen immer in Richtung einer Lichtquelle, erscheinen aber intakt.

---

<sup>40</sup>Frühe Tüten und Beutel bestanden vereinzelt auch aus Polypropylen und PVC. SCHNÖKE u. a. (1986), S. 17.

### 3 Werkgruppe Fahrräder

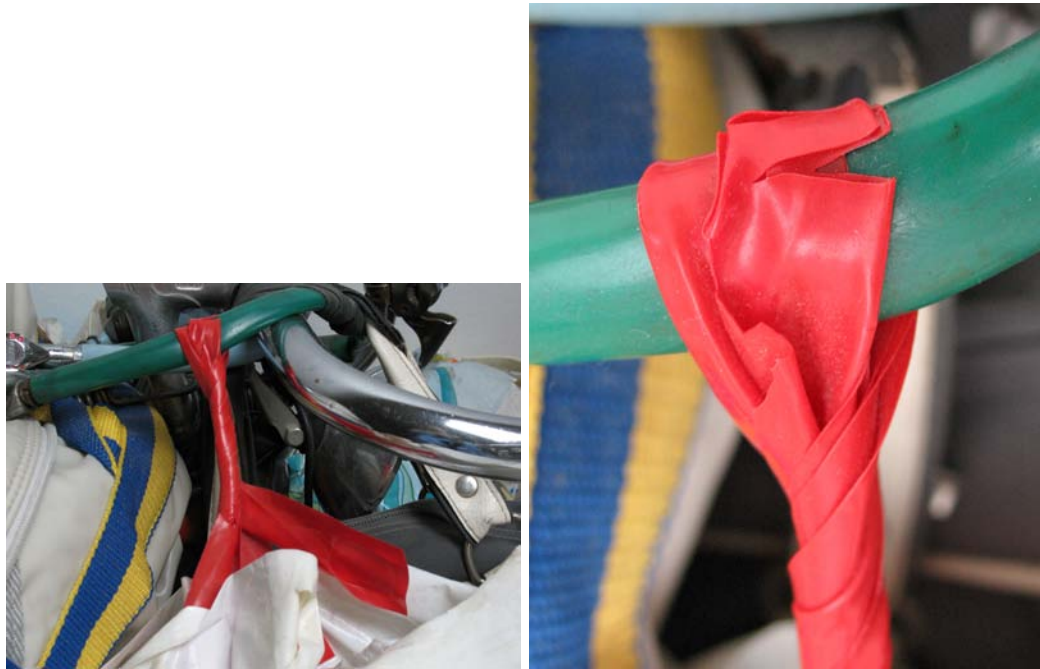


Abbildung 3.19: Eingerissener Henkel und zerschlissene Oberkante der Mohn-Tüte.

An der unterschiedlichen Erhaltung der Tüten ist erkennbar, dass die Tüten, die am meisten dem Licht und wechselnder mechanischer Belastung ausgesetzt sind am meisten geschädigt sind. Die meist geschädigte Tüte ist die Regenbogen-Tüte, die unter direkter (einschneidende Kunststoffkette) und indirekter (Stauchung) mechanischer Belastung und Beleuchtung zugleich leidet (Abb. 3.21). Druck- und Zugbelastung bei geringer Lichteinwirkung (wie z. B. bei der gestreiften Tüte) schädigen die Tüten deutlich weniger. Die gefalteten Tüten, die dem Licht ausgesetzt sind aber keiner Zugbelastung sondern nur konstantem Druck zeigen keine Schäden.

Die Reisetaschen und Koffer weisen keine Anzeichen von Zerfall auf, wenngleich die Farben keine Leuchtkraft haben und davon ausgegangen werden muss, dass sie verblasst sind. Das Fahrrad selbst ist stabil, an den unlackierten Metallteilen (Felgen, Speichen, Kurbel, Zahnkränze) befinden sich leichte Korrosionsspuren. Gummiteile wie die Mäntel der Reifen und ein nicht umspannener Spanngurt sind rissig und spröde.

Es wird davon ausgegangen, dass die am Fahrrad hängenden PE-Tüten durch die Schwerkraft und den Druck ihres Inhalts gedehnt werden. Verursacht durch Oxidation und durch Zugbelastung der Polyethylenfolie, die im Kapitel 4.6 zur Alterung von Polyethylen(-Tragetaschen) behandelt wird, entstehen Risse in den Tüten. Durch die Bildung von kristallinen Bereichen, durch Umordnung der Polymerbruchstücke und durch Abnahme des Molekulargewichts versprödet Polyethylen.



### 3.2 Ausgewählte Fahrräder: Beschreibung und Erhaltung



Abbildung 3.20: Seitlicher Riss in der Tannenbaum-Tüte.



Abbildung 3.21: Zerfallene Regenbogen-Tüte und oben verblichene Streifen-Tüte.

### 3 Werkgruppe Fahrräder

Das waagrechte Durchreißen der Tannenbaum-Tüte ist absehbar, denn sie ist bereits seitlich eingerissen. Die Kanten des Risses sind gezackt, was ein Hinweis auf die reduzierte Kettenlängen des PEs in der Folie ist. Genauer wird diese Beobachtung im Kapitel 5.5 zu Reproduktionen beschrieben. Die Henkel der Mohn-Tüte werden entweder am Lenker durch- oder vom oberen Tütenrand abreißen. Die Zersetzung der Regenbogen-Tüte ist sichtbar. Ihr jetziger Zustand erlaubt es nicht, die Tüte zu bewegen, ohne dass weitere Stücke von der Tüte brechen. Farblich veränderte sich einerseits der Aufdruck auf den Tüten, andererseits neigen die Folien selbst in unterschiedlichem Maß zur Vergilbung. Vergilbung ist an den Fragmenten der Regenbogen-Tüte zu beobachten und an der Kante einer gefüllten Tüte in der Tannenbaum-Tüte. Oben an der Kante, wo die Tannenbaum-Tüte schon länger eingerissen ist, ist die innere Tüte vergilbt, sonst nicht.

#### 3.2.2 Tandem

Das Tandem (1994) ist Eigentum der Adolf-LUTHER-Stiftung, Krefeld und seit 2004 im Museum der bildenden Künste Leipzig ausgestellt (Abb. 3.22). Es ist ein Rad der Marke Flandria, blau, mit silberfarbenen Schutzblechen und besitzt Vorder- und Rücklicht, einen Dynamo und Rückstrahler vorne und hinten. Beide Sättel sind schwarz. Vorne ist ein genieteter Damensattel, mit schwarzem Klebeband geflickt, hinten ein Herrensattel mit Steppnähten. Die Lenker sind aus blankem Metall. Der vordere Lenker besitzt blaue moderne Kunststoffgriffe, zwei alte Bremsgriffe aus Metall, eine silbern glänzende Klingel und eine altmodische Dreigangschaltung. Der hintere Lenker hat weiße, längs geriffelte Kunststoffgriffe. Das Fahrrad lehnt unabgesperrt an der Wand und weist nach rechts.

**Gepäck** Das Gepäck besteht aus einem Koffer, zwölf Taschen und Säcken, zehn Tüten, zwei Schulranzen, Werkzeug und vier Taschen mit langen Henkeln aus einem Gewebe aus flachen Kunststofffäden, nachfolgend „große Henkeltasche“ genannt.

An der zum Betrachter weisenden Seite des vorderen Lenkers hängt eine weiße Plastiktüte mit einem großen gelben Punkt in der Mitte, in dem in hellgrün (ursprünglich rot) „HiLo Supermarkt“ steht. Die Traglöcher der Tüte sind auf einen grauen Kleiderbügel mit abgebrochenen Enden gesteckt und am Lenker eingehängt. Dahinter ist an einem schwarzen Kunststoff-Kleiderbügel auf gleiche Weise eine türkisfarbene Tüte ohne Aufdruck befestigt. Ein dritter Bügel ist ohne Behang, die zugehörige Tüte ist beschädigt und gegenwärtig (2008) verwahrt. Fehlende Tüten werden nachfolgend bei der Erhaltung des Tandems beschrieben. Ein dunkeltürkiser Schulranzen von SCOUT, dessen Träger um den Lenker gewickelt sind, ist kaum sichtbar. Er trägt den Aufkleber „FC St. Pauli Fans Gegen Rechts“. Auf Höhe des Vorderrades hängt eine rot-blau-weiße große Henkeltasche mit blauen Griffen. Wandseitig hängen ein unbeschädigter weißer Kunststoffkleiderbügel, ein nierenförmiger Metalleimer, den ein runder Stein mit ca. 10 cm Durchmesser füllt und eine schwarze Umhängetasche mit weißer Klappe und einem in Regenbogenfarben gestreiften Tragegurt. Ein roter Salzstreuer aus Kunststoff steckt in der Tasche. Zwischen

### 3.2 Ausgewählte Fahrräder: Beschreibung und Erhaltung



Abbildung 3.22: *Ohne Titel* (1994), Aussehen des Tandems im Dezember 2008.

dem Lenker und dem vorderen Sattel sind gestapelt: zu unterst ein schwarzer Rucksack mit violetter Vordertasche, darauf ein transparenter matter Kunststoff-Sack mit blauem Druck „Sch (...) KASA“, gefüllt mit Textilien. Der Sack liegt quer und ist oben zugebunden. Mit einem grau umspinnenen Spanngurt sind auf den Sack eine gefaltete beige Tüte aus recyceltem Material mit blauem Aufdruck und ein gelber Schwamm (ca. 30 x 15 cm) mit maiskolbenartiger Oberfläche geschnallt. Am Sattel klemmt ein Laubsägebogen ohne Sägeblatt.

Am hinteren Lenker hängen: ein Schlüsselanhänger mit gelber Spirale aus elastischem Kunststoff und grünem Haken, an dem ein weißer Trichter mit blauem Schlauch befestigt ist; eine rote Bratpfanne aufgehängt an einer verbogenen Griffstange für Vorhänge, eine große weiße Reißverschluss tasche mit roter Schrift „GENICOM“ und roten Griffen; eine weiße Tüte mit rot-grün-schwarzem Druck „(...) essen (...) ang (...) ein (...) neck“, beklebt mit schwarzem Gewebe- und Paketklebeband; eine weitere rot-blau-weiß gestreifte große Henkeltasche mit einer weißen Luftpumpe darin. An diverse Schnüre sind zwei ineinander gesteckte weiße Blumen-Hängekörbe gebunden, für Kleinzeug wie eine rote Kerze, einen Autoseiten Spiegel, ein blaues Kunststoff-Feuerzeug, einen Teelöffel, eine weiße Porzellantasse, einen weißen Kunststoffkochlöffel und weißes Schokoladenpapier mit gold-grünem Aufdruck „MAURINUS Alpenrahm-Nuss“.

Mittig an der verdeckten Seite befinden sich kaum sichtbar eine rot-grün-weiße große Henkeltasche mit Kleidung in einer transparenten Tüte, eine prall gefüllte große Henkeltasche in rot, gelb, grün und blau mit einer kleinen flachen Schnapsflasche in einer Seitentasche,

### 3 Werkgruppe Fahrräder

eine orange Kunststofftasche mit floralen Mustern in weiß, ein orange-hellblauer Sack, eine schwarze Einkaufstasche, eine blaue Stofftasche und eine kleine transparente blass-orange Tüte mit viereckiger Margarine-Schachtel und drei losen Zigaretten.

Hinter dem zweiten Sattel ist auf der sichtbaren Seite ein blauer Spaten mit Holzstiel mit einem schwarzen Riemen an ein blaues Fahrradschloss gegurtet. Am Schloß hängt eine große weiße Plastiktüte mit schwarzen Mustern und purpurfarbener Aufschrift „JEAN PASCALE“, sie ist mit weiteren Tüten befüllt. Dahinter fehlt 2008 eine weitere Tüte (siehe Abschnitt „Erhaltung“). Daneben hängt an einem Brett, das auf den Gepäckträger geschnallt ist, ein roter SCOUT-Schulranzen. Hinten steckt auf einem schwarzen Kunststoff-Kleiderbügel eine matte transparente Tüte mit rotem abgeriebenen Aufdruck, „Zirkel (...) yde“. Sie ist mit schwarzem Gewebe-Klebeband (ca. 5 cm breit) und Paket-Klebeband beklebt. In dieser Tüte sieht man eine weiße Tüte mit grünem und hellblauem Druck „Orangen“ und Blätter-Muster. Das Motiv steht auf dem Kopf und ist spiegelverkehrt.

Auf dem Holzbrett sind ein dunkelblauer Koffer aus Leder oder Lederimitat, eine transparente Tüte mit türkisfarbenem Inhalt „aus Recycling Kunststoff“ mit Umweltzeichen der EU und eine große weiße rechteckige Stofftasche mit hellblauer Vordertasche und blauem Aufdruck „NAUTICA“ gestapelt. Diese drei Gepäckstücke sind mit einer weißen Kordel (Durchmesser ca. 1 cm) in transparenter Kunststoffummantelung befestigt.

An der zur Wand weisenden Seite des Gepäckträgers hängt eine heute grünliche Tüte in Jeansoptik mit dem roten Schriftzug „JACK & JONES“ an einer roten Gartenharke. Tüte und Harke nehmen den Platz einer dritten, fehlenden (siehe Abschnitt „Erhaltung“), Tüte ein. Vor dem Hinterrad hängt eine dunkelgraue, gesteppte, seidige Stoffhandtasche über einem weißen Stoffbeutel, der mit einer weißen Plastiktüte gefüllt ist.

**Inhalt** Wie beim Herrenfahrrad ist auch beim Tandem der Inhalt der Tüten meist verborgen. Vereinzelt sind Textilien und weitere Plastiktüten sichtbar. Magdalena BROSKA, Kuratorin der Adolf-LUTHER-Stiftung, erwähnte in einem Vortrag über das Tandem, dass in einer Tüte von ihr gekaufte Babykleidung steckt, die sie Andreas SLOMINSKI auf dessen Wunsch für das Tandem überließ. Das Neugeborenen-Set, das im September 1994 in vermutlich eine der vorderen Tüten gesteckt wurde, steht im Zusammenhang mit der Geburt von Frau BROSKAS Kind.<sup>41</sup> Bei einer Restaurierung wurde ein Stück Schokolade, das in Aluminiumfolie gewickelt war durch ein Stück Passe-par-tout-Karton ersetzt.<sup>42</sup> Der Inhalt von drei Tüten (siehe 3.2.2) beträgt 650–950 g.<sup>43</sup>

**Ausstellung** Das Tandem wurde 1994 durch die Krefelder Adolf-LUTHER-Stiftung von der Produzentengalerie, Hamburg, erworben und als Dauerleihgabe im Kaiser Wilhelm

<sup>41</sup>Freundliche telefonische Auskunft von Dr. Magdalena BROSKA am 19.02.2008.

<sup>42</sup>Angaben von Dr. M. BROSKA und Dipl. Restaurator S. KÖHLER, Vortrag am 27.09.2007.

<sup>43</sup>Freundliche Auskunft von Dipl. Restauratorin Sybille RESCHKE, Museum der bildenden Künste Leipzig, am 03.03.2008.



### 3.2 Ausgewählte Fahrräder: Beschreibung und Erhaltung

Museum (KWM), Krefeld, ein bis zwei Jahre lang gezeigt.<sup>44</sup> Die Bedingungen im KWM entsprechen nicht den üblichen Museumsstandards, durch Tageslichteinfall werden teils sehr hohe Beleuchtungsstärken erreicht.<sup>45</sup> Anschließend war es im Depot des Kaiser Wilhelm Museums eingelagert.<sup>46</sup> Vermutlich wurde das Tandem vor der Präsentation auch im Museum Haus LANGE oder Haus ESTERS in Krefeld gezeigt. Ein älteres Foto in einem Raum mit Parkettboden, der sich nicht im KWM befindet, belegt eine frühere Station des Tandems.<sup>47</sup> 2003/2004 wurde es restauriert und anschließend als Dauerleihgabe ins Museum der bildenden Künste Leipzig gebracht. Es ist seit 2004 bis heute, 2008, durchgehend ausgestellt. Vor der Restaurierung wurde das Tandem auf den Rädern stehend gelagert, danach wurde eine Transportkiste gebaut, in der es mit dem Rahmen auf zwei Pfosten befestigt und angehoben wird. In der Kiste sind keine Vorrichtungen zur Unterstützung des Gepäcks vorgesehen.

**Erhaltung** Wird der Zustand des Tandems im Dezember 2007 mit Aufnahmen verglichen, die vor 2003 entstanden, fallen einige Veränderungen ins Auge.

Am augenscheinlichsten ist das Fehlen von drei Tüten. Die fehlenden Tüten sind eine weiße mit grüner Schrift „DYNAMIT NOBEL“ und drei schwarzen Quadraten darunter, eine weiße Tüte mit rot-gelb-blauem Druck „KODAK Professional Depot“ und eine weiße Tüte mit gelbem Hintergrund und schwarzer Schrift „Wolfgang STEUP Farben Tapeten Bodenbeläge“. Sie ist mit vorwiegend schwarzem Gewebeband, vereinzelt mit braunem Paketklebeband beklebt. Ihre Tragegriffe sind mit schwarzem Gewebeband verstärkt. Vermutlich ist das Abfallen dieser Tüte ein Transportschaden, die beiden anderen Tüten fielen während der Ausstellung in Leipzig ab. Vandalismus wird zumindest in einem Fall als Ursache vermutet. Am vorderen Lenker hing zwischen der türkisen Tüte und der großen Henkeltasche die beklebte STEUP-Tüte an einem Kleiderbügel. Die Leerstelle wird verkleinert, da die quer liegende transparente Tüte mit zugebundenem Ende weiter herunter hängt als früher. Hinten am Rad wandseitig befand sich die KODAK-Tüte, an deren Stelle heute die grünliche JACK & JONES-Tüte hängt. Die heute fehlende DYNAMIT NOBEL-Tüte war hinter der JEAN PASCALE-Tüte befestigt.

Die HILO-Tüte mit gelbem Punkt vorne und die JACK & JONES-Tüte mit Jeansoptik hinten am Tandem sind Reproduktionen, die während der Restaurierungsmaßnahmen

---

<sup>44</sup>Die genaue Präsentationsdauer ist nicht rekonstruierbar. Freundliche Korrespondenz mit Dipl. Restaurator S. KÖHLER, Kaiser Wilhelm Museum, Krefeld, 20.11.2007.

<sup>45</sup>Die Ausstellungsräume sind nicht klimatisiert. Der Präsentationsraum im KWM (Raum M5) liegt im Mittelgeschoß im Südflügel und hat Fenster auf der Südseite. Nesselbespannte Rahmen dienen als Lichtschutz. Bei direkter Sonneneinstrahlung werden trotz Lichtschutz 400–500 Lux erreicht, die UV-Werte werden mit 80 mW/lumen angegeben. Angaben von Dipl. Restaurator S. KÖHLER, Kaiser Wilhelm Museum, Krefeld, 20.11.2007.

<sup>46</sup>Das Depot des KWM ist unklimatisiert mit nordseitigem Tageslicht, die Fenster sind mit dickem Papier abgeklebt. Dipl. Restaurator S. KÖHLER, Kaiser Wilhelm Museum, Krefeld, 20.11.2007.

<sup>47</sup>Rekonstruktion der Ausstellungshistorie mit freundlicher telefonischer Beratung durch Dipl. Restaurator S. KÖHLER, Kaiser Wilhelm Museum, Krefeld, 11.02.2008.

### 3 Werkgruppe Fahrräder

2003/2004 angefertigt wurden. Dabei tauschte man auch beide Schläuche aus, da sie nicht mehr aufgepumpt werden konnten.

Die Reproduktionen entsprechen in Farbigkeit, Transparenz, Faltenwurf und teils in der Platzierung nicht dem Original. Beide Tüten sind aus einer opaken und dickeren Folie, die besonders der milchig weißen HiLo-Tüte ein anderes Aussehen gibt. Das Material ist steifer, unterschiedliche Weißgrade durch doppelt gelegte Folie fehlen. Vor dem H von HiLo schienen die Buchstaben „Ist (...) Ge (...)“ in zwei Zeilen und „HERTIE“ durch. Auch unter dem gelben Punkt auf der Tüte war ursprünglich ein Loch, durch das der rote Inhalt zu sehen war. Der heute hellgrüne Schriftzug „HiLo“ war ursprünglich auch rot. Das Loch wurde für die Reproduktion weder gedruckt übernommen noch nachträglich ausgeschnitten. Die Stelle, an der sich das Loch befand, gibt Grund zur Annahme, dass das Loch keine Verschleißerscheinung, sondern vom Künstler gewollt ist. Auch die Kombination aus roter Schrift und rotem Inhalt und die runde Form des Lochs, das eine Verkleinerung des gelben Punkts ist, wirken nicht zufällig. Die originale Tüte war nur mit dem rückseitigen Tragloch auf den Kleiderbügel gesteckt, vorne wurde der Haken oberhalb des Traglochs durch die Tüte gebohrt. Durch das offene Tragloch war das Blau der in ihr steckenden HERTIE-Tüte zu sehen.

Eine Verschiebung der Druckfarben zu Grün ist auch an der reproduzierten JACK & JONES-Tüte zu beobachten, die anstatt Jeans-blau eher türkis ist. Der an einer Schnur befestigte Haken mit der Tüte hing früher auf der Betrachterseite.

Im September 2007 wurden die zwei reproduzierten und die drei später abgefallenen Tüten nach einem anderen Verfahren nachgefertigt, hängen aber noch nicht am Fahrrad.

Der rote Schulranzen neben der Jean Pascale-Tüte ist ausgeblichen, besonders an der ehemals leuchtend orangen Vordertasche. Der orange-blaue Sack, der mit dem Ranzen korrespondiert und früher hinter dem hinteren Lenker zu sehen war, ist heute ganz verdeckt. Der Griff des Spatens lag auf dem hinteren Lenker, seine blaue Schaufel war über der Jean Pascale-Tüte zu sehen. Heute ist sie hinter den roten Rucksack gerutscht. Der Trichter mit blauem Schlauch hängt am vorderen Ende der weißen GENICOM-Tasche, lag ursprünglich aber in der Mitte mit nach hinten weisendem Schlauch, der farblich und in der Ausrichtung Bezug auf den Spaten nahm.

Die kleinen Gegenstände im Pflanzenkorb scheinen weniger geworden zu sein. Auf einer alten Abbildung ist ein kleiner runder Untersetzer aus zusammengeschnittenen Kunststoffperlen zu sehen, der heute fehlt.<sup>48</sup> Insgesamt sind die Gegenstände tiefer in den Korb hinein gerutscht. Der Seitenspiegel lag früher nicht im Korb, er hing an einer Schnur neben dem Korb, halb durch die Pfanne verdeckt. Der Pflanzenkorb ist nach Aussage des Museumspersonals ein beliebter Ort zur Entsorgung von Bonbon-Papieren. Das Tandem hat zum jetzigen Zeitpunkt 2008 mehr von seinem originalen Erscheinungsbild eingebüßt als das Herrenfahrrad, obwohl es drei Jahre jünger ist. Das Aussehen ist im Vergleich zu den

---

<sup>48</sup>Überprüft von Dipl. Restauratorin Sybille RESCHKE vom Museum der bildenden Künste Leipzig am 03.03.2008.

### 3.2 Ausgewählte Fahrräder: Beschreibung und Erhaltung

ältesten Abbildungen anders, da drei Tüten fehlen, zwei gealterte Tüten-Reproduktionen am Tandem hängen und mehrere Bestandteile verrutscht und verblasst sind.

Die Angaben von Sebastian KÖHLER, Kaiser-Wilhelm-Museum, Krefeld, belegen beim Tandem eine hohe Bestrahlungsdosis durch längere Ausstellung in Räumen mit südseitigem Tageslicht. Neben der höheren Lichtdosis ist auch die mechanische Belastung am Tandem höher, da die Tüten bis mindestens 2004 weder während der Lagerung, noch beim Transport nach Leipzig unterstützt oder gegen Bewegung gesichert waren. Beide Räder wurden intern häufig gezeigt aber nur einmal in eine andere Stadt transportiert.

Die erste abgefallene Tüte ist die Jeans-Tüte von JACK & JONES, der Schaden ereignete sich vermutlich im Januar 2003 im Kaiser Wilhelm Museum.<sup>49</sup> Die Tüte ist stark beschädigt. Die HILO-Tüte wurde vorsorglich zusammen mit der JACK & JONES-Tüte ausgetauscht, da ihre Traglöcher ausgedehnt waren. Sie weist keine gravierenden Zerfallserscheinungen auf und könnte möglicherweise in das Tandem reintegriert werden.

Die DYNAMIT NOBEL-Tüte ist waagrecht zerrissen. Die KODAK-Tüte weist sowohl dicht über dem Boden als auch in der oberen Hälfte lange Risse auf. An der STEUP-Tüte sind die mit Klebeband verstärkten Tragegriffe aus- und der Boden partiell eingerissen. Bei diesen drei Tüten erscheint es möglich sie wieder am Tandem auszustellen, sofern eine Möglichkeit gefunden wird, die Tüten dabei mechanisch zu entlasten.

Auch an den drei Tüten-Paketen, die in den in der momentan fehlenden Tüten steckten, sind Schäden zu erkennen. Die Tüten sind an den Henkeln teils ausgerissen und an den Ecken am Boden aufgeplatzt, obwohl die jeweils äußeren Tüten den inneren als Lichtschutz dienten. Bei der weiter unten beschriebenen Untersuchung der Zugfestigkeit einer weißen Tüte (7.4), deren Zustand dem der drei inneren weißen Tüten ähnelte, wurde eine Belastbarkeit von mindestens 1000 g an den am stärksten geschädigten Stellen gemessen. Das Gewicht der Tütenpakete lag zwischen 650 und 950 g.

**Reproduktionen von Tüten 2003 und 2007** Im Jahr 2003 wurden die HILO- und die JACK & JONES-Tüte reproduziert. Sie wurden vom Rad abgenommen,<sup>50</sup> entleert, plan gelegt und analog fotografiert, „*von beiden Seiten und reflexfrei*“.<sup>51</sup> Die digitalisierten Aufnahmen wurden am Computer nachbearbeitet, wobei noch keine Farbveränderung oder Retusche der Verschmutzungen und Falten vorgenommen wurde. Nur Fehlstellen und Risse

---

<sup>49</sup>Die Angabe entstammt Dateiinformationen von digitalen Aufnahmen. Der Boden im KWM ist nach Aussage von Dipl. Restaurator S. KÖHLER Teppichboden. Auf den zwei Aufnahmen ist Teppichboden zu sehen.

<sup>50</sup>Protokoll: Dipl. Restaurator Sebastian KÖHLER, Kaiser Wilhelm Museum, Krefeld, Photograph: Volker DÖHNE, Kaiser Wilhelm Museum, Krefeld.

<sup>51</sup>Angaben zur Reproduktion stammen von Andreas WÜNKHAUS, Adolf-LUTHER-Stiftung, Krefeld. Anhand der identischen Knitterspuren auf Vorder- und Rückseite der Druckvorlage ist ersichtlich, dass dieselbe Seite des Originals für die Reproduktion der JACK & JONES-Tüte verwendet wurde. „*Bei der Anordnung der Bilder zum Druck waren die Breite des Tütenbodens und die spiegelbildliche Ausrichtung des Motivs zu berücksichtigen*“.

### 3 Werkgruppe Fahrräder

in den Tüten wurden u. a. mit der Stempelfunktion des Programms beseitigt.<sup>52</sup>

Die Firma SCHMIDT-Medienteam in Düsseldorf übernahm den Druck und beriet bei der Wahl des Trägermaterials. Das 2003 verwendete Material ist höchstwahrscheinlich eine Polyesterfolie.<sup>53</sup> Der Druck erfolgte mit Hilfe eines Tintenstrahl-Plotters (achtfarbig) vom Typ ENCAD Nova Jet 850 mit einer Auflösung von 720 x 1440 dpi und der Tinte ENCAD CX.<sup>54</sup> Die Faltung und Verschweißung der Folie erfolgte mit einem Impulsschweißgerät durch den Kunststoffverpackungshersteller SCHNEEGE, Mönchengladbach. Die Grifflöcher wurden manuell eingeschnitten.<sup>55</sup> Diese beiden Reproduktionen hängen heute mit originalem Inhalt am Tandem.

Heute, 2008, nach ca. 5 Jahren sind die reproduzierten Plastiktüten nach Aussagen der Besitzer härter, fast papierähnlich. Die Druckfarben erwiesen sich als nicht lichtecht. Die Reproduktion der fünf Tüten im September 2007 erfolgte nicht mehr auf Folien, sondern auf einem Polyester-mischgewebe. Da eine Verschweißung des Gewebes nicht möglich ist, wurden die Tüten vernäht.<sup>56</sup> Bedruckt wurde die Folie in einem lösungsmittelbasierten<sup>57</sup> Tintenstrahl-druckverfahren mit dem Gerät AGFA Grand Sherper 64 mit einer Auflösung von 720 x 720 dpi und MUTOH-ECO Ultra Tinten in den Farben Cyan, Magenta, Gelb, Schwarz, zusätzlich Cyan light und Magenta light. Die beiden alten Druckvorlagen von 2003 wurden wiederbenutzt, die Abbildungen der drei hinzu gekommenen Tüten (DYNAMIT NOBEL, KODAK, STEUP) wurden in Leipzig digital erstellt. Die Klebeband-Applikationen der STEUP-Tüte sind mitgedruckt. Neues schwarzes Gewebeband ist über das gedruckte geklebt. Das braune Paketklebeband wurde als Druck belassen. Die Griffe wurden mit schwarzem Gewebeband nachgebildet. Ein Tesafilm-Streifen an der DYNAMIT-NOBEL-Tüte wurde nicht nachgedruckt oder auf die Replik geklebt.

---

<sup>52</sup>Freundliche telefonische Auskunft am 20.11.2007 von A. WÜNKHAUS, Adolf-LUTHER-Stiftung, der die Bilder nachbearbeitete. Das verwendete Programm war Photoshop.

<sup>53</sup>Da die Materiallieferanten von SCHMIDT-Medienteam seit 2003 zwei Mal wechselten, ist weder das Material der ersten Reproduktion 2003 noch der zweiten im September 2007 genau durch die Firma nachvollziehbar, da jeweils Folien- bzw. Geweberestposten der nicht mehr existierenden Lieferanten aufgebraucht wurden. Es liegen weder alte Kataloge noch Reststücke vor. Die ehemaligen Lieferanten waren: COMPLOTT-ART-Vertrieb (2007) und MEDIATRONIX (2003). Die Auskünfte erteilten freundlicher Weise Herr SCHMIDT jun. am 12.12.2007 und Herr SCHMIDT sen. am 07.12.2007.

Wegen der ähnlichen Abkürzungen von Polyethylen (PE) und Polyester (PES) kam es zu Mehrdeutigkeiten in Bezug auf das verwendete Trägermaterial. In der Dokumentation der Adolf-LUTHER-Stiftung. SCHMIDT-Medienteam besitzt keine Geräte die den Druck auf Polyethylen ermöglichen. Freundliche telefonische Auskunft von Herrn SCHMIDT jun. am 12.12.2007.

<sup>54</sup>Der Hersteller ENCAD ist heute KODAK angegliedert. Da Siebdruck erst für Auflagen ab mindestens 5000–6000 Stück in Betracht kommt, entschied man sich für ein Einzeldruckverfahren. Freundliche telefonische Auskunft am 20.11.2007 von A. WÜNKHAUS, Adolf-LUTHER-Stiftung.

<sup>55</sup>Angabe aus dem Restaurierungsbericht von Dipl. Restaurator S. KÖHLER, KWM, Krefeld.

<sup>56</sup>Die fehlende Verschweißbarkeit war nicht geplant, sie wurde bei SCHMIDT-Medienteam reklamiert. Freundliche telefonische Auskunft am 20.11.2007 von A. WÜNKHAUS.

<sup>57</sup>Die Lösungsmitteldrucktechnik hat den Vorteil, dass sich die Druckfarben fester mit dem angelösten Kunststoff verbinden.

# 4 Polyethylentragetaschen

## 4.1 Ursprung/Name

„Verpackung ist ein Stück zivilisationsgeschichtliches, der Natur der Zivilisation zugrunde liegendes Element, auf das bis heute keine Zivilisation verzichten konnte.“<sup>1</sup> Verpackungen dienen unterschiedlichsten Zwecken, wie der sicheren Lieferung von Produkten (Transportverpackungen), der Aufnahme und dem Schutz von Waren (Verkaufsverpackungen), sowie manchmal auch der Darbietung von Erzeugnissen (Umverpackungen). Grundsätzlich wird zwischen starren und flexiblen Verpackungen unterschieden. Tüten, Beutel und Tragetaschen zählen zur Gruppe der flexiblen Verpackungen.<sup>2</sup>

„Unter den in DIN 55405 Teil 1–7, 13–16 (Begriffe für das Verpackungswesen) aufgeführten Begriffen bzw. deren Definitionen bedürfen gerade die Begriffe Packmittel und Packstoff einer eindeutigen Unterscheidung. Packstoff ist der Werkstoff, aus dem Packmittel hergestellt werden. Meist handelt es sich um Rohstoffe oder Halbzeuge. Packmittel ist ein Mittel aus Packstoff bzw. Packstoffen, das verwendet wird, um das Packgut zu umschließen oder zusammen zu halten und es lager- und versandfähig zu gestalten. Packmittel sind Kisten, Flaschen, Beutel etc.“<sup>3</sup> Tragetaschen sind Tragemittel<sup>4</sup>, die zugleich auch Packmittel sein können.

Nach SCHNÖKE u. a. heißt die Plastiktüte „Tragetasche aus Polyethylen“<sup>5</sup> bzw. „Polyethylentragetasche“. In den 1950er Jahren war der allgemeine Begriff für Tüten aus Polyethylen *Kunststoffbeutel/Kunststofftragetasche*.<sup>6</sup> Nach JESCHKE ist der Tragegriff das wichtigste Kriterium für Tragebeutel und Tragetaschen. Bei Tragebeuteln ist der Griff durch Stanzen, Schweißen oder Falzen direkt aus der Materialbahn herausgearbeitet. Ist der Griff aus einem anderen, stärkeren Material in einem zusätzlichen Arbeitsgang durch Kleben oder Schweißen befestigt, spricht man von einer Tragetasche.<sup>7</sup> Diese Unterscheidung wird in vorliegender Arbeit nicht übernommen, da Tüten an den Fahrrädern, die nach genannter Definition eigentlich als *Tragebeutel* zu bezeichnen wären Aufdrucke wie „Tragetasche aus Polyäthylen“ oder „Die Tragetasche, die man mehrfach verwenden kann“ aufweisen. SCHMIDT-BACHEM verwendet die drei Begriffe „Tüten, Beutel, Tragetaschen“, wenn er von

---

<sup>1</sup>KURNITZKY (1980), S. 101.

<sup>2</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 13.

<sup>3</sup>BAUER (1981), S. 39.

<sup>4</sup>KARL ERNST OSTHAUS MUSEUM (2001)

<sup>5</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 7.

<sup>6</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 207.

<sup>7</sup>JESCHKE (1976), S. 39.

#### 4 Polyethylentrageaschen

der Gesamtheit derartiger Behältnisse spricht. Diese Lösung wirkt aber etwas schwerfällig. Er schreibt, dass „am Ende des 20. und zu Beginn des 21. Jahrhunderts der Begriff ‚Tüten‘ umgangs- und fachsprachlich für Tragetaschen aus Papier und Plastik verwendet“ wurde. Der IPV ließ im Mai 1997 die erste Ausgabe des „Tüten-Express“ verteilen. Tüte umfasst dabei Tüten, Beutel und Tragetaschen als Gesamtbegriff.<sup>8</sup> HINRICHSSEN spricht neben *Tragetaschen* (aus Polyethylen) auch in Anführungszeichen von *Plastiktüten*. In vorliegender Arbeit werden die Begriffe *Tragetasche*, *Plastiktüte* oder schlicht *Tüte* verwendet.<sup>9</sup> Nach KÜTHE wird zwischen *Service-Tüten* (Frischwaren, Bäcker), *Convenience-Tüten* (Schutz und Transport von Einkaufswaren) und *Shopping-Tüten* (Boutiquen, Parfümerien), die neben der Transportfunktion vorwiegend als „öffentliche Trophäen“ der „Demonstration“ dienen unterschieden.<sup>10</sup> Die *Hemdchen-Tasche*, die Tüte, die heute z. B. in Gemüsemärkten ausgegeben wird, ist international unter der Bezeichnung *shopper* geführt.<sup>11</sup> Service-Trageaschen mit einer standardmäßigen Folienstärke von 50–60 µm werden im Einzelhandel ausgegeben. Distributions-Trageaschen, in die der Hersteller seine Produkte abfüllt, z. B. Blumenerde, dienen gleichzeitig der Verpackung. Sortimentstrageaschen sind fertig gefüllte Gebinde, z. B. für Badeartikel.<sup>12</sup>

Das aus dem Niederdeutschen stammende Wort *Tüte* meint einen (spitzgedrehten) Papierbehälter, anfangs auch etwas Trichter- oder Röhrenförmiges. Im Mittelniederdeutschen steht *Tute* für Horn, Blashorn, Hornförmiges und Trichter.<sup>13</sup> Unter dem Begriff *Dott* ist eine Tüte erstmals 1540 schriftlich überliefert, die Umlautungsform *Thüte* (*Düte/Tüte*) seit 1587. Weitere Wortformen sind *Diete*, *Teute*, *Tuite*, *Tutte*, *Dutte*, *Deute*, *Tyte*, *Tüüte*, *Tiete* und *Dute*.<sup>14</sup> In der Streitschrift *Kurtze und gründliche Widerlegung* schreibt H. WITTICH 1565: „Wenn gleich die H. Schrift sonst nirgendts zu dienet, so ist die doch darzu gutt, dass man aus den Blettern darauff sie geschrieben ist, Teutichen mache und Pfeffer oder andere Würtze darein thut.“<sup>15</sup> Wegen der schlechten Papierqualität zur Zeit des 30-jährigen Kriegs verschwanden aus Papier gedrehte Spitztüten zeitweise. Erst 200 Jahre später gibt es wieder *Düten* aus Papier.<sup>16</sup>

---

<sup>8</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 13.

<sup>9</sup>Der Begriff *Tragbeutel* kommt nur dann zum Einsatz, wenn er in einer direkt oder indirekt zitierten Quelle gebraucht wurde.

<sup>10</sup>KÜTHE, Erich: *Tüten für Deutschland*, Universität zu Köln, in Kooperation mit Forschung für die Praxis, Bergisch Gladbach, Remscheid/Köln, im Mai 1995, IPV Frankfurt am Main, 1995, S. 5 f. Zit. nach: SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 13.

<sup>11</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 230.

<sup>12</sup>JESCHKE (1976), S. 39.

<sup>13</sup>PFEIFER (2004), S. 1478.

<sup>14</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 29–31.

<sup>15</sup>GRIMM, Wörterbuch, Leipzig 1952, S. 1931. Zit. nach SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 31.

<sup>16</sup>Der während der Industrialisierung zunehmende Bedarf an Tüten und die vereinfachte, billige Papierherstellung aus Holz seit der Mitte des 19. Jahrhunderts förderten das Wiederaufkommen von Tüten. Das Tütenkleben erfolgte zunächst von Hand in Heimarbeit, in Gefängnissen und Waisenhäusern. SCHNÖKE u. a. (1986), S. 9. Die Designerin Maren KRÄMER gestaltet seit 2002 aus Polyethylentrageaschen Umhängetaschen, Kulturbeutel etc., die sog. *TüTa's*. Die *TüTa's* werden in der Justizvollzugsanstalt

## 4.2 Literatur

Trotz einer Fülle von Literatur zur Technik und künstlerischen Gestaltung von Verpackungen und zu kulturkritischen Abhandlungen zum Umgang mit Verpackung in unserer Wegwerfkultur<sup>17</sup> sind monographische Publikationen zu Kunststofftragetaschen selten. Viele Aspekte, die auch die Plastiktüte als Verpackung heute betreffen, werden im Katalog zur Ausstellung *Die schöne Hülle: Zur Geschichte und Ästhetik der Verpackung* (1982) beleuchtet, doch bleibt die Polyethylentragetasche nahezu unerwähnt. Lediglich unter dem Stichwort „Umweltschutz“ wird sie summarisch als „Plastikmüll“ aufgeführt.<sup>18</sup> Die früheste umfangreiche Publikation zum Thema stammt von Torkild HINRICHSSEN. Der 25 Seiten lange Beitrag *Plastiktüte – „Türkenkoffer“ – Kunststofftragetasche. Ein neues Sammelgebiet des Altonaer Museums* erschien 1983 im Jahrbuch des Norddeutschen Landesmuseums und behandelt das Thema erstmals vom musealen Standpunkt. Gestalterische Aspekte sind weitgehend ausgespart.<sup>19</sup> Der Aufsatz ist kaum bekannt und wird auch im 1986 erschienenen Buch *Plastiktüten. Kunst zum Tragen* von SCHNÖKE u. a. nicht zitiert. Letztgenannte Publikation mit umfangreichem Bildteil zu Stücken aus der Sammlung SCHNÖKE und einer Beurteilung der Sammlungslandschaft charakterisiert Heinz SCHMIDT-BACHEM, der Autor der bislang umfangreichsten Monografie zu Plastiktüten als Einführung und Übersicht für Sammler. Nach SCHNÖKE u. a. gebe es in Deutschland nur wenige Plastiktütensammlungen, ein Plastiktütenmuseum vermisse die Autoren.<sup>20</sup> Der Monografie *Tüten, Beutel, Tragetaschen. Zur Geschichte der Papier, Pappe und Folien verarbeitenden Industrie in Deutschland* von Heinz SCHMIDT-BACHEM (2001) ist die erste umfangreiche industriegeschichtliche Quellen- und Materialsammlung zum Thema, die auf der Dissertation des Autors aufbaut.<sup>21</sup> Materialtechnische und konservatorische Aspekte bleiben unberücksichtigt. Fremdsprachliche Veröffentlichungen zu Tragetaschen enthalten meist einen knappen, allgemein gehaltenen Text, der Bildteil überwiegt. Ein Beispiel hierfür ist *The best of Shopping Bag Design* von Judi RADICE (1987, Teil 2: 1991). Diese Übersicht enthält neben zahlreichen Abbildungen von meist aufwendigen Papiertüten Interviews mit Personen aus dem Marketing.<sup>22</sup> Bei dem 1995 in Zürich erschienenen Bildband *Graphis shopping bag 1* werden auch einzelne weniger luxuriöse Tragetaschen aus Kunststoff berücksichtigt.<sup>23</sup> Die Literatur zur

---

für Frauen in Vechta gefertigt. [www.tueta.com/faq.php](http://www.tueta.com/faq.php), geprüft am 13.03.2008.

<sup>17</sup>HOFFMANN (1989)

<sup>18</sup>DAUSKARDT (1982)

<sup>19</sup>HINRICHSSEN (1983)

<sup>20</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 7.

<sup>21</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 20–22.

<sup>22</sup>RADICE / COMERFORD (1987)

<sup>23</sup>Gezeigt werden Tüten aus den Bereichen Ausbildung, Buchladen, Designerprodukte, Designveranstaltung, Dienstleistungen, Einkaufszentren, Einzelhandel, Film, Friseur, Handwerk, Industrie, Kirche, Kosmetik, Möbel, Mode, Museen, Musik, Nahrungsmittel & Getränke, Promotionen, Reisen, Restaurant, Schmuck, Sozial, Spielwaren, Sport, Studenten, Surf Laden, Süßwaren, Tabak, Textilien, Unterhaltungsindustrie, Veranstaltungen, Verpackungen, Weihnachten. Diese Auflistung vermag einen Eindruck vom Umfang und der Vielfalt der Publikationen zu diesem Sammelgebiet zu vermitteln. PEDERSEN (1995),



#### 4 Polyethylentragetaschen

Verpackungstechnik ist umfangreich und reicht von Handbüchern für Verpackungsmitteltechniker über Normensammlungen hin zu Zeitschriften für die Verpackungsindustrie. Das erste Organ der Verpackungsbranche war die Zeitschrift *Die Verpackung*, erstmals 1926 erschienen.<sup>24</sup> Gemeinsam ist allen Veröffentlichungen dieses Fachs, dass Kunststofftragetaschen als Mittelding zwischen Papiertüten und Folienschrumpfverpackungen meist knapp abgehandelt werden.

Das Thema der Weiterverarbeitung von Polyethylen(folien) ist umfassend, besondere Gewichtung erfährt die Vorbehandlung der Oberflächen durch Abflammen, Corona- und Plasmabehandlung, um Folien kleb- und bedruckbar zu machen. Ebenso ausführlich ist die Literatur zu Prüfmethode an Folien.<sup>25</sup> Schließlich zog die Debatte um Recycling oder Abbaubarkeit eine Reihe von Entwicklungen nach sich, mehrheitlich von Packstoffherstellern publiziert.

Aus einem Gespräch mit dem Entwicklungsleiter der DETTMER Verpackungen GmbH<sup>26</sup> ging hervor, dass Folien, die für Kunststofftragetaschen verwendet werden, keine definierte Zusammensetzung haben.<sup>27</sup> Es kommen Rohstoffe mit unterschiedlichem Molekulargewicht und wechselnde Anteile von internem Recyclingmaterial zum Einsatz. Die vergleichsweise geringen Qualitätsansprüche an Kunststofftragetaschen und der damit verbundene Spielraum bei der Zusammensetzung erklärt, warum konkrete Auflistungen möglicher Zusammensetzungen für Kunststofftragetaschen in der Literatur fehlen. Zudem sind Polyethylenfolien für Kunststofftragetaschen wenig lukrative Randgebiete der Folienhersteller. Bedeutendere Bereiche sind Schrumpf- und Verbundfolien für Lebensmittelverpackungen, pharmazeutische Produkte und Elektrogeräte, sowie PE-Folien für den Außeneinsatz (Teichfolie, Deponieabdichtungen).

Vertreten werden die Hersteller von Tüten, Beuteln und Tragetaschen durch den Industrieverband Papier- und Folienverpackung e.V. (IPV). Er gehört dem Hauptverband der Papier, Pappe und Kunststoffe verarbeitenden Industrie e. V. (HPV) an. Von 1970 bis 1999 stand das Akronym IPV für Industrieverband Papier- und Plastikverpackung.<sup>28</sup> Auf internationaler Ebene ist der IPV Teil der 1958 gegründeten Europäischen Vereinigung der Industrie flexibler Verpackung FEDES (European Flexible Packaging Federation). Der Bundesverband der Hersteller von flexiblen und starren Kunststoffverpackungen und -folien

---

S. 5.

<sup>24</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 106.

<sup>25</sup>Was u. a. folgende Aspekte einschließt: Adhäsions- und Oberflächenspannungsmessung, zerstörungsfreie und zerstörende Messmethoden für die Homogenität von Filmen, Prüfung der Permeabilität, chemische und physikalische Belastbarkeit, Schweiß- und Heißsiegelbarkeit; Schnellalterungsmethoden und -geräte. SACHS-BRANDL (1995), S. 221–304. Auflistung und teilweise Zusammenfassung von Literaturstellen zur Kunststoffprüfung zwischen 1985 und 1995.

<sup>26</sup>Die Kontaktdaten können dem Anhang A.6 entnommen werden, in dem Angaben zu allen Personen und Institutionen gelistet sind, von denen Informationen bezogen wurden.

<sup>27</sup>Das Gespräch mit Andreas BERGMEIER fand am 19.12.2007 im Werk in Lohne bei Oldenburg statt.

<sup>28</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 212. 1948–1955 gab es bereits den Fachverband Papierbeutel, der 1955–1962 zum Fachverband der Beutelindustrie wurde. 1962–1970 firmierte die Vereinigung unter dem Namen Industrieverband Papierverpackung. Seit 1970 ist auch die Kunststoffverpackung im Namen berücksichtigt.

ist der 1978 gegründete Industrieverband Kunststoffverpackungen e. V. (IK).<sup>29</sup>

## 4.3 Entwicklung von Polyethylentragetaschen als Packmittel

Die Veränderung der Verpackung im 19. Jahrhundert steht mit dem Wandel der Produktions- und Lebensformen von einer agrarischen zu einer industriellen Gesellschaft im Zusammenhang. Der Mangel an finanziellen Reserven und an Stauraum in den Wohnungen machte tägliches Einkaufen für weite Teile der Bevölkerung nötig. Bei der Bedienung im Laden erfolgte ein Rationalisierungsprozess, in Amerika früher als in Europa. In Europa kamen erste Selbstbedienungsläden nach dem Vorbild des amerikanischen *supermarket* Mitte der fünfziger Jahre auf.<sup>30</sup> Bereits in den 1960er Jahren hatte sich das Selbstbedienungsprinzip in Europa durchgesetzt. FRANK bemerkt, dass das Selbstbedienungssystem zu weiten Teilen vom Spontankauf lebt. Mit nicht geplanten Einkäufen ist ein Transportproblem verbunden, denn Einkaufstaschen oder Körbe wurden nicht mehr zum Einkauf mitgebracht. Da ein Kunde aber nur so viel kauft, wie er tragen kann, ließ sich der Umsatz der Geschäfte steigern, indem den Kunden Transportbehältnisse zur Verfügung gestellt wurden. „*Tragbeutel*“ bezeichnet FRANK als Voraussetzung und Werkzeug des SB-Systems und zieht die auffallende Korrelation zwischen der Anzahl an Selbstbedienungsläden und dem Tragbeutelverbrauch in den verschiedenen Ländern als Beweis heran.<sup>31</sup> Zwischen dem 30.08.1949 und dem 31.12.1950 eröffneten in die ersten zwanzig Selbstbedienungsläden im Nachkriegs-Deutschland, 1957 waren es knapp 1400, 1959 fast 10.000, 1960 17.000<sup>32</sup>. 1962 wurde bereits die Hälfte des Gesamtumsatzes im Lebensmittelsektor mit dem vorverpackten SB-System erzielt.<sup>33</sup> 1968 gab es in Deutschland 86000 Selbstbedienungsläden, was 80 % aller Geschäfte ausmacht.<sup>34</sup> Die Zahl der Impuls- und Spontankäufe machten in den frühen 60er Jahren ca. 50 % aus.<sup>35</sup> Nach SCHNÖKE u. a. werden 88 % aller Spontankäufe in Tragetaschen transportiert.<sup>36</sup>

**Kunststofffolien** Die Voraussetzung für die Herstellung von Kunststofftragetaschen ist die Entwicklung von Folien aus Kunststoff. Folien sind nach DIN 55405 für Begriffe für das Verpackungswesen „*flächige, rollbare Materialien bis zu einer Dicke von etwa 1 mm.*“<sup>37</sup> Dickere Materialien gelten meist schon als Platten.<sup>38</sup> „*Die Grenze für Folien lässt sich jedoch nicht so genau definieren, da die Bezeichnung auch von der Steifigkeit abhängt. So*

<sup>29</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 14.

<sup>30</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 12.

<sup>31</sup>FRANK (1968), S. 1617.

<sup>32</sup>WEISSLER (1989), S. 42.

<sup>33</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 189.

<sup>34</sup>WEISSLER (1989), S. 42.

<sup>35</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 197.

<sup>36</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 13.

<sup>37</sup>BAUER (1981), S. 250.

<sup>38</sup>DIN 55405, Teil 2, 2.1 und 2.2.4, zit. nach BAUER (1981), S. 250.

#### 4 Polyethylentrageaschen

werden sehr plastische dickere Materialien oft genauso als Folien bezeichnet und 1 mm dicke Materialien mit großer Steifigkeit als Platte.“ Für Kunststofftrageaschen wurde fast ausschließlich Polyethylen verwendet, frühe Tüten und Beutel bestanden vereinzelt auch aus Polypropylen und PVC.<sup>39</sup> Die frühesten Exemplare sind heute nahezu vollständig verschwunden, oder vielleicht in Archiven von Herstellern zu finden.<sup>40</sup>

**Aufkommen von Polyethylentrageaschen** In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts kamen ausschließlich Papiertüten zum Einsatz, in den späten 50er Jahren traten Tüten aus Papier mit zwei angeklebten Henkeln auf, die auch den Namen „Tasche“ führen durften.<sup>41</sup> 1954 meldete das Gummiwerk Odenwald HIRSCHBERGER & Co in Frankfurt ein Patent zur „Herstellung eines Rundsacks oder -beutels aus einem Kunststoffschlauchstück“ an.<sup>42</sup> Anfang der 60er kamen die ersten Trageaschen aus Polyethylen auf den Markt,<sup>43</sup> doch auch in Amerika waren noch Mitte der 60er Jahre die meisten Einkaufstüten aus weißem oder braunem Kraftpapier gefertigt. Ein Wandel machte sich in Amerika erst um 1972 bemerkbar.<sup>44</sup>

Der Siegeszug der Plastiktüte begann ab Mitte der 60er Jahre in Deutschland. Weder die Ölkrise in den 70er Jahren, noch die Ökokonkurrenz aus Jute und Stoff („Jute statt Plastik“) konnten ihre Verbreitung stoppen.<sup>45</sup> Nach zaghaften Anfängen gewann insbesondere der „Tragebeutel“ aus Polyethylen seit der Messe INTERPACK 1963 größere Bedeutung.<sup>46</sup>

<sup>39</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 17.

<sup>40</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 7. Die erste Klarsichtfolie stammt aus der Zeit um 1910 und bestand aus gegossener Gelatine, mit z. B. *Pliaphan* als Fabrikbezeichnung. PARIS (1984), S. 53. 1911 erfand der Schweizer Jaques Edwin BRANDENBERGER eine transparente Viskosefolie, die durch eine Lackierung mit Wachs und Harz wasserundurchlässig gemacht werden konnte. Dieses sog. Zellglas (ein Cellulosehydrat) war in Frankreich ab 1913 und in den USA ab 1923/24 unter dem Markennamen *Cellophan* im Handel, in Deutschland seit 1925. Unter dem Namen *Transparit* gab es das Produkt in Deutschland bereits seit 1923. DAVIS (1967), S. 33 und SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 214. 1927 wurde in den USA eine zweiseitige Nitrocelluloselackierung eingeführt. Neben *Cellophan* und *Transparit* war auch die Viskosefolie aus aufgelöster Cellulose *Heliozell* im Handel. Weitere Folienmaterialien sind Acetylcellulose, Celluloseacetat, Hart-PVC, Polystyrol, Polyethylen, Polypropylen, Polyamid und Polyester. BAUER (1981), S. 251. Zellulose wurde mit Lösungsmitteln auch zu Kupferoxidfolien verarbeitet. Kupferoxidfolien sind wie Viskosefolien stark hygroskopisch und werden daher beidseitig lackiert. PARIS (1984), S. 53. Eine Quelle hierzu ist HALAMA, Marta: *Der heutige Stand der Technik von Viskose-, Azetat- und Gelatinefilmen und ähnlichen Gebilden*, in: *Colloid & Polymer Science* 61, Nr. 2, 1932, S. 240-246. (Dieser kostenpflichtige Artikel wurde online gefunden, jedoch nicht ausgewertet.) Säurebehandelte Cellulose lieferte Celluloseacetatfolie, die meist dicker und steifer als *Cellophan* ist. Eine solche Acteatfolie ist z. B. *Ultraphan*, das für Klarsichtdeckel bei Luxuskartonagen verwendet wurde. Celluloseacetat kann zu Acetylcellulose weiterverarbeitet werden.

<sup>41</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 13.

<sup>42</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 16.

<sup>43</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 16. Allgemein wird das Aufkommen der Tüte erst auf 1960 datiert. Vgl. z. B. ANONYM (1986), S. 119.

<sup>44</sup>RADICE / COMERFORD (1987), S. 55.

<sup>45</sup>www.wdr.de, geprüft am 09.11.07.

<sup>46</sup>FRANK (1964), S. 1108.

### 4.3 Entwicklung von Polyethylentragetaschen als Packmittel

„Mit der Ölkrise 1973 wurde die Tüteneuphorie, die ein ungebremstes stetiges Wachstum verhieß allerdings jäh gebremst. Angesichts der stark erhöhten Rohölpreise bei Abnahme der Fördermenge wurde deutlich vor Augen geführt, wie überflüssig die Plastiktüte sei.“<sup>47</sup> Seit der Ölkrise wurde der sog. „Tütengroschen“ in Supermärkten üblich. Nach einer Untersuchung der Gesellschaft für Konsumforschung GfK Nürnberg gab 1974 fast jeder zweite Lebensmitteleinzelhändler dagegen „Kunststoffbeutel“ kostenlos an Kunden ab.<sup>48</sup> 9 von 10 Einzelhandelsgeschäften boten 1979 Tüten an, 40 % gaben sie gratis ab, 60 % verlangten 5–10 Pfennige.<sup>49</sup>

Die ersten Kunststofftüten bargen neben einigen Vorteilen auch erhebliche Schwierigkeiten. Die Konstruktion der neuen Kunststofftüten war nicht ausgereift, abgerissene Henkel und aufgeplatzte Nähte waren keine Seltenheit. Verbundmaterialien aus Polyethylen- und Papierfolie, die auch ab Mitte der 1950er Jahre aufkamen, glichen Fehler in der Kunststofffolie aus. Denn wegen der noch nicht ausgereiften Extrudertechnik entstanden Löcher in den Folien, die beim Recken des Films zu Schlitzten verstreckt wurden.<sup>50</sup> Weitere Schwierigkeiten waren schlechte Bedruckbarkeit und das Abfärben<sup>51</sup> früher Kunststofftüten. In den 1960er Jahren waren Papierbeutel den Polyethylenfolien hinsichtlich Bedruckbarkeit, Druckqualität und Dauerhaftigkeit des Aufdrucks weit überlegen. Außerdem waren Plastiktüten nicht standfest, zum Einpacken musste man sie aufhalten.

Kunststoffbeschichtete Papiere und Verbundstoffe sind das Bindeglied zwischen Papier- und Plastiktüten und zwischen der Papier- und Kunststoffverarbeitenden Industrie. Bis Anfang der 1960er Jahre gab es wenige große Hersteller für Papiertüten, die Konkurrenz wuchs in den Folgejahren extrem. Der damit verbundene Einsparzwang erfolgte u. a. zulasten von Papierqualität und Materialstärke und führte zu Vertrauenseinbußen beim Kunden. Das sinkende Vertrauen in die Papiertüten begünstigte die Akzeptanz der neu aufkommenden Plastiktüten. Im Vergleich zu anderen Kunststoffen war PE günstig, jedoch dennoch noch um mindestens 350 % teurer als Papier und damit für die kostenlose Abgabe an den Kunden ungeeignet.<sup>52</sup> „Nicht zuletzt durch die für heutige Verhältnisse unvorstellbar niedrigen Rohölpreise der Dekade der 1960er lohnte sich die Entwicklung der Tüten durchaus.“<sup>53</sup> „Völlig neue Aspekte und Möglichkeiten“<sup>54</sup> ergaben sich durch den Einsatz von Kunststoff als Verpackungsmaterial wegen seiner Beständigkeit gegen Nässe.

Nachdem schon zuvor die Anzahl der Tüten aus Plastik durch die Verwendung neuer

---

<sup>47</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 25.

<sup>48</sup>ANONYM (1976), S. 8.

<sup>49</sup>TENGELMANN spendete die Einnahmen durch seine Tüten der Fernsehlotterie *Ein Platz an der Sonne*. JESCHKE (1976), S. 41.

<sup>50</sup>Diese sog. Sperrschichtpapiere wurden in Deutschland ab 1952 in der Feldmühle hergestellt. SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 213.

<sup>51</sup>WEISSLER (1989), S. 42.

<sup>52</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 207–208.

<sup>53</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 21.

<sup>54</sup>FRANK (1964), S. 1108.

#### 4 Polyethylentragetaschen

Schweißmaschinen stark zugenommen hatte<sup>55</sup>, verdrängte die Plastiktüte ihre Konkurrenz aus Papier um 1969 aus den Supermärkten.<sup>56</sup> „Bei der Kundschaft waren die neuen Tüten inzwischen vor allem als Mülleimerbeutel so beliebt, dass sie in unbeobachteten Momenten gleich büschelweise mitgenommen wurden.“<sup>57</sup> Papier wurde weiterhin verwendet, aber zumeist in der allerfeinsten Form, nämlich plastifiziert, d. h. mit einer Wasser abweisenden Beschichtung versehen. „Spätestens ab der Mitte der 60er Jahre war aus der papierverarbeitenden Industrie auch eine folienverarbeitende Industrie geworden.“<sup>58</sup> Die Namensänderung des IPV 1970 von Industrieverband Papierverpackung e. V. in Industrieverband Papier- und Plastikverpackung e. V. trägt dieser Entwicklung Rechnung.

Der Anstieg in der Kunststoffverpackungsproduktion zwischen 1961 und 1969 hängt mit dem enormen Anstieg an Selbstbedienungsgeschäften zusammen. Die anlässlich der Ölkrise heraufbeschworene Befürchtung, dass die Rohölresourcen um das Jahr 2000 erschöpft sein werden hat sich nicht bewahrheitet, und heute werden mehr Verpackungen und Tüten hergestellt als je zuvor.

1968 wurden in der Bundesrepublik Deutschland knapp eine Milliarde Papier- und 400 Millionen Plastiktüten verbraucht. Das Marktvolumen an Plastiktüten lag 1969 noch bei 29 %<sup>59</sup>, 1971 betrug es 1,85 Milliarden Stück, was 66 % des Gesamtmarktes ausmacht. 1973 wurden in Deutschland 2,3 Milliarden Plastiktragetaschen verbraucht, d. h. pro Bundesbürger alle zehn Tage eine Tüte. 1978 waren es mehr als 3 Milliarden. Der gesamte Einwegtaschenverbrauch der Bundesrepublik lag 1988 bei knapp 3 Milliarden Stück.<sup>60</sup> Nach Angaben des IPV lag die deutsche Tragetaschenproduktion 1997 bei rund 3,5 Milliarden Plastik- und 400 Millionen Papiertragetaschen.<sup>61</sup> 2007 lag die Zahl bei 4 Milliarden Plastiktragetaschen jährlich.<sup>62</sup> Insgesamt lässt sich aus den jährlichen Produktionszahlen ein kontinuierliches Wachstum ablesen. Von 1971 bis 1977 ist nahezu eine Verdopplung des Plastiktütenverbrauchs zu verzeichnen, trotz der kritischen Sichtweise wegen der Umweltverschmutzung.<sup>63</sup> Die Verlangsamung des Wachstums in den 1980er Jahren kann mit einem verstärkten Umweltbewusstsein begründet werden.

Der Pro-Kopf-Verbrauch an Plastiktüten stieg von 13 Kunststofftragetaschen pro Jahr (1964),<sup>64</sup> auf 20 (1971), 26 (1972), 33 (1973), 40 (1977). Bis Ende der 70er Jahre verbrauchte

---

<sup>55</sup>HORTEN benutzt seit 1961 ausschließlich Kunststofftaschen im Lebensmittelbereich; SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 208.

<sup>56</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 21.

<sup>57</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 208.

<sup>58</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 212.

<sup>59</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 208–209.

<sup>60</sup>PLEHN (1988), S. 17.

<sup>61</sup>SPROCKAMP, Bernhard: *Ohne Tüten geht es nicht*, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung 231, 06.10.1997, B 6, zit. nach SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 16.

<sup>62</sup>Die Glocke 27.10.2007.

<sup>63</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 210.

<sup>64</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 16.

### 4.3 Entwicklung von Polyethylentragetaschen als Packmittel

jeder Bundesbürger 50 Tüten im Jahr.<sup>65</sup> 1980 lag die Zahl bei 49, 52 (1982),<sup>66</sup> 42 (1986)<sup>67</sup>. 2007 lag der Pro-Kopf-Verbrauch bei rund 42 Exemplaren pro Jahr.<sup>68</sup> 1966 wurden 66.175 Tonnen Kunststoffbeutel und Säcke aller Art hergestellt, 115.470 t (1968), 279.547 t (1972), 1973, im Jahr der Krise 315.029 t, 1978 339.071 t. Erst 1979 ist ein Absinken auf 286.285 t zu verzeichnen.<sup>69</sup>

#### 4.3.1 Tütenformen

Frühe Tüten aus Papier waren Spitztüten, wie auch der Name Tüte/Tute nahe legt.<sup>70</sup> Heutige Tüten aus Kunststoff und Papier sind bis auf wenige Ausnahmen eckig. „Aus der Fülle an Versuchen, einen geeigneten Kunststofftragbeutel zu entwickeln, haben sich drei Ausführungsarten herausgeschält: der sogenannte, Hemdchen-Tragbeutel', der Tragbeutel mit Griffloch und der Tragbeutel mit angeschweißtem Kunststoffgriff.“<sup>71</sup>

Die Formen, Verstärkungen und Griffarten sind zahlreich, allein die Anzahl der in Europa gebräuchlichen Formate und Typen wird nach SCHNÖKE u. a. auf über 200 geschätzt.<sup>72</sup> „Die Beutelarten aus Kunststoff sind im Wesentlichen: Flach- und Seitenfaltenbeutel, auch mit Keilboden, Blockbodenbeutel; Tragbeutel bzw. Tragetaschen. Nach den benutzten Griffen unterscheidet man Beutel mit gestanztem Griffloch, ohne und mit Verstärkung oder ein- und mehrfachem Umschlag, Schlaufenbeutel mit weichen, gefalteten Griffbändern; Beutel mit eckigen oder runden Bügelgriffen, auch mit Durchsteckschlitz, Versandtaschen mit und ohne Fenster.“<sup>73</sup>

**Hemdchen-Tragbeutel** Der Hemdchen-Tragbeutel bezieht seinen Namen von seiner Form, da er flach liegend einem Unterhemd ähnelt. Es handelt sich um einen PE-Seitenfaltenbeutel,

---

<sup>65</sup>REUTHER (1987), S. 163–165.

<sup>66</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 209.

<sup>67</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 30.

<sup>68</sup>www.wdr.de, geprüft am 09.11.07. Dieser Pro-Kopf-Verbrauch entspricht nicht mehr dem Maximum, das mit 4 Mrd. Kunststofftragetaschen 2007 erreicht wurde.

<sup>69</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 27.

<sup>70</sup>Vgl. z. B. SCHMIDT-BACHEM (2001).

<sup>71</sup>FRANK (1964), S. 1108.

<sup>72</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 19.

<sup>73</sup>PARIS (1984), S. 41 k. Weitere Bezeichnungen und Typen sind Sport- oder Matchbeutel, Polybeutel, Tüten mit Reiterband (obere Verstärkungsleiste), mit Spritzgussgriff, mit Kordeln, mit Bodenfalte, mit selbst fallenden Klappen, mit Haftverschluss. SCHNÖKE u. a. (1986), S. 19. Sonderformen sind Tragetaschen mit Warenprobe, bei denen das Muster oben in die Tragetasche mit eingeschweißt ist und die Tortenbodentragetasche, ein Kunststofftragbeutel mit ausgestanzten Griffen und einem gerundet verschweißten Boden, ähnlich einer Schallplattenhülle. In ihr konnten ab 1978 Kuchenböden ohne eine stützende Pappunterlage senkrecht transportiert werden. Tragetaschen für Wolle besaßen eine eingeschweißte Tasche für die Strickanleitung. Früher wurden Seitentaschen aufwändig von Hand eingeklebt, ab 1979 maschinell. VR 10, 1979, S. 1401–1402; MACKENROTH (1979), S. 28; SCHNÖKE u. a. (1986), S. 19.

der unten und oben zugeschweißt ist. Aus dem oberen Teil wird ein Rechteck herausgeschnitten und links und rechts noch einen schmaler Streifen der Seitenfalten, die dadurch aufgeschnitten werden. So werden Träger gebildet, die man mit der Hand von der Seitenfalte her zusammenrafft. Diese Herstellungsweise ist preiswert und dem Preisniveau der Papiertragbeutel vergleichbar.<sup>74</sup> Hemdchenbeutel aus LDPE haben eine niedrige Folienstärke von 20–30  $\mu\text{m}$ . Die Schweißnähte werden wegen der höheren Stabilität als Doppelnähte (*Duplexnähte*) aufgeführt. Die niedrige Materialstärke, die Gewichtseinsparung und das große Füllvolumen werden als positive Eigenschaft hervorgehoben. Nachteilig ist bei solchen Tüten, dass durch das Rafften der Henkel das Druckbild verzogen wird.<sup>75</sup> Nach FRANK ist bei Hemdchenbeuteln die Füllöffnung kleiner als der Beutel, was das Befüllen erschwert. Die Schweißnaht an den Griffen ist gerade, die tragende Hand aber gekrümmt, wodurch sich die Belastung vorwiegend auf die Ränder der Griffe konzentriert. „*Da es sich ohnehin um eine sogenannte Trennschweißnaht handelt, die erfahrungsgemäß schwächer als eine Bandnaht ist, reißt die Naht an diesen extrem belasteten Stellen ein.*“ FRANK umreißt die Einsatzmöglichkeiten für Polyethylen-Hemdchenbeutel: „... *der ‚Hemdchen-Tragbeutel‘ (kann) dort optimal eingesetzt werden, wo feuchte und nasse Waren verpackt werden (Fischwaren, Tiefkühlkost), wo Werbung keine Rolle spielt (Diskont), wo der Verpackungsvorgang (Befüllen) langsam vor sich gehen kann.*“<sup>76</sup>

**PE-Tragbeutel mit Griffloch** Bei dem PE-Tragbeutel mit Griffloch handelt es sich ursprünglich um einen Flachbeutel, meist mit seitlicher Trennnahtschweißung und mit einem ausgestanzten Griffloch. Zusätzlich sind heute in die Haltezone Verstärkungsstreifen eingeklebt oder geschweißt. Mögliche Verstärkungsausführungen sind das Umschlagen der Beutelöffnung und das Ausstanzen des Griffloches in 4- oder 6-facher Folienstärke oder das Anschweißen eines zusätzlichen Verstärkungsstreifens, der vorher um die Beuteloberkante geschlagen wurde. Bezeichnungen sind CX-, Reiterband-, Polyplast-, Multilastausführungen etc.<sup>77</sup>

Auch diese Tüten sind leicht und preisgünstig herzustellen. Unverstärkt konnte das Griffloch wegen der Dehnbarkeit von PE nicht groß genug ausgestanzt werden. Je größer das Loch, desto weiter musste es von der Oberkante entfernt sein, da es sonst riss. Tragbeutel mit Griffloch waren 1964 preislich nur bis zu einer Stärke von 80  $\mu\text{m}$  interessant, waren dann aber nicht sehr belastbar und nur für kleinere Abmessungen tauglich. Ihr Einsatzbereich sind kleine und leichte Waren, z. B. Kosmetika und Schreibwaren.<sup>78</sup> In den 1960er Jahren waren diese Tüten oben gerundet oder hutförmig, so dass die Bereiche mit den Grifflöchern Henkeln glichen. Tüten ohne Seitenfalte mit ausgestanztem nicht verstärktem Griffloch sind

<sup>74</sup>FRANK (1964), S. 1108. GUBALKE beziffert den Preis einer bedruckten Papiertrageasche zu dieser Zeit auf 7–8 Pfennige. GUBALKE (1966), S. 921.

<sup>75</sup>PARIS (1984), S. 41 m.

<sup>76</sup>FRANK (1964), S. 1108.

<sup>77</sup>PARIS (1984), S. 41 k–41 l.

<sup>78</sup>FRANK (1964), S. 1110



#### 4.4 Verwendung von Tragetaschen im Alltag und in der Kunst

heute rechteckig und aus HDPE. Sie sind lose oder geblockt erhältlich, mit ovalem „CO-Griff“ oder mit Nierengriff.<sup>79</sup> Mit der Einführung der Grifflochverstärkung 1965 erweiterten sich die Einsatzmöglichkeiten. Heute laufen Tüten mit verstärkten Grifföchern auch unter der Bezeichnung Doppel-Kraft-Tragetasche, kurz DKT.<sup>80</sup>

**PE-Tragbeutel mit angeschweißtem Kunststoffgriff** Polyethylentragetaschen werden mit verschiedenen Tragegriffen als Flach-, Seitenfalten- oder Bodenfaltenbeutel hergestellt. Seit ca. 1964 ist die Herstellung von Flachbeuteln mit Bodenfalte in einem Arbeitsgang vollautomatisch möglich. Infolge dessen waren sie weitaus häufiger als Seitenfaltenbeutel. Früher wurde an den oberen Rand ein Kunststoffgriff angeschweißt. Der IPV unterscheidet heute zwischen zwei Typen mit separat angefügten Griffen: den Schlaufengriff- und den Bügelgriff-Tragetaschen. Bei Schlaufengriff-Tragetaschen sind zwei Trageschlaufen aus Polyethylen an die Innenseite des Randumschlags geschweißt. Bügelgriff-Tragetaschen haben Griffe aus festem Kunststoff, die durch eine Kunststoffleiste ergänzt werden können. Durch einen Klickmechanismus lassen sich solche Tüten fest verschließen. Seit mindestens 1964 gibt es Ausführungen mit einer Regenschutzklappe, durch die die Bügel gesteckt werden.<sup>81</sup>

Tragetaschen mit angeschweißten Griffen sind besonders stabil und teuer.<sup>82</sup> Wegen der großen Haltbarkeit sind die Tragetaschen beim Kunden die beliebteste Variante.

#### 4.4 Verwendung von Tragetaschen im Alltag und in der Kunst

Kunststofftragetaschen werden neben ihrer ursprünglichen Funktion als Tragmittel als Regenschutz für Fahrradsättel, als Wasserschutz für den Kopf und für Gipsbeine beim Duschen, als Sportbeutel, Frischhaltepackung, Rodelschlitten oder Gießkanne, aber auch für Mord und Suizid zweckentfremdet. Die Abb. 4.1 belegt, dass Plastiktüten nicht nur für SLOMINSKI sondern auch für Obdachlose eine wichtige Rolle spielen. Am Ende steht in den meisten Fällen die Benutzung als Mülltüte – oder die Tüte wird im Museum ausgestellt.<sup>83</sup> In der Restaurierung wurden mit heißem Wasser gefüllte Kunststoffbeutel den 1970er Jahren an Stelle eines Bügeleisens zur schonenden Applikation von Doublierungen verwendet.<sup>84</sup> Im Schnitt wird jede Plastiktüte gut drei Mal benutzt.<sup>85</sup> Nach einem Bericht vom Umweltbundesamt 1988 bleibe die mehr als einmalige Nutzung von Polyethylentragetaschen als Einkaufstasche jedoch die Ausnahme.<sup>86</sup>

---

<sup>79</sup>PARIS (1984), S. 41 m.

<sup>80</sup>IPV 2007, Grifflochtragetaschen.

<sup>81</sup>PARIS (1984), S. 41 k.

<sup>82</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 17.

<sup>83</sup>KARL ERNST OSTHAUS MUSEUM (2001).

<sup>84</sup>Freundliche Auskunft von Prof. Erwin EMMERLING.

<sup>85</sup>www.wdr.de, geprüft am 09.11.07.

<sup>86</sup>PLEHN (1988), S. 15.

#### 4 Polyethylentraetaschen



Abbildung 4.1: Obdachlose mit Tragetaschen, um 1985.

**Tragetaschen als Werbeträger** Gleichzeitig mit größeren Produktionszahlen von Papiertüten beginnt deren grafische Ausgestaltung mit Hinweisen auf Inhalt und Hersteller. Die wichtigsten Abnehmer von Papiertüten waren von Anfang an Kaufhäuser und Ladenbesitzer. In Amerika wurde ihnen schon im späten 19. Jahrhundert ein „*verkaufsfördernder Effekt und damit ein Aufschwung des Einzelhandels*“<sup>87</sup> zugeschrieben. Durch eine Untersuchung der Medien- und Sozialforschungsgesellschaft EMNID im Juli/August 1965 wurde die Messbarkeit der Werbewirksamkeit der Plastiktüte erstmals nachgewiesen.<sup>88</sup>

Um 1966 begannen Füllguthersteller auch auf der Schmalseite von Papierbeuteln zu werben. Besonders Supermärkte begannen, sich mit den Herstellern der durch sie vertriebenen Produkte die Werbefläche auf den Tüten zu teilen. Die Tragetaschen-Mehrfach-Werbung tritt meist bei Groß-Filialen, Handelsketten und Supermärkten auf. Die Breitseiten der Tüten wurden in bis zu vier Felder geteilt, auf denen für unterschiedliche Produkte, Marken oder Händler geworben wurde.<sup>89</sup>

Über den Hauptzweck einer Tragetasche wurde zu dieser Zeit noch heftig diskutiert. Die Zeitschrift *Verpackungsgrundschau* wurde zum Forum für die Frage, ob eine (Papier-)Tüte eine Verpackung, ein Werbeträger oder ein Transportmittel sei, oder mehrere Aufgaben habe. Einige sahen in den Tragetaschen nur Werbe- und Transportmittel,<sup>90</sup> andere hielten sie für Werbeträger, rationelle Sammelpackung und Transportmittel zugleich.<sup>91</sup> Dieser erweiterte Aufgabenbereich kommt den Tragetaschen noch heute zu.

Da die Kundschaft ab Mitte der 70er Jahre für die Tüte bezahlte, wollte sie – unterstützt von den Verbraucherverbänden – nicht mehr als kostenloser Werbeträger die Werbebranche mitfinanzieren. Gegenüber 1973 hat sich 1976 der Anteil an Kunststoffbeuteln ohne werblichen Aufdruck mehr als verdoppelt.<sup>92</sup> Wenig später war die Mehrzahl der Tüten wieder mit Werbemotiven versehen. 1980 beschwerte sich nur noch die Verbraucherzentrale Baden-Württembergs darüber, dass die Unternehmen ihre Zusicherung, für bedruckte Tüten keinen Obolus zu verlangen, nicht eingehalten hätten.<sup>93</sup> Einige Tüten haben ein so gutes Design, dass sie nicht mehr als Verlegenheitstransportmittel sondern als Konsumgüter gekauft werden. Besonders schöne (Papier-)Tragetaschen bilden laut einer EMNID-Umfrage oft den Kaufgrund.<sup>94</sup> Sie sind teils auf der Einnahme-, nicht Ausgabenseite zu verbuchen.<sup>95</sup>

---

<sup>87</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 10–11.

<sup>88</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 209. GUBALKE (1966), S. 922: „*Welche Seite nach außen getragen wird, scheint indessen nicht allein vom Zufall abzuhängen. Fachleute, die auch darüber schon ‚Erhebungen‘ veranstalteten, meinen, es hänge stark vom Leitbild ab, das die aufgedruckten Firmen beim Publikum besitzen.*“ Der ironische Unterton lässt vermuten, dass diese Form der Marktforschung nicht allgemein anerkannt war. 1968 bestätigt FRANK „*Die große Werbewirksamkeit des Tragbeutels*“; FRANK (1968), S. 1616.

<sup>89</sup>GUBALKE (1966), S. 921–922.

<sup>90</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 8.

<sup>91</sup>FRANK (1968), S. 1616.

<sup>92</sup>ANONYM (1976), S. 9.

<sup>93</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 26.

<sup>94</sup>ANONYM (1968), S. 20.

<sup>95</sup>RAMSAUER (1982), S. 30.

#### 4 Polyethylentrageaschen

Jedoch ist nicht nur das Motiv der Beweggrund für den Kauf von (Luxus-)Trageaschen, sondern auch das mit dem Marke oder dem Laden verbundene.<sup>96</sup>

1987 wurde die Werbewirksamkeit der Trageaschen in der Einheit Blickkontakte pro Minute gemessen. Der Wert 240 Blicke pro Minute wurde 1987<sup>97</sup> ermittelt. Eine Erfassung der Werbedauer bescheinigt einer Tüte knapp 300 so genannte Sichtkontakte pro Tüte im Jahr 2007. Noch heute sind Trageaschen ein willkommener Billigwerbeträger.

**Tüten in der Kunst** Neben der Gebrauchsgrafik hat sich die freie Kunst der Tüte angenommen. Das wohl prominenteste Beispiel für Künstler, die Tüten gestalten, sind Andy WARHOL und Roy LICHTENSTEIN, die 1964 anlässlich der Ausstellung *The American Supermarket* in der New Yorker BIANCHINI Gallery von ihnen gestaltete und signierte Papiertüten verkauften. Andy WARHOLS Tüte, die mit *Campbell's Soup* bedruckt ist und Roy LICHTENSTEINS Tüte mit *Turkey* wurden von den Künstlern unter dem Namen *Portable Art* präsentiert. Nur selten liefern Künstler Entwürfe für Trageaschen, zum Beispiel Allen JONES, der für die Schweizer Strumpffirma FOGAL eine Tüte gestaltete.<sup>98</sup>

1971 gründete Joseph BEUYS die *Organisation für Direkte Demokratie durch Volksabstimmung* mit Büro in Düsseldorf. Im Zuge dessen entstand 1971 die Plastiktüte *So kann die Parteiendiktatur überwunden werden* der *Organisation für direkte Demokratie durch Volksabstimmung*. Diese Polyethylentrageasche (75 x 51,5 cm) ist beidseitig bedruckt. Eine Seite zeigt das Diagramm *Ein Vergleich zweier Gesellschaftsformen* von Karl FFASTABEND, der seit 1971 Geschäftsführer der *Organisation für direkte Demokratie* war. Die andere Seite der Plastiktüte zeigt das Foto einer Wandtafel, auf der das von BEUYS gezeichnete Schema *So kann die Parteiendiktatur überwunden werden!* zu sehen ist. Unter dieser Überschrift erläutert BEUYS das Prinzip der Volksabstimmung, die von unten nach oben wirkt. Geplant war eine Auflage von 10.000 Stück. 500 wurden mit innen liegender Filzplatte ausgeführt. Die Tüten wurden an mehreren Anlässen verwendet. Bei der Straßenaktion der *Organisation für direkte Demokratie durch Volksabstimmung* am 18.06.1971 verteilte Joseph BEUYS die Plastiktüte an Passanten und erklärte die Idee der Überwindung der Parteiendiktatur durch Volksabstimmung anhand der beiden Schemata. Bei der Aktion *Ausfegen* am 1. Mai 1972 am Karl-Marx-Platz in Berlin (West), fegte BEUYS mit seinen Schülern El LOKO und Hiroshi HIROSE unmittelbar nach der Demonstration zum Tag der Arbeit den Karl-Marx-Platz. Der Abfall wurde in die Plastiktüte gefüllt und am selben Abend in der Berliner Galerie René BLOCK ausgestellt.<sup>99</sup> Auf der documenta 5 1972 wurde die Tüte an die Besucher verteilt.<sup>100</sup> BEUYS nutzte seine Tüte als Werbeträger für sein politisches Anliegen.

Walter SCHREINER verwendet Plastiktüten in seiner Arbeit *Airbag* (1996). Luftkissen

<sup>96</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 24.

<sup>97</sup>REUTHER (1987), S. 163–165.

<sup>98</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 30, Abb. Tafel 42, I.

<sup>99</sup>[www.duesseldorf.de/stadtmuseum/sammlung/anlagen/90040\\_plastiktueete.pdf](http://www.duesseldorf.de/stadtmuseum/sammlung/anlagen/90040_plastiktueete.pdf), geprüft am 03.02.2008.

<sup>100</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 30.

#### 4.4 Verwendung von Tragetaschen im Alltag und in der Kunst

aus Plastiktüten sind durch Schläuche mit Lautsprechern verbunden. Plexiglastrichter mit Ventil ermöglichen die Nutzung der Lautsprecher als Luftpumpen, die die Tüten auf unterschiedlichen Frequenzen aufblasen.<sup>101</sup> Künstler wie Dodi REIFENBERG<sup>102</sup> (Abb. 4.2), Ben HÜBSCH und Carl Ludwig HÜBSCH<sup>103</sup> (Abb. 4.3) verwenden Plastiktüten in Außen-skulpturen. Weitere Künstler, die Polyethylentragetaschen verwenden, sind z. B. Annette MESSENGER, Isa GENZKEN, Manfred PERNICE, Gregor SCHNEIDER, Gustav METZGER und Roman SIGNER.<sup>104</sup> Auch Modedesigner wie Anja MURY und Ladan YADOLLAHVAND benutzen Plastiktüten,<sup>105</sup> die TüTa-Umhängetaschen von Maren KRÄMER wurden bereits erwähnt. Georges-Pascal RICORDEAUS schafft luxuriöse Gewänder und Accessoires, die ausschließlich aus Plastiktüten hergestellt sind. Tim EITEL verwendet mit Plastiktüten behängte Wägen von Wohnsitzlosen als Motiv für ein Gemälde.<sup>106</sup>

**Sammlung und Ausstellung von Plastiktüten** Die Auseinandersetzung mit industriell gefertigten Massenprodukten, v. a. Wegwerfprodukten „*stieß lange auf Vorbehalte, erst seit den sechziger und siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts steigt das Interesse auch an dieser wirtschaftlichen Form der Lebensäußerungen.*“<sup>107</sup> Tragetaschen als Teil der Wirtschafts-, Kultur- und Sozialgeschichte weckten das Interesse zahlreicher privater Sammler. Die erste Tüten-Sammlung legte die Amerikanerin Dionne GUFFEY an. Besonders Augenmerk liegt bei den prestigeträchtigen New Yorker Papiertüten der sechziger Jahre. Die Sammlung wurde während der New York's World Fair 1964 präsentiert.<sup>108</sup> Der mehrfach zitierte Sammler und Autor Heinz SCHMIDT-BACHEM sammelt seit 1975 Tüten. In Deutschland werden Tragetaschen seit dem Ende der 1970er Jahre auch in Ausstellungen gezeigt. Einer der frühesten Hinweise ist *Tüten. Thesen. Temperamente*, eine Plastiktütenausstellung der Lintas in Hamburg vom 21.02.–04.05.1979. Die dort gezeigte Sammlung sollte museal verwaltet und wenige Jahre später in erweiterter Form erneut präsentiert werden.<sup>109</sup> Mittlerweile werden Sammlungen auch im Internet präsentiert, als online Tüten-Ausstellungen<sup>110</sup>

<sup>101</sup>BUHS (1998), S. 68–69.

<sup>102</sup>Dodi REIFENBERG verkleidete am Rande des G8-Gipfels in Heiligendamm im Mai 2007 einen Zaun mit bunten Plastiktüten.

<sup>103</sup>Projekt *Berge versetzen*. <http://www.hiddenmuseum.net/huebsch.html>, geprüft am 03.02.2008.

<sup>104</sup>Annette MESSENGER *Deux clans, deux Familles* 1997/98; Isa GENZKEN *Plastiktüte zum German Pavilion - Venice Biennale 2007*, beidseitig farbig bedruckt; Gregor SCHNEIDER *Haut* (Müllsack); Gustav METZGER (für eine Installation in der Londoner Tate platzierte er eine Plastiktüte vor einem Gemälde); Roman SIGNER *Runder Raum* (wirbelnde rote Plastiktüte in Rondell mit Ventilatoren).

<sup>105</sup>Anja MURY und Ladan YADOLLAHVAND ALDI *meets CHANEL* (Kostüm und Handtasche aus Plastiktüten, Knöpfen, Kette).

<sup>106</sup>Tim EITEL *Asphalt*, 2007 (Öl auf Leinwand, 272 x 318 cm, Museum Frieder BURDA, Baden-Baden).

<sup>107</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 16.

<sup>108</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 14.

<sup>109</sup>Hinweise auf eine Folgeausstellung konnten nicht gefunden werden.

<sup>110</sup>Kunst an der Tüte. Online-Ausstellung 50 Jahre Plastiktüte, <http://www.kultura-extra.de/extra/feull/plastiktueten.html>, ohne Datum, geprüft am 24.10.2007.

#### 4 Polyethylentrageaschen



Abbildung 4.2: *Plastiktütenzaun* von Dodi REIFENBERG, G8-Gipfel in Heiligendamm, Mai 2007.

oder auf Webseiten, die sich mit Alltagskultur<sup>111</sup> beschäftigen. Seit 1997 existiert in Heideberg das Deutsche Verpackungsmuseum mit einer umfangreichen Sammlung an Trageaschen, die der Öffentlichkeit bislang nicht gezeigt wurde.<sup>112</sup> Das Stadtarchiv Passau ist ebenfalls im Besitz von ca. 5000 Plastiktüten, die online präsentiert werden soll.<sup>113</sup> Der Kunstverein KISS zeigt seit Mai 2003 im Schloss Untergröningen eine Ausstellung, die bereits 2002 Susanne GERBER im Ausstellungskatalog *Kunst.Stoff.Tüten*<sup>114</sup> präsentierte. Die Veranstalter bezeichnen die gezeigten Tüten als „*weltweit dritte Museums-Sammlung von Kunststofftüten*“.<sup>115</sup> Die Ausstellung ist als temporäres Museum nur in den Wintermonaten

<sup>111</sup><http://www.ddd-alltagskultur.com/start/start.html>, ohne Datum, geprüft am 03.02.2008.

<sup>112</sup>Deutsches Verpackungsmuseum in Heideberg, Sitz der Geschäftsstelle in Wiesbaden. Mangels Sponsoren aus der Folienindustrie bleibt die Sammlung unbearbeitet. Die Tütensammlung des Verpackungsmuseums wird nicht erweitert, wurde bislang nicht aufgearbeitet, ausgestellt oder publiziert.

<sup>113</sup>Die Tüten sind fotografiert, registriert und in Planschränken gelagert. Ihr Standort ist Am Goldsteig 1, in 94034 Passau. Freundliche telefonische Auskunft von Herrn ECKERL, Stadtarchiv Passau am 06.02.2008. Die angefangenen Webseiten wurden jedoch weitgehend unzugänglich gemacht.

<sup>114</sup>GREBER (2002)

<sup>115</sup>„*Zu jedem Museum gehört eine ständige Sammlung. Eine ständige Sammlung muss charakteristisch sein, und das ist die weltweit dritte Museums-Sammlung von Kunststofftüten ganz sicher.*“ <http://www.kiss-untergroeningen.de/aktuelles.html>, geprüft am 03.02.2008.

#### 4.5 Herstellung und Verarbeitung von Polyethylentragetaschen



Abbildung 4.3: *Berge versetzen* von Ben HÜBSCH und Carl Ludwig HÜBSCH, 2001.

zu sehen,<sup>116</sup> doch scheint das Schloss Untergröningen deutschlandweit das einzige Museum mit Schwerpunkt Kunststofftragetaschen zu sein. Insgesamt gibt es eine unterschätzte Zahl an privaten Sammlungen und kleineren Ausstellungen.<sup>117</sup> Die von SCHNÖKE u. a. (1986)<sup>118</sup> beklagte Situation, nach der der Sammlung und Ausstellung von Tüten nur ein geringes Interesse entgegengebracht werde, scheint sich verbessert zu haben (Abb. 4.4).

#### 4.5 Herstellung und Verarbeitung von Polyethylentragetaschen

Zur Folienherstellung wurde nur eine umfangreiche Quelle aus dem Jahr 1978 ermittelt, die 30 Jahre nach ihrem Erscheinen noch Gültigkeit besitzt.<sup>119</sup> Die Herstellung von Kunststoffbeuteln ist im Prinzip der Herstellung von Beuteln aus Pappe und Papier ähnlich.

<sup>116</sup>Freundliche telefonische Auskunft von Dr. Otto ROTHFUSS, erster Vorsitzender von KISS Untergröningen e.V., am 04.02.2008.

<sup>117</sup>Eine Liste von Ausstellungen und weiteren kulturellen Auftritten von Tragetaschen ist Nach dem Bildnachweis zu finden.

<sup>118</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 7.

<sup>119</sup>Im Dezember 2007 wurde mit dem Entwickler von Folien bei einem großen Hersteller von Verpackungen mit Schwerpunkt Folienverpackungen ein Gespräch geführt.



## 4 Polyethylentrageaschen



Abbildung 4.4: *Tüten - 2000 Trageaschen aus der Sammlung MITTENDORF, 2001, Karl Ernst OSTHAUS Museum, Hagen.*

Kunststofftüten werden aus ein- oder mehrlagigen Kunststofffolien hergestellt. Zur Verbindung der Beutelteile und des Bodens wird meist geschweißt, bei wenigen nicht schweißbaren Kunststoffen wird geklebt. Wesentliche Schritte bei der PE-Tütenherstellung sind die Extrusion von ein- oder mehrschichtigen Folien, die Polarisierung der Oberfläche, damit Druckfarbe auf ihr haften. Die Folien werden i. d. R. nach dem Bedrucken verschweißt und Griffe werden ausgestanzt. Die Kosten für eine Tüte richten sich nach dem verwendeten Material, dem Druckverfahren und der Farbanzahl, nach Auflage und Griff.<sup>120</sup>

### 4.5.1 Polyethylen als Rohprodukt

Die Ausgangsstoffe für Polyethylentüten werden von Herstellern aus der petrochemischen Industrie<sup>121</sup> bezogen. Folieneigenschaften werden bereits durch die Rohstoffe bestimmt, z. B. Lebensmittelechtheit, Tiefkühl- oder Durchstoßfestigkeit und UV-Stabilität.<sup>122</sup> Nach Auskunft eines Mitarbeiters eines großen Verpackungsherstellers, kommen für manche Folien bis zu 25 reine PE-Sorten zum Einsatz. Für Trageaschen sind es in der Regel drei bis vier verschiedene Sorten, die in drei unterschiedlichen Lagen coextrudiert werden (vgl. Abschnitt 4.5.3).

Polyethylene<sup>123</sup> (Kurzzeichen PE, engl. polyethylenes, frz. polyéthylènes, ital. polietilene, span. polietilenos) sind durch Polymerisation<sup>124</sup> von Ethen hergestellte makromolekulare

<sup>120</sup>JESCHKE (1976), S. 39.

<sup>121</sup>DETTMER kauft bei Total ATOFINA und BASELL.

<sup>122</sup>www.dettmer-verpackungen.de, geprüft am 14.03.2008.

<sup>123</sup>RÖMPP (2003).

<sup>124</sup>Der Reaktionstyp der Polymerisation (engl. addition polymerisation), durch den auch Polyethylen hergestellt wird, kann durch radikalische (mit Sauerstoff, Peroxiden), ionische (in Wasser dissoziierende Säuren) und koordinative Initiatoren am Katalysator ausgelöst werden, ferner durch Wärme (thermische Polymerisation), durch ionisierende Strahlung (Strahlenpolymerisation z. B. durch Elektronen)

#### 4.5 Herstellung und Verarbeitung von Polyethylentragetaschen

Kohlenwasserstoffe mit der charakteristischen Grundeinheit  $[-CH_2-CH_2-]_n$  aus der Gruppe der Polyolefine.<sup>125</sup> Polyethylen-Typen unterscheiden sich hauptsächlich hinsichtlich ihrer Molekülmasse, ihres Verzweigungsgrades und damit verbunden in ihrem Kristallinitätsgrad und in ihrer Dichte.<sup>126</sup> Die Dichte gilt bei Homopolymeren<sup>127</sup> als die wichtigste Kenngröße.<sup>128</sup> Zu den Dichten verschiedener PE-Homo- und -Copolymerisate siehe Tab. 4.1.

Tabelle 4.1: PE-Homo- und -Copolymerisate.

Polyethylen-Homopolymerisate		
PE-Typ	Kurzzeichen	Dichte (g/ml)
niedriger Dichte	PE-LD	0,914–0,928
hoher Dichte	PE-HD	0,941–0,965
ultra hohe rel. Molekülmasse	PE-UHMW	0,93–0,94
(vernetztes PE)	PE-V	0,916–0,933)
Lineare Ethylen-Copolymerisate mit $\alpha$ -Olefinen		
Lineare PE	Kurzzeichen	Dichte (g/ml)
Mittlere Dichte	PE-LMD	0,935–0,940
Niedrige Dichte	PE-LLD	0,915–0,935
Sehr niedrige Dichte	PE-VLD	0,900–0,915
Ultraniedrige Dichte	PE-ULD	0,860–0,910

Schmelzindex (MFI) und Volumenfließindex, heute Schmelze-Messfließrate (Melt Flow Rate MFR) und Schmelze-Volumenfließrate (Melt Volume Rate MVR) sind weitere wich-

---

oder durch Licht (Photopolymerisation). Koordinatives Kettenwachstum wird durch Zugabe von z. B. Ziegler-Natta-Katalysatoren ausgelöst. Die Anlagerung der Monomere erfolgt hier in einer durch den Katalysator vorgegebenen räumlichen Orientierung und führt, anders als bei radikalischer und ionischer Polymerisation, bei der eine ataktische (regellose) Anordnung entsteht, zu einheitlich isotaktisch (z. B. alle Seitenketten weisen in die selbe Richtung) oder synisotaktisch (abwechselnd) angeordneten Seitengruppen. Im Gegensatz zur Polykondensation und Polyaddition findet bei der Polymerisation immer eine Kettenreaktion statt, bei der Doppelbindungen abgesättigt werden. Es entstehen Makromoleküle verschiedener Längen. Vgl. BERGMANN (2004), S. 230. Nach der Bildung eines freien Radikals durch einen Initiator lagert sich das Radikal an ein Monomer, z. B. an einen Kohlenwasserstoff mit einer ungesättigten Bindung wie Ethen  $CH_2=CH_2$  an. Dabei geht das Radikal eine Bindung mit einem C-Atom der Doppelbindung ein, das andere C-Atom wird radikalisiert. In der Wachstumsphase lagert sich das vergrößerte Radikal auf gleiche Weise an ein weiteres ungesättigtes Molekül an. Diese Kettenreaktion endet, wenn zwei Radikale aufeinander treffen (Rekombination) oder ein Wasserstoffatom das Radikal neutralisiert (Disproportionierung). Vgl. RÖMPP (2003).

<sup>125</sup>Unter „Olefine“ werden einfache ungesättigte Kohlenwasserstoffe zusammengefasst.

<sup>126</sup>RÖMPP (2003).

<sup>127</sup>Homopolymere sind Polymere, die nur aus einer Sorte von Einzelbausteinen, den Monomeren bestehen.

<sup>128</sup>WAENTIG (2004), S. 377.

tige Kenngrößen für Thermolpaste.<sup>129</sup>

**Eigenschaften** Reine Ethylenpolymerisate entsprechen als gesättigte, hochmolekulare Kohlenwasserstoffe in ihrem Verhalten den Paraffinen. Polyethylen gehört zu den Thermoplasten und schmilzt beim Erhitzen. Seine Glasatemperatur liegt weit unter der Raumtemperatur und befindet sich darum meist im elastischen Bereich. Sein partiell kristalliner Charakter bestimmt die chemisch-physikalischen Eigenschaften von PE. Die mechanischen Eigenschaften sind abhängig von Molekülgröße und -struktur der Polyethylene. Der Einfluss der Molekülstruktur auf die Eigenschaften der drei wichtigsten PE-Typen ist in Tab. 4.2 dargestellt.

Die einzelnen Kohlenwasserstoffketten sind im Polyethylen nicht chemisch durch kovalente Bindungen miteinander verbunden,<sup>131</sup> sondern nur durch zwischenmolekulare Wechselwirkungen. In amorphen Bereichen werden die Ketten durch schwache VAN-DER-WAALS-Kräfte zusammen gehalten, was sich in einer niedrigen Glasatemperatur ausdrückt. Neben zwischenmolekularen Kräften beeinflussen zwei weitere molekulare Effekte das Übereinandergleiten der Polymerketten beim Erweichen: die Steifigkeit der Polymerkette selbst und Seitengruppen, die sich mit einander mechanisch verhaken.<sup>132</sup> Aufgrund ihrer Größe verschlaufen und verschlingen Polymere mechanisch miteinander, was auch eine bindungsähnliche Wirkung hat. Bei PE besteht um die Einfachbindungen des Kettenrückgrates freie Drehbarkeit, die Ketten sind sehr flexibel, was sich in einer niedrigen Tg ausdrückt.<sup>133</sup> Mit abnehmendem Verzweigungsgrad (Verzweigungshäufigkeit pro 1000 C-Atome in der Hauptkette<sup>134</sup>) und mit Verkürzung der Seitenketten steigen Kristallinitätsgrad und Dichte von PE.<sup>135</sup>

<sup>129</sup>Die Schmelzviskosität MFR wird in g/10 min, die Schmelze-Volumenfließrate in cm<sup>3</sup>/10 min angegeben. Polymeren mit einem höheren und mittleren Molekulargewicht entsprechen kleinen Schmelzfließraten, d. h. einer höheren Schmelzviskosität. Übliche Werte bewegen sich zwischen 0,5 g/10 min und 40 g/10 min; HELLERICH u. a. (2004), S. 439–441. Zusätzlich wird die Temperatur der Schmelze in °C und die druckausübende Masse in kg angegeben, z. B. 190/5 (°C/kg). Das Prüfverfahren für den Schmelzindex ist in DIN 53736 festgelegt. Gemessen wird, wie viel Material in einer bestimmten Zeit bei einem bestimmten Druck aus einer genormten Düse fließt. Der Schmelzindex ist auch ein Merkmal für die Zähigkeit eines Polymers. PARIS (1984), S. 54.

<sup>131</sup>Vernetzung kann jedoch während der Alterung oder durch eine spezielle Oberflächenbehandlung erfolgen.

<sup>132</sup>KOESLING (o. J.), S. 97.

<sup>133</sup>KOESLING (o. J.), S. 97–98.

<sup>134</sup>GNAUCK / FRÜNDT (1991), S. 52.

<sup>135</sup>Mit der Dichte steigen Schubmodul, Härte, Streckgrenze und Schmelzbereich, es nehmen Schockfestigkeit, Transparenz, Quellbarkeit und Löslichkeit ab. Mit steigender Molmasse nehmen bei gleicher Dichte die Reißfestigkeit, Dehnung, Schockfestigkeit, Schlagzähigkeit, Dauerstandfestigkeit, Verschleißfestigkeit und Formbeständigkeit bei Wärme zu. Auch verbessert sich die Beständigkeit gegen Lösungsmittel und Spannungsrissbildung. Die Verarbeitbarkeit wird bei besonders langkettigen Polymeren schwieriger. Im Vergleich zu anderen Kunststoffen wird Polyethylen als Material mit geringer Zugfestigkeit (9–15 MN/m<sup>2</sup>) beschrieben. KOESLING (o. J.), S. 106. Härte und Steifigkeit sind ebenfalls verhältnismäßig gering. Polyethylen kann durch einseitigen starken mechanischen Zug (Orientierung der Polymerstränge/Recken, vgl. Abschnitt 4.5.3) hinsichtlich seiner Festigkeit verbessert werden. ROGNER (2005),

#### 4.5 Herstellung und Verarbeitung von Polyethylentragetaschen

Tabelle 4.2: Einfluss der Molekülstruktur auf Eigenschaften von PE-Typen. \*LK: Langkettenverzweigungen, KK: Kurzkettenverzweigungen

Typ	Verzweigungsgrad	Kristallinität [%]	Kristallit-schmelzbereich	Rohdichte g/ml	Festigkeit, Härte	Dehnung, Schlagzähigkeit	Einsatzgrenztemperatur in °C	Einfrieretemperatur in °C
PE-LD	hoch, 20–40, LK* u. KK	40–55	105–110	0,86–0,92 <sup>130</sup>	geringer	höher	+80	-90
PE-LLD	mittel, 15–30 KK bis C6	55–65	115–125	0,92–0,94	mittel	mittel, teilw. sehr hoch	+120	-70–95
PE-HD	gering, 1–10 KK, meist C1	70–75 nach Römpp bis zu 80%.	125–135	0,94–0,965	höher	geringer	+100	-50

PE sind bis zu 60°C in allen üblichen Lösungsmitteln nahezu unlöslich. Es besitzt ausgezeichnete Beständigkeit gegen anorganische Säuren, mit Ausnahme der stark oxidierenden, gegen Basen, Salz-Lösungen, polare organische Flüssigkeiten sowie Öle und Fette. Es ist nur mäßig oder unbeständig gegenüber Kohlenwasserstoffen, chlorierten Kohlenwasserstoffen, Ketonen und Oxidationsmitteln. Aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe und deren Halogen-Derivate bewirken erhebliche Quellung, ebenso Detergentien (Abschnitt 4.6, unter dem Stichpunkt Spannungsrissbildung). Die Durchlässigkeiten gegenüber O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> und die Diffusion von Gasen sowie von Aromastoffen und ätherischen Substanzen durch PE sind relativ hoch. Sehr gering sind Wasseraufnahme und Wasserdampfdurchlässigkeit.<sup>136</sup> Alkohole, Ester und Ketone quellen PE bei 20°C dagegen kaum. PE ist brennbar, die Selbstentzündung liegt bei etwa 350°C.

In ungefärbtem Zustand und in Abhängigkeit von der Dicke, die zwischen der einer Folie

---

S. 6. Polyethylene weisen eine hohe Dehnbarkeit und eine sehr hohe Schlagzähigkeit auf, auch bei niedrigen Temperaturen, es ist kältefest bis ca. -50°C. Bei Langzeitbelastung kann starke Kriechverformung auftreten, der durch Zusatz von Kurzglasfasern (Werkstoffkurzzeichen PE-GF) entgegengewirkt werden kann. GNAUCK / FRÜNDT (1991), S. 54.

<sup>136</sup>Nach ROGNER (2005), S. 32 für Wasserdampf absolut undurchlässig.

oder einem mehrere Zentimeter dicken Block liegen kann, ist PE schwach bis stark milchig getrübt (transparent bis transluzent) oder undurchsichtig (opak). Bei sehr dünnen Folien ist eine fast glasklare Einstellung möglich. In dickerer Form sieht es wachsartig aus und fühlt sich wie Kerzen, Paraffin oder Seife an.<sup>137</sup> PE sind geschmacksfrei, geruchlos, physiologisch unbedenklich<sup>138</sup> und für den Kontakt mit Lebensmitteln geeignet.<sup>139</sup> Der Geruch und die klebrige Oberfläche bei der Alterung können von Rückständen einer früheren Verwendung kommen.<sup>140</sup> Die elektrischen Isoliereigenschaften der homopolymeren PE und Copolymere aus PE sind hervorragend und eignen sich auch für den Einsatz in der Hochfrequenztechnik. Sie weisen gute Kriechstrombeständigkeit, wegen der fehlenden Leitfähigkeit jedoch starke Neigung zu elektrostatischer Aufladung auf.

PE dient zur Verpackung von Nahrungsmitteln in Form von transparentem Film. Es liefert allein die Hälfte der zu Verpackungszwecken verwendeten Kunststoffmenge<sup>141</sup> und ist der mengenmäßig bedeutendste Kunststoff. Polyethylen wird verarbeitet zu Folien, Spritzgussteilen, Behältern aller Art und zu elektrischen Isolierteilen. Die PE-Spinnfaservliesstoffe der Firma DUPONT DE NEMOURS & CO. werden unter dem Markennamen TYVEK seit Ende der 1960er Jahre vertrieben. Durch Oxidation der Oberfläche wird Tyvek beschreibbar und kann z. B. als Briefumschlag benutzt werden.

**Polyethylen-Sorten** Bei Polyethylen sind die drei Hauptgruppen LDPE („low density polyethylene“), HDPE („high density polyethylene“) und LLDPE („linear low density polyethylene“) zu unterscheiden. LDPE ist biegsam und weich („Weich-PE“), HDPE ist fester und härter („Hart-PE“). LLDPE liegt mit seinen Eigenschaften dazwischen und ist bei höherer Temperatur als Hart- oder Weich-PE anwendbar. Darüber hinaus gibt es eine große Anzahl modifizierter PE-Typen (siehe Tab. 4.3).

Polyethylene werden nach zwei grundsätzlich unterschiedlichen Methoden, dem Hoch- und dem Niederdruckverfahren hergestellt, wodurch Produkte mit unterschiedlichen Eigenschaften erhalten werden. Das aus stark verzweigten Molekülen bestehende biegsame Hochdruckpolyethylen (LDPE) wird unter erhöhtem Druck und Wärme in Gegenwart von Sauerstoff und Radikalbildnern gewonnen. Es ist der älteste Polyethylen-Typ und wurde in Großbritannien ab 1937/38 produziert. Dieses Polyethylen besitzt viele Verzweigungen

---

<sup>137</sup>ROGNER (2005), S. 32.

<sup>138</sup>RÖMPP (2003).

<sup>139</sup>Es ist bekannt, dass Polyethylen (z. B. Tupperware) Fette und Öle absorbiert. Die klebrige Oberfläche, die oft bei PE-Behältern zur Aufbewahrung von Lebensmitteln beobachtet werden kann, wurde bei Tupperware, die VAN OOSTEN untersuchte von einer öligen Komponente, vermutlich von Butyloleat oder epoxidiertem Sojabohnenöl verursacht. VAN OOSTEN / ATEN (1996), S. 974. KOESLING erwähnt epoxidiertes Sojaöl ESPO als Schutzmittel für v. a. Celluloseester. Neben dem Effekt, ausdiffundierenden Weichmacher zu ersetzen, scheint die Schutzwirkung vor allem in einer Versiegelung der Oberfläche gegen die aggressive Umwelt zu bestehen. KOESLING (o. J.) S. 103.

<sup>140</sup>VAN OOSTEN / ATEN (1996), S. 971.

<sup>141</sup>ROGNER (2005), S. 32.

#### 4.5 Herstellung und Verarbeitung von Polyethylentragetaschen

Tabelle 4.3: Auswahl modifizierter Ethylenpolymerisate.

Chemische Reaktion bzw. Modifizierung	Verwendete Monomere bzw. Polymere	Kunststoff Kurzzeichen
Copolymerisieren	Ethylen mit Propylen Ethylen mit Vinylacetat Ethylen mit Ethylacrylat Ethylen mit Acrylsäure Ethylen mit Acrylsäure und Acrylsäuresalzen (Ionomere) Ethylen mit Vinylalkohol	E/P E/VA E/EA E/A – E/VAL
Mischen (Polymerblends)	PE-LD mit PE-HD PE-LD mit PE-LLD Polyethylen mit Polypropylen Polyethylen mit Polyisobuten Ethylen-Copolymerisate mit Bitumen (ECB)	PE-LD + PE-HD PE-LD + PE-LLD PE + PP PE + PIB –
Chemisch Abwandeln: Vernetzen Chlorieren	Ethylen-Homo- u. Copolymerisate Polyethylen	PE-V, PE-X PE-C

(Ethyl und Butyl), ist von niedriger Dichte ( $0,915\text{--}0,935\text{ g/ml}^3$ )<sup>142</sup> und von einer Kristallinität zwischen 40 und 50 %. Die Glasübergangstemperatur liegt bei  $-110^\circ\text{C}$ , der Schmelzpunkt bei annähernd  $110^\circ\text{C}$ . LDPE besitzt eine große Wärmedehnung.

Anfang der 1950er Jahre beschreiben einige Patente ein Verfahren zur Herstellung von PE nach dem Niederdruckverfahren unter Luft- und Feuchtigkeitsausschluss in Gegenwart von heterogenen Katalysatoren. Das so gewonnene Niederdruckpolyethylen (HDPE<sup>143</sup>) ist weitgehend linear und unverzweigt, weshalb sich die Polymerstränge besser aneinander anlagern können. Es entsteht ein festeres und beständigeres Produkt als LDPE<sup>144</sup>, mit höherer Kristallinität (60–70 %), Dichte ( $0,94\text{--}0,965\text{ g/ml}^3$ ) und Härte, aber geringerer Transparenz.<sup>145</sup> Die Glasübergangstemperatur von HDPE liegt bei  $-90^\circ\text{C}$ , der Schmelzbereich liegt bei  $130\text{--}137^\circ\text{C}$ .<sup>146</sup> Typische Kennwerte von LDPE und HDPE sind in Tab. 4.4 zusammengefasst.

<sup>142</sup>RÖMPP (2003).

<sup>143</sup>Kurzzeichen nach DIN 7728-1: 1988-01.

<sup>144</sup>WAENTIG (2004), S. 291.

<sup>145</sup>ROGNER (2005), S. 5. Der Brechungsindex  $n_D^{20}$  von LDPE liegt bei 1,51, der von HDPE bei 1,545.

<sup>146</sup>KOESLING (o. J.), S. 97–98.

Tabelle 4.4: Physikalische Eigenschaften von LDPE und HDPE.

Eigenschaft	LDPE	HDPE
Schmelzpunkt [°C]	110–115	130–136
Glastemperatur [°C]	-110	-95
Kristallinität [%]	40–50	60–70
Dichte [g/ml]	0,914–0,928	0,941–0,965
Druck bei der Synthese [bar]	1.400	unter 20–70
Temperatur bei der Synthese [°C]	150–350	20–250
Molmasse	20.000–50.000	100.000–1 Mio.

Die üblichen relativen Molekülmassen liegen bei LDPE zwischen 20.000 und 50.000 (500–1.500 CH<sub>2</sub>-Einheiten), für HDPE betragen sie über 100.000 bis eine Million (über 30.000 CH<sub>2</sub>-Einheiten<sup>147</sup>) und für PE-UHMW bis hinauf zu 6,5 Millionen. HDPE werden als Typen mit hohen bzw. besonders hohen Molekülmassen (ca. 200.000–5.000.000 g/mol bzw. 3.000.000–6.000.000 g/mol) unter der Kurzbezeichnung HMW-HDPE (high molecular weight) bzw. UHMW-HDPE (ultra high molecular weight) angeboten.<sup>148</sup> Auch Produkte mit mittlerer Dichte (MDPE, PE-MD) aus Mischungen von PE niedriger und hoher Dichte sind kommerziell erhältlich. Produkte mit höherer Molmasse als LDPE und dadurch bedingter verbesserter Festigkeit und Streckbarkeit, tragen die Kurzbezeichnung HMW-LDPE (HMW: high molecular weight). Lineare Polyethylene mit Dichten <0,918 g/cm<sup>3</sup> (VLDPE, very low density polyethylene) gewinnen nur langsam Marktbedeutung.

**LLDPE** Neben LDPE, dem mengenmäßig wichtigsten Polyolefin, und HDPE wurde bereits 1973<sup>149</sup> LLDPE (linear low density polyethylene) entwickelt und gelangte in den 1980er Jahren zu größerer Bedeutung auf dem Foliensektor, in dem etwa zwei Drittel der PE-LLD-Produktion verbraucht werden. Es handelt sich dabei Copolymerisate des Ethylens mit länger-kettigen  $\alpha$ -Olefinen, insbesondere mit Buten-1<sup>150</sup> (C<sub>4</sub>), Hexen-1 (C<sub>6</sub>) oder 4-Methylpenten-1 und Octen-1 (C<sub>8</sub>). Die Sorten werden charakterisiert durch die Anzahl der Kohlenstoffatome an den Seitenketten des Kohlenstoff-Rückgrates. Die Produkte werden auch z. B. als PE-LLD-C8 bezeichnet.

PE-LLD kann im Hochdruckverfahren oder unter Verwendung von Chromoxid als Katalysator im Niederdruckverfahren hergestellt werden. Je nach Art, Verteilung und Menge der Comonomere können Copolymerisate von LDPE mit  $\alpha$ -Olefinen vom Typ PE-LLD

<sup>147</sup>KOESLING (o. J.), S. 95.

<sup>148</sup>Wegen der sehr großen Kettenlänge gehört PE-UHMW zur Gruppe der Thermoelaste.

<sup>149</sup>PARIS (1984), S. 41 k. LLDPE wird auf derselben Seite bereits in der Ausgabe von 1973 genannt. „Für die Sackherstellung werden Dichten bis zu 0,922 g/cm<sup>3</sup> benutzt.“ PARIS (1984), S. 54.

<sup>150</sup>Die Ziffer gibt die Lage der Doppelbindung zwischen zwei C-Atomen an.



#### 4.5 Herstellung und Verarbeitung von Polyethylentragetaschen

unterschiedlich ausfallen. Der ausgeprägte Verzweigungsgrad der im Hochdruckverfahren hergestellten PE ist reduziert, hinsichtlich seiner Eigenschaften ist es zwischen LDPE und HDPE einzuordnen. LLDPE kann wegen seiner guten Ausziehfähigkeit zu dünnen Folien verarbeitet werden. Es besitzt gute Durchstoßfestigkeit, Weiterreißfestigkeit, extreme Dehnbarkeit, Tieftemperaturzähigkeit bis  $-95^{\circ}\text{C}$  und Spannungsrisssbeständigkeit. Im Vergleich zu LDPE ist die Ausstoßleistung um 30–40 % geringer. Auch ist die Verwendung besonderer Schweißwerkzeuge nötig.

*„Praxisversuche haben gezeigt, dass sich LLDPE in reiner Form nicht zur Verarbeitung zu Foliensäcken eignet. Heute (1978) wird LLDPE in der Hauptsache als Mischung mit LDPE für Säcke, Folien und Schrumpfhäuben usw. verwendet (LLDPE-Anteil bis zu 20 %) (...) Um die Eigenschaften der einzelnen Rohstoffe optimal zu nutzen, werden heute viele Folien aus Granulatmischungen (z. B. LDPE/LLDPE oder LDPE/HDPE oder LDPE/PP usw.) am Markt angeboten (...) Untersuchungen und die Praxis haben gezeigt, dass die einfache Addition der positiven Eigenschaften der gemischten Rohstoffe nicht ausreicht, um die Qualität der Mischfolie vorauszubestimmen (...) Gegenseitige Störungen bei bestimmten Mischverhältnissen können nicht ausgeschlossen werden.“<sup>151</sup>*

Je kürzer die Seitenketten, desto billiger ist LLDPE. Je länger, desto besser sind die mechanischen Eigenschaften und die Siegelbarkeit. LLDPE-Sorten werden z. B. mit LDPE- und MDPE-Sorten gemischt. Mit dem Anteil an MDPE oder ganz allgemein mit der Dichte der benutzten PE-Sorten steigt die Steifigkeit der produzierten Folie.

**Weitere Polyethylenpolymerisate** Polyethylen kann auf vielfältige Weise bereits als Homopolymerisat oder auch durch Copolymerisation, durch Mischen mit anderen Polymeren, mit Füll- und Verstärkungsstoffen, oder sonstigen Substanzen wie Bitumen, durch Vernetzen oder andere chemische Reaktionen am fertigen Polymer modifiziert werden. Durch unterschiedliche Herstellungsbedingungen und zusätzlich unterschiedliche maßgeschneiderte Katalysatorsysteme, sowie verschiedene Comonomerarten und -menge ist es möglich, die Verzweigungshäufigkeit und -länge zu variieren. Auch die relative Molekülmasse, ihre Verteilung und die Verteilung der Comonomere auf die Polymerkette und damit die Verarbeitungs- und Festigkeitseigenschaften der Kunststoffe können gezielt eingestellt werden.<sup>152</sup> Bei den Copolymerisaten des Ethylens werden unpolare PE vom Typ HDPE und unpolare oder polare PE vom Typ LDPE unterschieden. Die unpolaren entstehen durch Copolymerisation von  $\alpha$ -Olefinen, die polaren vorwiegend durch Copolymerisation mit ungesättigten Estern, Säuren oder Alkoholen. Unpolare HDPE-Copolymerisate werden durch Umsetzen von Ethylen mit kleineren Mengen an  $\alpha$ -Olefinen, z. B. Buten-1 oder Hexen-1 nach dem Hochdruckverfahren hergestellt. Es entstehen Hart-PE-Copolymerisate von mittlerer Dichte (0,935–0,940 g/ml), sog. MDPE.

<sup>151</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 18–20.

<sup>152</sup>Mischungen (Polymerblends) von PE werden meist zwischen PE-Homopolymerisaten oder mit anderen Polyolefinen durchgeführt, z. B. HDPE mit LDPE oder PE mit PP.

## 4 Polyethylentrageaschen

Zu den genannten Kurzzeichen ist anzumerken, dass in der neueren Literatur verstärkt eine Schreibweise verwendet wird, die die Buchstaben PE voranstellt (PE-LD, PE-LLD, PE-HD, PE-HD-MHW, PE-HD-UHMW, PE-MD, PE-VLD etc.).<sup>153</sup>

**Polyethylenmischungen für Tüten** Die Hauptkomponente in den hier produzierten Folien für die Herstellung von Trageaschen ist LDPE,<sup>154</sup> gefolgt von LLDPE.

Für unterschiedliche Folien ist zwar eine Standard-Rezeptur vorhanden, doch besteht Spielraum in der Zusammensetzung. Nach offiziellen Angaben umfasst der Spielraum Ersatztypen, die notwendig sind, um die Lieferfähigkeit sicherzustellen. Jede PE-Sorte hat demnach mindestens einen Ersatz. Inoffiziell ist es aber gängige Praxis, in Trageaschenfolien Reste bzw. anderes günstiges Material zu verklappen. Teilweise werden für Trageaschen kostengünstige Folien aus Spülprozessen verwendet, d.h. Folie, die entsteht, wenn der Extruder von einer Rezeptur auf eine andere umgestellt wird. Häufig wird Regranulat für Folien verwendet, die zu Trageaschen verarbeitet werden sollen. Ausschuss fällt an, wenn die Ränder von Trommeln aufgewickelter Folien begradigt werden. Die Randstücke werden intern recycelt, indem sie aufgeschmolzen, erneut granuliert und verarbeitet werden. Solches Regranulat kann auch sortenrein sein, doch ist es thermisch stärker belastet und darum empfindlicher,<sup>155</sup> (siehe Abschnitt 4.6).

Neben Polyethylen kommt bei der Folienherstellung auch Ethylen-Vinylacetat (EVA) zum Einsatz. Es handelt sich hier um ein Copolymer mit PE- und VA-Gruppen, das einen saueren Geruch hat. Für den Lebensmittelbereich sind nur 4,5 % EVA in einer Folie zulässig, in anderen Bereichen auch 9, 18 und 28 %. EVA senkt den Schmelzpunkt einer Masse, was die Herstellungskosten senkt. Ethylen-Vinylacetat-Polymere werden in der Literatur<sup>156</sup> als Copolymerisat von LDPE mit bis zu 20 % Vinylacetat beschrieben. Folien mit einem Gehalt an VA können auch als modifizierte PE-Folien betrachtet werden. Die Heißsiegelfähigkeit, Dehnbarkeit, Schlagzähigkeit und Gasdichtigkeit sind höher als bei LDPE.

### 4.5.2 Additive

Als Zusatzstoffe werden Stabilisatoren, Farbstoffe und Gleitmittel eingebracht.<sup>157</sup> Kunststoffrohstoffe sind so weit ausgereift, dass sie in vielen Fällen im Anlieferungszustand direkt zu Folien verarbeitet werden können.<sup>158</sup> Hilfsstoffe bestimmen die Verarbeitung entscheidend, Modifikatoren dagegen beeinflussen technische und Gebrauchseigenschaften der Fo-

<sup>153</sup>GNAUCK / FRÜNDE (1991), HELLERICH u. a. (2004).

<sup>154</sup>1978 wurden „ca. 80 % aller Kunststoffsäcke aus LDPE hergestellt“; KAPPELHOFF (1978), S. 18.

<sup>155</sup>Regranulat besitzt zudem ein höheres sog. Stippenlevel. Stippen, auch „Fischaugen“, sind Unregelmäßigkeiten wie Klumpen, Löcher oder Einschlüsse in der Folie, die durch unaufgeschmolzene Körner oder vernetzte „vercrackte“ Bereiche im Polyethylen entstehen.

<sup>156</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 18.

<sup>157</sup>PARIS (1984), S. 54.

<sup>158</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 20.

#### 4.5 Herstellung und Verarbeitung von Polyethylentragetaschen

lie. Additive sind meist pulverig oder flüssig und werden nach verschiedenen Misch- und Extrusionsverfahren in die Polymere eingearbeitet.

**Pigmentierung** „Nachdem früher mit Hilfe von Taumel- oder hochtourigen Intensiv-Mischern Farbpigmente direkt auf das Granulatkorn gebracht wurden (Haftung durch elektrostatische Aufladung), werden heute fast ausschließlich fertige Pigmentpräparationen (Masterbatch) verwendet. Diese Farbkonzentrate setzen sich zusammen aus Polyäthylen mit niedermolekularen Anteilen und den entsprechenden organischen und/oder anorganischen Farbpigmenten und sind auf eine konstante Farbstärke eingestellt. Die Granulatform der Konzentrate (bis zu 70 % Pigmentanteil) gewährleistet absolute Staubfreiheit, Rieselfähigkeit und leichte Handhabung. Außerdem kann das Gemisch aus ungefärbtem Rohstoff-Granulat und Farbkonzentraten pneumatisch gefördert werden, ohne, daß eine Entmischung eintritt(...) Die Farbkonzentrate werden vor der Extrusion, vielfach auch gemeinsam mit den Additiven dem Rohstoff dosiert zugemischt, während die Einfärbung des Rohstoffs bei der Extrusion selbst stattfindet.“<sup>159</sup>

Bei der Folienherstellung kommen v. a. weiße Pigmente zum Einsatz. Titandioxid mit dem größten Brechungsindex und der höchsten Färbekraft ist mit ca. 1,80 Euro/kg teurer als Kreide mit einem Preis von ca. 0,55–0,75 Euro/kg. Im „weiß-Batch“ sind heute noch 60–70 % Pigment enthalten, der Rest ist LDPE. Im „schwarz-Batch“ (mit Ruß als Farbmittel) sind die Anteile ähnlich. Da Titandioxid die Oxidation von Polyethylen fördert, ist es sinnvoll, Antioxidantien, UV-Stabilisatoren und das TiO<sub>2</sub>-Batch vom selben Hersteller zu kaufen, um vom Händler eine Garantie auf die Haltbarkeit der gemeinsam verarbeiteten Rohstoffe zu bekommen.<sup>160</sup>

**Lichtstabilisatoren, Antioxidantien** Die von der petrochemischen Industrie bezogenen Polymere enthalten keine UV-Stabilisatoren, aber genügend Antioxidantien, um das PE-Granulat und die Produkte vor Oxidation zu schützen. Bekannte Lichtstabilisatoren sind z. B. Benzophenonderivate, Nickel-Komplex-Verbindungen und sterisch gehindertes Amin. Für Polyolefinfolien gibt es wegen ihrer UV-Empfindlichkeit Richtwerte für den Zusatz an Lichtstabilisatoren für unterschiedliche Regionen. Die Richtwerte für die Zugabe eines Additivs mit 10 % Wirkstoffgehalt liegen für Europa bei 2 % für eine Gebrauchsdauer von 12 Monaten, 5 % für 36 Monate; dagegen müssen in Nordafrika 3 % für 12, 5 % für 18 Monate Gebrauchsdauer zugemischt werden. Die Lebensdauer einer Folie im Außenbereich ohne Lichtstabilisatoren wird für Europa mit 2–4, für Nordafrika mit 1–2 Monaten beziffert.<sup>161</sup> Der hier befragte Hersteller gibt die vorgeschriebenen 12 Monate Garantie bei Blumenerdesäcken aus PE für den Außenbereich.<sup>162</sup>

<sup>159</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 22–23.

<sup>160</sup>Nach KAPPELHOFF können die Folien bei der Zugabe bestimmter Pigmente wie z. B. Titandioxid (Menge > 1 %) eine glänzende und glatte Oberfläche erhalten. KAPPELHOFF (1978), S. 22.

<sup>161</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 22.

<sup>162</sup>Die Firma DETTMER kauft UV-Stabilisatoren von der Firma CABOT.

#### 4 Polyethylentragetaschen

Bestimmte Lichtstabilisatoren müssen gemeinsam mit Antioxidantien (Wärmestabilisatoren) verarbeitet werden. Antioxidantien verhindern den Abbau bzw. die Vernetzung und Verfärbung von Polymeren und Additiven, die gegen Oxidation empfindlich sind. Wirkstoffe sind z. B. mehrkerniges Phenol, Dialkylsulfid oder Thiocarbonsäureester. Besonders bei thermisch belasteten PE-Mischungen werden Antioxidantien verwendet, um ein Ansteigen der Schmelzfließrate<sup>163</sup> oder die Stippenbildung zu verhindern.<sup>164</sup>

**Gleitmittel, Antiblockmittel und Antistatika** Als Gleitmittel verwendete Wirkstoffe sind Fettsäureamide wie Eruca-Säure-Amid, Polyolefinwachse und Montansäure-Derivate. Durch die Zugabe von Gleitmitteln wird das Reibungsverhalten einer Folie modifiziert. Die Verarbeitung kritischer PE-Typen wird erleichtert und die Ausstoßleistung (z. B. bei LLDPE) erhöht. Die Dosierung richtet sich nach der Verwendung und der Stärke der Folie. Da dünne Folien eine wesentlich höhere Oberfläche im Verhältnis zu ihrer Masse besitzen, ist der Anteil an Gleitmittel im Allgemeinen etwas höher. Gleitmittel migriert an die Oberfläche und kann durch trockenes Reiben, mit Ethanol und bei einer Coronabehandlung (siehe „Aktivierung“) der Oberfläche vorübergehend entfernt werden, wandert aber nach. Antiblockmittel wie z. B. hochdisperse Kieselsäure, Siliziumdioxid wirken dem Verkleben auf der Rolle (z. B. von EVA-Folien) entgegen und werden vielfach in Kombination mit Gleitmitteln in einem System eingesetzt.

Die elektrostatische Aufladung von Polyethylen kann durch Antistatika, z. B. ethoxiliertes Alkylamin vermindert werden.<sup>165</sup> Das Bedrucken mit leitfähigen Lacken oder das Einfärben mit Spezialruß ist auch eine Möglichkeit, Ladungsungleichgewichte auf der Folie zu verhindern. Wegen der erhöhten Leitfähigkeit von mit Ruß pigmentierten Folien können jedoch Löcher bei der Oberflächenaktivierung entstehen.<sup>166</sup> Vereinzelt können auch nicht abreagierte Monomere in Polymeren vorhanden sein, die an die Oberfläche migrieren und die Eigenschaften des Polymers beeinflussen.<sup>167</sup>

**Zersetzungshilfen** Lange galten „Plastiktüten“ als Umweltverschmutzer Nummer eins,<sup>168</sup> entlang von Autobahnen und Stränden störten sie in Bäumen und Gestrüpp hängend die Landschaft. Herkömmliche Polyethylenfolien zersetzen sich beim Kompostieren nicht. Nach dem Zeugnis von Deponien sind sie wasserunlöslich und verrottungsbeständig und zeigen

<sup>163</sup>Die Schmelzfließrate ist ein Merkmal für die Zähigkeit eines Polymers. Sie ist umgekehrt proportional zum Molekulargewicht. PARIS (1984), S. 54.

<sup>164</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 22.

<sup>165</sup>Der Wirkstoff migriert an die Folienoberflächen und bildet einen hydrophilen Film, so dass elektrostatische Ladungen abfließen können. Eine relative Luftfeuchte von mindestens 40–50 % ist jedoch notwendig, da das Antistatikum in trockener Atmosphäre seine Wirkung nicht entfalten kann.

<sup>166</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 21.

<sup>167</sup>KOESLING (o. J.), S. 91. Sie können als Weichmacher wirken, Vergilbungen hervorrufen und Oxidation oder Korrosion auslösen.

<sup>168</sup>JESCHKE (1976), S. 38.

#### 4.5 Herstellung und Verarbeitung von Polyethylentragetaschen

auch nach zehn Jahren keine Materialveränderung, vorausgesetzt, sie sind vollständig UV-geschützt.<sup>169</sup> Durch Zugabe eines Verrottungsbeschleunigers kann die Zersetzungszeit auf wenige Jahre oder Monate abgesenkt werden.

Die Entwicklung abbaubarer Kunststoffe hatte Anfang der 1980er Jahre wegen der Konkurrenz durch die mit Additiven ausgerüsteten Standardkunststoffe eine kleine Chance rentabel produziert zu werden. Eine Möglichkeit ist die Arbeit mit speziellen Kunststoffen, die den Standardkunststoffen zugemischt werden (Masterbatch-Verfahren) und dem gesamten Kunststoff Abbaubarkeit verleihen.<sup>170</sup> Seit Beginn der 1990er Jahre ist der Markt für bioabbaubare Kunststoffe enorm gestiegen. Betrag der Gesamtumfang 1990 7200 t, stieg er 1993 auf 32500 t, für das Jahr 2000 wurden in einer Prognose von FROST und SULLIVAN 376300 t vorausgesagt.<sup>171</sup>

Ein biologischer Abbau ist – in Grenzen – enzymatisch, mikrobiologisch oder auch durch Wasser erreichbar,<sup>172</sup> doch können nur niedermolekulare Bestandteile durch Mikroben angegriffen werden. Der photolytische Abbau wird durch den Einbau lichtempfindlicher Comonomere und sensibilisierender Additive ins Polymer beschleunigt, kann durch lichtaktivierbare Oxidationskatalysatoren und oxidierbare Comonomere in Gang gebracht werden.

Bei der Entwicklung so genannter biologisch abbaubarer PE-Folien wird vorwiegend auf die Einarbeitung von Stärkekörnern als Verrottungsbeschleuniger gesetzt.<sup>173</sup> Anders als bei Folien aus Cellulosederivaten oder Polyestern<sup>174</sup> erfolgt hier kein echter biologischer Abbau, sondern lediglich eine Verkürzung der Kettenlängen.

Der Verrottungsbeschleuniger ECOSTAR-plus vom Hersteller ECOSTAR, Ochtrup besteht aus 43 % Maisstärke, ungesättigten Fetten und Ölen und Additiven zur Bildung von Peroxiden. Bei einem Gehalt von 25 % Additiv in einer Folie verrottet die Folie innerhalb weniger Monate, bei einem Anteil von mindestens 10 % Zersetzungshilfe innerhalb von ca. 5 Jahren. Der Zerfall beginnt jedoch erst unter Einwirkung von Feuchtigkeit, Temperatur und mikrobakteriellen Aktivitäten, wie sie auf Deponien, im Wasser, in der Erde oder auf dem Kompost auftreten. Der Zerfall läuft in drei Stufen ab und ist in biologische und chemisch-physikalischen Prozess unterteilt.<sup>175</sup> Zunächst diffundiert Feuchtigkeit in die Stärkekörner, Enzyme und Mikroorganismen wandeln die Stärke und darin eingearbeitete Additive in Enzyme und Radikale (z. B. Peroxide) um. Der dadurch in Gang gebrachte peroxidische Abbauprozess bewirkt die Verringerung des Molekulargewichtes auf unter 1000. Die stark verkürzten PE-Moleküle können schließlich von Bakterien angegriffen und in „Humus oder Biomasse“ umgesetzt werden.<sup>176</sup> In vielen Deponien sind die zum Abbau

---

<sup>169</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 21.

<sup>170</sup>HILPERT (1978), S. 6.

<sup>171</sup>Kunststoffe 11, 1994, S. 1569.

<sup>172</sup>HILPERT (1978), S. 8.

<sup>173</sup>SCOTT (1992), S. 5–7.

<sup>174</sup>Vgl. KUNDE / PENSOLD (1997).

<sup>175</sup>Kunststoffe 11, 1994, S. 1569.

<sup>176</sup>Kunststoffe 11, 1994, S. 1569.

#### 4 Polyethylentragetaschen

benötigten Mengen an Bakterien jedoch nicht in den nötigen Mengen vorhanden.<sup>177</sup>

Im Verfahren der englischen COROLL Ltd. werden enzymatisch vorbehandelte Mais-, Reis- und Kartoffelstärke in den Kunststoff eingearbeitet. Nach dem Abbau der Stärkekörner bleibt ein leicht zerfallendes poröses Kunststoffgerüst zurück. Das Material fand bei Tragetaschen Verwendung.<sup>178</sup> AMKO Plastiks produzierte die abbaubare Polyethylenfolie aus POLYBIOETHYLEN mit einem Maisstärkeanteil von ca. 6 %. Die Zeit, in der diese Folie zerfällt beträgt 3–6 Jahre, gegenüber 300–600 Jahren bei normalem Polyethylen.<sup>179</sup>

Die Firma SCOTT (England) arbeitete Eisendialkyldithiocarbamate in PE-Folien ein. Diese Verbindungen wirken unter UV-Licht als Prooxidantien und beschleunigen das Verspröden im Freien.<sup>180</sup>

AKERLUND & RAUSING (Schweden) verkaufte unter dem Namen POLYÄTHYLEN-ENDE das nach ihrem Verfahren hergestellte und durch Bewitterung im Boden teilweise abbaubare PE. Auch hier sind Eisenverbindungen die Prooxidantien. Das von GUILLET (Kanada) entwickelte Verfahren beruht auf der Einarbeitung UV-empfindlicher Strukturen in die Polymerkette. Die VAN-LEER-Gruppe (Holland) stellte unter dem gleichnamigen Verfahren Ecolyte-P, ein abbaubares PE her. Noch heute werden Eisen-Chromophore und Stärkekörner als Verrottungsbeschleuniger verwendet.

Die beiden Grundprinzipien von Zersetzungshilfen sind der Einsatz von Stärkekörnern, die von Mikroorganismen angegriffen werden und Eisenverbindungen, die photosensibilisierend wirken. Da im ersten Fall ein warm-feuchtes Klima mit einer hohen Dichte an Mikroben erforderlich ist, dürften die Auswirkungen dieser Zersetzungshilfen im Museum eine untergeordnete Rolle spielen. PE-Folien, die Metallionen als Zersetzungshilfe enthalten, stellen dagegen ein konservatorisches Problem dar. SCOTT schreibt zwar von Eisendialkyldithiocarbamaten als Zersetzungshilfe im Freien, was ein Hinweis darauf ist, dass kurzweiliges UV-Licht, das nicht durch Fensterglas gefiltert wird, besonders geeignet ist, die Wirkung dieser Eisenkomplexe in Gang zu bringen. Da aktivierte Eisendialkyldithiocarbamate PE-Folien auch im Dunklen zersetzen,<sup>181</sup> fördern sie den Zerfall von Tüten auch im Museum. AMERPLAST (Finnland) stellte PE-Folien nach diesem Verfahren her, die zu Tragetaschen verarbeitet werden.<sup>182</sup>

---

<sup>177</sup>KUNDE / PENSOLD (1997), S. 101; ERIKSON, G: *Experts debate value of plastics that fade away*, in: *Package Engineering* 10, 1988, S. 8–10.

<sup>178</sup>HILPERT (1978), S. 9.

<sup>179</sup>KUNDE / PENSOLD (1997), S. 38: *Committed to responsible packaging*, in: *Converting Magazine* 7, 1989, S. 78–81.

<sup>180</sup>Besonders wirksam sind Kobalt und Eisenionen. Photosensible Antioxidantien verändern ihre Aufgabe im Polymer. Zunächst verhindern sie die Oxidation. Einige Eisenkomplexe, besonders Dithiocarbamate können sehr schnell durch Licht zerstört werden. Die so entstehenden Carboxylate sind wirksame Initiatoren für photooxidative Prozesse. Polyethylen, das Metallionen als Zersetzungshilfe enthält, wird auch im Dunkeln zersetzt. SCOTT (1992), S. 5–7.

<sup>181</sup>SCOTT (1992), S. 5–7

<sup>182</sup>HILPERT (1978), S. 9.

### 4.5.3 Folienproduktion

Die Herstellung einer Folie kann nach unterschiedlichen Verfahren erfolgen. „Zur Fertigung von Beuteln und Taschen benutzt man im Wesentlichen Blasfolienschläuche und in kleinerem Umfang Flachfolien.“<sup>183</sup> Prinzipiell wird das Granulat in einem Schneckenextruder geschmolzen, durch eine Düse gepresst, gereckt, gekühlt und aufgewickelt. Das mono- oder biaxiale Verstrecken/Recken einer Folie bewirkt einen merklichen Anstieg der Streckspannung. Die Molekülausrichtung erfolgt bei amorphen Kunststoffen im viskoelastischen Zustand, bei teilkristallinen Kunststoffen wie Polyethylen etwas unterhalb des Kristallit-schmelzpunkts.<sup>184</sup>

Bei der Blasformung wird das Granulat im Schneckenextruder geschmolzen, durch eine Ringdüse gepresst und zu einem nahtlosen Schlauch aufgeblasen. Durch das Aufblasen und durch eine Abziehggeschwindigkeit, die über der Extrusionsgeschwindigkeit liegt, wird die Folie in Längs- und Querrichtung gereckt (Streckblasen). Einachsiges Recken ist bei Blasfolien jedoch unüblich. Vor dem Aufwickeln der Folie wird die Temperatur des Schlauchs auf die Kristallisationstemperatur abgesenkt, um ein Zusammenkleben zu vermeiden.<sup>185</sup>

„Das Aufblasverhältnis (Umfang Düsenwerkzeug : Umfang Schlauchblase) sollte mit Rücksicht auf eine spätere Verschweißbarkeit max. 1:2,5 nicht überschreiten. Bei HDPE und PP allerdings muss mit höheren Aufblasverhältnissen gearbeitet werden (größer als 1:3), da sonst die Festigkeit der Folie in Querrichtung zur Extrusion unzureichend ist.“<sup>186</sup>

In der Regel werden die Folienschläuche auf die Breite geblasen, die für die Weiterverarbeitung erforderlich ist, so dass der Schlauch nahtlos verwendet werden kann. Wird ein Schlauch seitlich aufgetrennt, spricht man von Flachfolie.<sup>187</sup> Der Schlauch wird dann durch das seitliche Verschweißen der Folienbahn gebildet. Die Bahnbreite von Flachfolien entspricht der doppelten Sackbreite plus 20–40 mm Überlappung.<sup>188</sup> Diese Technik kam früher besonders bei der Herstellung mehrlagiger Folien zum Einsatz.<sup>189</sup> Mittlerweile werden Coextrosionsfolien auch an Blasformanlagen hergestellt, wobei mehrere Extruder, die Folienmaterial und ggf. Haftvermittler enthalten, die Düse speisen (Abb. 4.5).

<sup>183</sup>PARIS (1984), S. 36, 41 k.

<sup>184</sup>RADDATZ / RODER (1979), S. 1198.

<sup>185</sup>Die Kühlung erfolgt von innen mit flüssigem Kohlendioxid, flüssigem Stickstoff oder mit einem Luft-Eis-Gemisch und macht 70–90 % der Prozesszeit aus. FISCHER (1979), S. 1162; RADDATZ / RODER (1979), S. 1194. Die Schnecken sind auf den Rohstoff (Granulat oder Pulver) abgestimmt. Die Blasköpfe sind meist rotierend, um eine allseitig gleichmäßige Austrittsgeschwindigkeit der Masse zu erreichen und damit Dickenabweichungen der Folie zu verhindern. Das Rotieren bzw. Reversieren der Bauteile hebt das Drehverhalten, das die plastifizierte Masse beim Austreten aus dem Extruder durch die Schneckendrehung hat auf. KAPPELHOFF (1978), S. 24. Der Schlauchumfang entspricht der Extruderkopfgröße und kann zwischen 0,4 und 12 m liegen. Umfang und Wandstärke richten sich nach dem späteren Verwendungszweck. SCHNÖKE u. a. (1986), S. 18. Polyethylen wird auf Blasfolienanlagen zu Schläuchen mit Stärken zwischen 20 und 350  $\mu\text{m}$  verarbeitet.

<sup>186</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 24.

<sup>187</sup>PARIS (1984), S. 214.

<sup>188</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 25.

<sup>189</sup>PARIS (1984), S. 36, 41 k und 53.

## 4 Polyethylentragetaschen

Üblicherweise sind beiden Außenschichten gleich, die innere Schicht ist weiß eingefärbt.

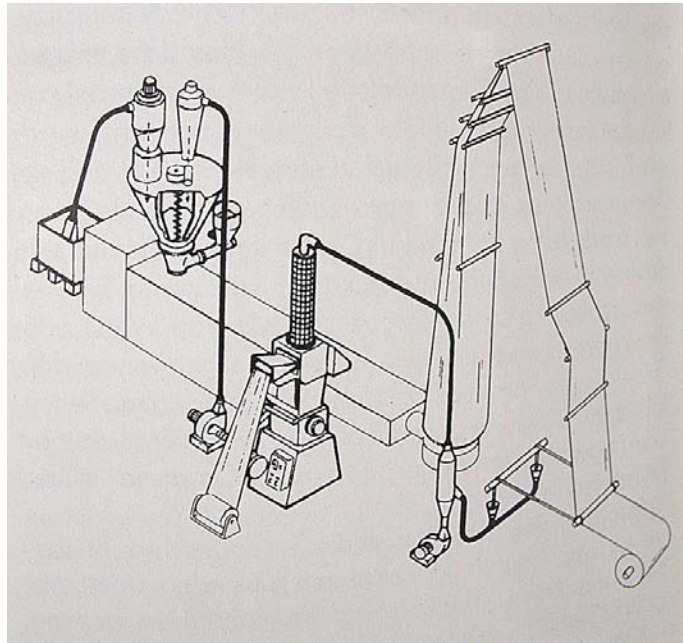


Abbildung 4.5: Blasextrusion einer Folie.<sup>190</sup>

Heute werden Flachfolien auch direkt durch eine Breitschlitzdüse extrudiert, dieses Verfahren ist das Chill-roll-Verfahren.<sup>191</sup> Das Recken der Folie erfolgt, indem die Folienränder von Klammern erfasst und V-förmig auseinander gezogen werden. Wird auch der Abstand zwischen den Klammern erhöht, wird die Folie biaxial gestreckt (Tenterframe-Verfahren).

### 4.5.4 Aktivierung

Polyolefine weisen wegen ihrer inerten und unpolaren Struktur unzureichende Adhäsionseigenschaften auf. Wenn PE- und PP-Folien bedruckt, ver- oder beklebt werden sollen, ist die Vorbehandlung der Oberfläche nötig. Es stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, die alle auf eine Erhöhung der Oberflächenpolarität abzielen, was die Benetzbarkeit verbessert und durch den Einbau polarer chemischer Gruppen erfolgt. Die so veränderte Schicht bewegt sich in Abhängigkeit vom angewandten Verfahren in Größenordnungen von  $10^{-10}$  m (Å) und  $10^{-6}$  m ( $\mu\text{m}$ ).<sup>192</sup>

Frühe Methoden sind die oxidierende Gasbeflammung (thermisch) oder die Behandlung

<sup>191</sup>Bei Verbundfolien wird nach diesem Verfahren eine höhere Qualität als durch Coextrusionsblasen erreicht; [www.nabenhauer-verpackungen.de](http://www.nabenhauer-verpackungen.de), geprüft am 16.03.2008.

<sup>192</sup>COMIOTTO (2003), S. 29.



#### 4.5 Herstellung und Verarbeitung von Polyethylentragetaschen

mit Chromschwefelsäure (nasschemisch). Sie wurden Mitte der 1990er Jahre<sup>193</sup> weitgehend von der Corona-Entladung und von Niederdruckplasma (beides elektrische Verfahren) verdrängt.<sup>194</sup> Die genauere Funktionsweise dieser Methoden ist ausführlich bei COMIOTTO<sup>195</sup> beschrieben. Nachfolgend wird die direkte Coronabehandlung erklärt, da sie bei der Folienaktivierung eine besondere Rolle spielt. Die Folie wird hierzu durch einen 2–5 mm hohen Elektrodenspalt geführt, in dem eine ausreichend hohe elektrische Spannung angelegt ist. Bei geeigneter Spannung, Stromstärke, Elektrodenabstand und Gasdruck im Entladungsspalt kommt es zu einer Gasentladung im Spalt, bei der angeregte Atome und Moleküle, Elektronen, Ionen, Photonen und Radikale entstehen.<sup>196</sup>

„Die Vorbehandlungsintensität kann in Grenzen durch Frequenzänderung, mehr durch Variation der Hochspannung oder durch Einsatz unterschiedlicher Gegenelektroden (Breite und Oberflächenausbildung wie Verzahnung) gesteuert werden. Die Oberflächenspannung, d. h. die Größe der Benetzbarkeit der Folienoberfläche gilt als Maßstab für die Vorbehandlungsintensität und wird in dyn/cm angegeben. Die Ermittlung der Intensität erfolgt durch Aufstreichen von Testflüssigkeiten mit bekanntem Benetzungsvermögen auf die Folienoberfläche. (...) Für eine gute Druckfarbenhaftung genügen  $38 \times 10^{-5}$  bis  $42 \times 10^{-5}$  N/cm, (38–40 dyn/cm<sup>197</sup>) während zum Verkleben von Polyolefinfolien  $45 \times 10^{-5}$  bis  $50 \times 10^{-5}$  N/cm erforderlich sind. Bei Kunststoffen mit hohem Mol-Gewicht (HDPE) sollte die Behandlung schon bei der Extrusion vorgenommen werden, da eine spätere Aktivierung nur schwer möglich ist. Ebenso müssen gleitmittelhaltige oder antistatisch ausgerüstete Folien sofort bei der Extrusion aktiviert werden, da nach der Migration der Additive eine ausrei-

---

<sup>193</sup>PAHL (1996), S. 14.

<sup>194</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 25–26. Auch durch höherenergetische Laserbestrahlung können polare Gruppen in die Oberfläche eingebaut werden. Eine weitere Möglichkeit stellt die Oberflächenaktivierung durch reaktive Gase wie Fluor und Ozon dar. Nach Angaben der Firma, die die sog. Direktfluorierung (Gemisch aus Fluor und Stickstoff) entwickelte, hält die Aktivierung eines Schaummaterials aus Ethylvinylacetatcopolymer deutlich länger vor, als bei einer Coronabehandlung. Sie blieb durch die Fluorierung über ca. 80 Tage um ca. 20 mN/m erhöht, dagegen liegt sie nach einer Coronabehandlung nach ca. 20 Tagen auf dem Ausgangswert von ca. 30 mN/m. PAHL (1996), S. 16. Nach Aussage eines Anwenders von Corona-Behandlung zur Aktivierung von Polyethylenfolien hält die Wirkung der Corona-Behandlung maximal einen Tag vor. Freundliche persönliche Mitteilung von Andreas BERGMEIER von der Firma DETTNER in Lohne am 19.12.2007. Das CASING-Verfahren (cross-linking by activated species of inert gases) dient der zur Oberflächenvernetzung von Polytetrafluorethylen, Polyethylen u. a. Polymeren. Die Werkstücke werden in einer Helium- oder Neon-Atmosphäre einer Glimmentladung ausgesetzt, wobei sehr reaktionsfähige Edelgas-Radikale entstehen, die die Kunststoffoberflächen angreifen und die Vernetzung einleiten (vgl. RÖMPP (2003)). Längere Bestrahlung, insbesondere bei erhöhten Temperaturen, führt zum Abbau von Polyethylenen.

<sup>195</sup>COMIOTTO 2003, S. 29–33 und COMIOTTO (2007), S. 361–363.

<sup>196</sup>MEICHSNER, Jürgen: *Low-temperature Plasmas for Polymer Surface Modification*, in: *Low Temperature Plasma Physics, Fundamental Aspects and Application*, Berlin 2001, S. 461 und TERLINGEN, J. G. A.: *Functionalization of Polymer Surfaces*, in: *Europlasma Technical Paper*, 2004, S. 3. Zit. nach COMIOTTO (2007), S. 361.

<sup>197</sup>Unbehandelte Polyolefinoberflächen liegen bei 30 dyn/cm. www.3dtilc.com, geprüft am 31.07.2007.

#### 4 Polyethylentrageaschen

*chende Vorbehandlung nur sehr schwer erreicht wird.*<sup>198</sup> Generell erfolgt die Behandlung bei der Extrusion oder unmittelbar vor dem Druck. Durch eine Corona-Behandlung beim Extrudieren sollen mindestens 42 dyn/cm erreicht werden, i. d. R. kommt man auf 46–48 dyn/cm. Durch eine spätere Aktivierung werden schlechtere Werte erzielt, die jedoch den Mindestanforderung für den Druck von 38 dyn/cm entsprechen.<sup>199</sup>

Vorbehandelte Folienoberflächen können nicht bzw. nur sehr schlecht verschweißt werden.<sup>200</sup> Die Schweißbarkeit aktivierter Folien hängt vom Schweißverfahren ab, ist aber noch heute grundsätzlich weniger gut als bei unbehandelten Folien. Die gewöhnlich durchlaufende Aktivierung der Folienbahn muss formatgerecht im Bereich der Schweißnähte unterbrochen werden.

Die Haftung von Klebemitteln und Druckfarben wird am häufigsten durch den Einbau von Luftsauerstoff oder durch die Aktivierung in einer Atmosphäre mit erhöhtem Sauerstoff- oder Ozon-Anteil erreicht. Sauerstoff spielt auch für die Alterung von Polyethylen eine herausragende Rolle, denn er wird bei der Oxidation in die Kohlenwasserstoffketten eingebaut (siehe Abschnitt 4.6). Die Polarität der Oberfläche wird dadurch erhöht. Daraus kann geschlossen werden, dass sich die Haftungseigenschaften einer PE-Folie mit der Alterung verbessern. Bei der Restaurierung von Polyethylenfolien kann man sich diesen Umstand zunutze machen.

##### 4.5.5 Bedrucken

Nach der Aktivierung werden die Folien im Flexo-, Rotations-Tief- oder Siebdruckverfahren bedruckt<sup>201</sup>, wobei gemeinhin Flexo- und Rotations-Tiefdruck zum Einsatz kommen.<sup>202</sup> Die Verfahren werden nach Bildqualität, Auflage und Kosten gewählt. Besonders bei Mehrfarbendruck und bei feineren Bildern wurden früher Rotations-Tiefdruck-Maschinen benutzt, bei gröberen Mustern Flexodruck.<sup>203</sup> Heute ist auch im Flexodruck die Wiedergabe feiner Details möglich. Anforderungen, die an den dünnen, auf der Oberfläche liegenden Farbfilm gestellt werden, sind Licht-, Lösungsmittel- und Lebensmittelechtheit, Abriebfestigkeit und Wärmebeständigkeit. Den Druckfarben werden häufig Wachse und silikonhaltige Mittel zugegeben, um bestimmte Druckeffekte zu erzielen.<sup>204</sup>

---

<sup>198</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 25–26.

<sup>199</sup>Freundliche persönliche Auskunft von Andreas BERGMEIER von der Firma DETTMER in Lohne am 19.12.2007.

<sup>200</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 26.

<sup>201</sup>JESCHKE (1976), S. 39.

<sup>202</sup>Für eine ausführliche Beschreibung unterschiedlicher Drucktechniken vgl. PARIS (1984), S. 98–104.

<sup>203</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 27.

<sup>204</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 27.

#### 4.5 Herstellung und Verarbeitung von Polyethylentragetaschen

**Flexodruck** Das Flexodruckverfahren (ein Hochdruckverfahren) ist die häufigste Drucktechnik in der Verpackungsbranche.<sup>205</sup> Im Flexodruck werden Anilinfarben<sup>206</sup>, für den Folienruck besonders dünnflüssige, schnell trocknende Kunstharzfarben auf Basis von Nitrocellulose verwendet. Früher hieß dieses Verfahren nach den verwendeten Farben auch Anilindruck.<sup>207</sup> Für hochwertige Drucke werden als Farbmittel pigmentierte dünnflüssige Farbstoffe eingesetzt.<sup>208</sup> Für die sofortige Weiterverarbeitung ist eine schnelle Trocknung nötig.<sup>209</sup> Herkömmlich wird im Flexodruck eine fotopolymere Druckplatte (Kunststoffklischée, Fotopolymer-Klischée) aus Gummi oder einem Kunststoff (Cyrell)<sup>210</sup> verwendet. 1981 ließen sich so 20er Linien und 24er Punktraster realisieren. Bei längerer Verwendung quellen die Platten. Ein neues Verfahren ist die sog. Direkt-Gravur, bei der eine elastomere Walze gelasert wird.<sup>211</sup> Auf diese Weise ist im Flexodruck nun auch nahtloses Drucken möglich. Zudem sind gelaserte Druckvorlagen präziser als geätzte Vorlagen. Nach Herstellerangaben sind mit der neuen Direkt-Gravur-Technik Druckbilder von einer Auflösung bis zu 2540 dpi, bis 80-er Raster und Tonwertumfänge von 1–99 % möglich.<sup>212</sup> Um 1980 ermöglichte der Flexodruck Vierfarbdruck, Spezial-Flexo sechs bis acht Farben.<sup>213</sup> Seit dem Jahr 2000 kommen in Europa 10-Farben Flexodruckmaschinen auf.<sup>214</sup> Wenn der Untergrund nicht vollständig eben oder gleichmäßig saugfähig ist, können bei diesem Druckverfahren Quetschränder und Randzonenfarbverdichtungen entstehen.<sup>215</sup> Laut einer anderen

---

<sup>205</sup>BAUER (1981), S. 454.

<sup>206</sup>Anilinfarben werden synthetisch aus Naphta gewonnen und sind sehr intensiv, aber nicht lichtbeständig. PARIS (1984), S. 58.

<sup>207</sup>PARIS (1984), S. 100.

<sup>208</sup>PARIS (1984), S. 216. Eine Zusammenstellung von Literatur über Flexodruck ist zu finden in der Allgemeinen Papier-Rundschau 5, 1971, S. 198.

<sup>209</sup>In den 1960er Jahren wurden mit elektrisch- oder dampfbeheizter Trocknung Leistungen von 150 m/min und bei 250 m/min mit gasbeheizter Trocknung erreicht. GUBALKE (1966), S. 922. Seit Anfang der 1980er Jahre wird am Ende des Trockenkanals Infrarot-Trocknung eingesetzt, die die Druckfarben etwas in den Träger einbrennt. PARIS (1984), S. 219.

<sup>210</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 19.

<sup>211</sup>FlexoPrint 3, 2007, S. 12–13.

<sup>212</sup>FlexoPrint 3, 2007, S. 12–13. Auf transparentem Untergrund sind Farbverläufen, die gegen Null gehen nach wie vor schwierig. Auf weißem Grund werden feinste Verläufe durch den Druck von weißer Farbe ermöglicht. Freundliche persönliche Auskunft von Andreas BERGMEIER von der Firma DETTMER in Lohne am 19.12.2007. Schon 48er Raster übertreffen die Qualität von Fotopolymerplatten, 54er Raster werden bereits genutzt. Flexo+Tief-Druck 5, 2007, S. 20. Besonders dem Fotodruck kommen die Vorteile von direkt eingravierten Druckformsleeves wie verbesserte Passgenauigkeit und Farbabgabeverhalten zugute, denn für jede zu druckende Farbe wird eine Walze benötigt.

<sup>213</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 19; JESCHKE (1976), S. 39.

<sup>214</sup>Werden besonders dehnbare Materialien wie PE bedruckt, wird in der Regel mit nur einer Gegendruckwalze für alle Farben gearbeitet anstatt mit je einer Gegendruckwalze pro Farbe. Dazu werden die Druckwerke (4–6, heute bis zu 10) um die Gegendruckwalze herum gruppiert. Die ungleichmäßige Belastung der Folienbahn wird so reduziert und die Passgenauigkeit des Drucks gesteigert. Die Druckfeinheit ist abhängig von der Härte des zu bedruckenden Untergrundes und der Härte des Druck-Klischées, d. h. der druckenden Walze.

<sup>215</sup>BAUER (1981), S. 454.

#### 4 Polyethylentrageaschen

Quelle ist das Breitquetschen der Linien im Flexodruck unvermeidlich. 1976 weist JESCHKE darauf hin, dass die Verbreiterung der Linien und Buchstaben um bis zu 30 % bei der Erstellung der Vorlagen berücksichtigt werden muss.<sup>216</sup>

**Rotationstiefdruck** Beim Kupfer-Tiefdruck bestehen die Druckwalzen aus einer mit einem geätzten und verchromten Kupfermantel bezogenen Stahlwalze.<sup>217</sup> Die Tonwerte werden über die Druckpunkttiefe geregelt, weswegen er lange für den exakten Folien-druck eingesetzt wurde.<sup>218</sup> Wegen der hohen Druckvorkosten ist Kupfertiefdruck jedoch erst ab Auflagenhöhen von über 100.000 Stück rentabel. Bei automatischen Folienbeutel-Abpackanlagen oder der Bedruckung von Einkaufstrageaschen in sehr hohen Auflagen ist diese Technik sinnvoll. 1976 konnten im Kupfertiefdruck bis zu sieben Farben gedruckt werden.<sup>219</sup> Diese teure Technik ist auch in Kombination mit Flexodruck möglich.<sup>220</sup>

**Siebdruck** Wo alle anderen Druckverfahren versagen, kann noch im Siebdruck gearbeitet werden. Siebdruck ist auf jedem Untergrund möglich und sieht in jeder Farbe gleich gut aus, Leuchtkraft und Farbintensität sind unübertroffen. Die Auflagenhöhe beträgt hier maximal 5000, der Stückpreis liegt wegen des hohen Farbverbrauchs vergleichsweise hoch. Es können auch ätzende Mittel verdruckt werden.<sup>221</sup>

Das Verfahren wird zwar als kompliziert und langwierig beschrieben, kann aber auch bei vorgefertigten Tüten angewandt werden und ist daher für Kleinstauflagen geeignet.<sup>222</sup>

Nach dem Bedrucken werden die Folien entweder aufgewickelt oder sofort weiter erarbeitet (*In-line-Betrieb*).<sup>223</sup> Stärkere PE-Folien werden auch geprägt, „damit sie den üblichen kalten Hochglanz verlieren“.<sup>224</sup>

#### 4.5.6 Industrielle Klebung

Dauerhafte Verklebungen von Polyolefinfolien galten lange als nicht durchführbar. Einerseits wegen des unpolaren Materialcharakters, andererseits wegen der Undurchlässigkeit des Materials, das das Verdampfen eines Lösungsmittels kaum zulässt. Versuche mit Polyesterharzen und Styrol als Lösungsmittel, das selbst an der Reaktion teilnimmt, scheiterten an mangelnder Festigkeit der Klebefuge.

<sup>216</sup>JESCHKE (1976), S. 41. Die Herstellung der Druckvorlagen wird von Designern, bei größeren Firmen im Hause selbst vorgenommen. SCHNÖKE u. a. (1986), S. 19.

<sup>217</sup>PARIS (1984), S. 103.

<sup>218</sup>BAUER (1981), S. 456.

<sup>219</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 19; JESCHKE 1976, S 39.

<sup>220</sup>MACKENROTH (1979), S. 28.

<sup>221</sup>BAUER (1981), S. 462–463.

<sup>222</sup>SCHMIDT-BACHEM (2001), S. 211.

<sup>223</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 26.

<sup>224</sup>MACKENROTH (1979), S. 26.

## 4.5 Herstellung und Verarbeitung von Polyethylentragetaschen

Elastische, dauerhafte und belastbare Klebung können durch Isocyanat-modifizierte Polyester und Isocyanatharze in Ethylacetat oder Trichlorethylen erreicht werden. Die Klebstofflösungen werden auf eine vorbehandelte Folienoberfläche aufgetragen. Das Lösungsmittel verdampft vor dem Fügen. Die Oberfläche des so aufgetragenen Klebstofffilms ist nicht klebrig, werden aber zwei Schichten unter Druck zusammengepresst, verfließen beide Schichten zu einer einheitlichen Fuge. Die Klebstofflösung bleibt 16–24 Stunden stabil, der Abbindeprozess hat nach 3–4 Tagen ca. 70 % der Endfestigkeit erreicht. Die Vorbehandlung muss 45–50 dyn/cm erreichen und ist vorzugsweise unmittelbar vor der Behandlung vorzunehmen.<sup>225</sup>

Nach wie vor werden 2-Komponenten-Reaktionskleber auf der Basis von Isocyanat mit einem Alkohol zum Kleben von Polyethylenfolien verwendet, jedoch weniger in der Tütenherstellung. Auch lösungsmittelhaltige Kleber, die zweiseitig aufgetragen werden, kommen in der Industrie zum Einsatz.<sup>226</sup> WAENTIG nennt als mögliche Klebemittel Haft- und Schmelzklebstoffe, Polychlorbutadien, Polysulfid/Epoxidharz, Nitrilkautschuk/Phenolharz und PUR-Klebstoffe mit Vernetzer.<sup>227</sup> Naturkautschuk und Silikon werden ebenfalls vorgeschlagen.<sup>228</sup>

Zur Ermittlung einsetzbarer Klebstoffe beschreibt KAPPELHOFF folgende Prüfmethode: „Auf die vorbehandelte Folienoberfläche wird ein ca. 50 mm breiter Streifen der zu prüfenden Klebstofflösung aufgetragen. Nach dem das Lösungsmittel verdampft ist, werden zwei dieser Folienabschnitte so zusammengepresst, daß eine Scherbeanspruchung der Verklebung möglich ist. Entweder nach drei Tagen oder nach einer Lagerung der Probe im Wärmeschrank für 90 Minuten bei 70°C wird an einem 15 mm breiten Prüfstreifen ein Gewicht von 200 g befestigt und diese Einheit bei +80°C im Wärmeschrank aufgehängt.“<sup>229</sup> Klebungen, die sich nach 30 min trennen sind untauglich.

### 4.5.7 Schweißen und Heißsiegeln

Beim Schweißen werden die zu verbindenden Stoffe durch Energiezufuhr verflüssigt und verfließen ineinander. Nach der Erweichung werden die Stoffe durch Druck mit Stempeln oder Rollen zusammen gepresst. Die Schweißwerkzeuge sind meist Teflon beschichtet. Niedrige Schweißtemperaturen erfordern einen geringen Druck und umgekehrt. Die Schweißtemperatur von Polyethylen liegt zwischen 115 und 150°C.<sup>230</sup> Der Druck muss gehalten werden, bis die Temperatur gesunken ist.<sup>231</sup>

<sup>225</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 29–30.

<sup>226</sup>Klebstoffhersteller, mit denen DETTMER arbeitet sind COIM, HENKEL und TESA.

<sup>227</sup>WAENTIG (2004), S. 294.

<sup>228</sup>BAUER (1981), S. 228.

<sup>229</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 30.

<sup>230</sup>PARIS (1984), S. 92.

<sup>231</sup>In Abhängigkeit vom Folienmaterial und der Sackkonstruktion werden Wärmeimpuls- (ein- oder doppelseitig beheizt), Wärmekontakt-, Heißluft-, Heizkeil-, und Extrusionsschweißen zur Verbindung von Kunststoffen angewandt. KAPPELHOFF (1978), S. 27; BAUER (1981), S. 281. Beim Heißsiegeln wird mit

**Wärmeimpuls-Schweißen** Beim Wärmeimpuls-Schweißen wird ein Heizdraht oder Metallband durch einen Stromimpuls (bis zu 1 Sekunde) erhitzt. Die Wärme (Temperaturen um 400–600°C wegen der kurzen Impulse) entsteht erst beim Schweißen. Die Folienbahnen werden zwischen zwei Schweißbacken unter einem bestimmten Anpressdruck beidseitig aufgeschmolzen. Während die Schmelzen ineinander verfließen öffnet sich die Schweißeinheit, so dass sich die Folie in Schrumpfrichtig bewegen und eine Perlnaht ausbilden kann.<sup>232</sup> Das Verfahren eignet sich für höhere Foliendicken als das Wärmekontaktverfahren.<sup>233</sup> Unbelastetes Auskühlen erhöht die Festigkeit.

KAPPELHOFF bezeichnet das Siegeln als eine spezielle Variante des Wärmeimpulsschweißens. Die Auskühlung erfolgt hier bei geschlossener Schweißeinheit, weswegen die Nahtform im Querschnitt elliptisch ist.

**Wärmekontakt-Schweißen** Beim Wärmekontakt-Schweißen wird mit zwei dauerbeheizten Schweißbalken gearbeitet, die kurzzeitig an die Folienbahn heran geführt werden. Die maximale Folienstärke beträgt 0,25 mm, bei Seitenfaltenfolie 0,12 mm. Schweißbalken (ca. 2 mm breit) drücken die Folie nach der Erwärmung zusammen.<sup>234</sup>

Eine Abwandlung ist das Doppelschweißen mit Mittelschnitt (engl. mixed seal). Auf diese Art hergestellte Tüten besitzen zwei Längsnähte, die wegen der Querlage zur Extrusionsrichtung des Schlauchs oft eine größere Festigkeit aufweisen als die Nähte, die in Extrusionsrichtung verlaufen.<sup>235</sup> Als Ausgangsmaterial für dieses Schweißverfahren bieten sich sog. Halbschläuche, einseitig aufgeschlitzte Folienschläuche an. Diese Technik entspricht dem Trennschweißverfahren, bei dem elektrisch beheizte Glühdrähte oder messerartige Stempel bei der Schweißung zugleich die Trennung vornehmen. Oberflächen- und Kernbereich der Folie verfließen ineinander.<sup>236</sup>

---

den gleichen Wärmezufuhrverfahren gearbeitet, wie beim Schweißen, jedoch kann mit geringeren Temperaturen gearbeitet werden, da das Material erweichen, aber nicht schmelzen muss. Materialien, die ganz oder nur an der Nahtstelle mit einem Kunststoff beschichtet sind können so verbunden werden. Die Festigkeit von Heißsiegelverbindungen ist geringer als von Schweißnähten, die Nähte sind darum breiter (5–10 mm, beim Schweißen ca. 2 mm). Die Riffelung der Presswerkzeuge dient der mechanischen Verklammerung. Das Bedrucken, das die vorherige Oberflächenaktivierung erfordert, kann vor oder nach dem Verschweißen der Folien erfolgen. Sollen bedruckte Flächen geschweißt werden, muss die Nahtstelle ausgespart werden, oder der Einsatz heißsiegelfähiger Farben ist nötig. PARIS (1984), S. 93–95.

<sup>232</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 28.

<sup>233</sup>PARIS (1984), S. 93.

<sup>234</sup>PARIS (1984), S. 93.

<sup>235</sup>KAPPELHOFF (1978), S. 28.

<sup>236</sup>Das Verfahren ist besonders geeignet für Polyolefine wie PE, deren Zersetzungstemperatur weit vom Erweichungspunkt entfernt ist. PARIS (1984), S. 93. Durch das Trennahtschweißen von aktivierten Folien können Schweißnähte von akzeptabler Festigkeit erreicht werden, die Nähte stehen Schweißungen nicht aktivierter Folien jedoch nach. Schweißungen kann man an ihrer Nahtform erkennen. Tüten haben i. d. R. einen kleinen Wulst an der Außenkante, was auf Trennahtschweißung hindeutet. Durch Impulsschweißen oder durchgehend Wärmekontaktschweißen sind zwei polare (aktivierte) Folienoberflächen auch bei höherer Temperatur nur mäßig schweißbar, eine polare und eine unpolare Folie gar nicht. Freundliche Auskunft von Andreas BERGMEIER von der Firma DETTMER in Lohne am 19.12.2007.

**Weitere Schweißverfahren** Neben diesen beiden wichtigsten Schweißmethoden kommen das Keil- und Extrusionsschweißen zu Einsatz. Beim Keilschweißen erfolgt die Erwärmung der zu verschweißenden Flächen ebenfalls direkt. Die Erwärmung erfolgt, indem zwei Folienbahnen, die zusammengefügt werden sollen, über die Ober- bzw. Unterseite eines Keils gleiten, der beide Schweißflächen gleichzeitig erwärmt. Anschließend laufen die beiden Folienbänder zwischen zwei Rollen oder Walzen hindurch, die sie zusammenpressen. Dieses Verfahren kann bei Seitennahtbeuteln angewendet werden.<sup>237</sup>

## 4.6 Alterung von Polyethylen(-Tragetaschen)

Die Alterung von Polyethylen ist komplex, da einerseits mehrere chemische Reaktionen parallel ablaufen und diese andererseits durch die physikalischen Eigenschaften und die Struktur des Polymers beeinflusst werden. Stark oxidiertes Polyethylen, das bereits ein Stadium erreicht hat, in dem es spontan zerfällt, ist chemisch ein anderer Stoff als nicht oxidiertes Polyethylen. Oxidiertes Polyethylen kann wegen dem hohen Anteil an Carbonsäuren größere Mengen Wasser aufnehmen, es verändert sich von einem hydrophoben zu einem hydrophilen Material.<sup>238</sup>

Die Kristallinität, die Molekülausrichtung und mechanische Spannungen wirken sich auf die Oxidation aus, d. h. herstellungs- und verarbeitungsbedingte Eigenschaften, der Gehalt an Stabilisatoren und äußere Faktoren.<sup>239</sup> Durch den UV-Anteil des Tageslichts wird photooxidativer Abbau ausgelöst, der zu einer Spaltung der Polymerketten führt. Beim thermooxidativen Abbau erfolgt die Spaltung und Bildung niedermolekularer Abbauprodukte unter Einfluss von Wärme und Sauerstoff.

Als Folge von photo- und thermooxidativem Abbau kann sich die Kunststoff-Oberfläche verändern (Verkreidung, Rissbildung, Glanzverlust, Verfärbung), physikalisch-mechanische Eigenschaften wie z. B. Dehnung, Zugfestigkeit, Schlagzähigkeit des Kunststoffes können sich verschlechtern. Polyethylen und Polypropylen ergeben nur geringe Mengen an Monomer und große Mengen von Kettenfragmenten unterschiedlicher Größe.<sup>240</sup> Im Museum ist die UV-Licht induzierte Photooxidation der bedeutendste Einfluss für den Abbau von PE.<sup>241</sup>

<sup>237</sup>PARIS (1984), S. 93. Zur Herstellung von Längsnähten bei Flachfolien mittels Extrusions-Schweißen werden nach der Schlauchbildung mit einem i. d. R. fahrbaren Extruder 1–2 mm dünne Kunststoffstränge aus dem gleichen Material wie die Folie (Volumen 3–4 mm<sup>2</sup>) mit ca. 10 mm Abstand von den Außenkanten aufgespritzt und zusammengepresst. Der Verbund verbessert sich durch Vorwärmen der zu verschweißenden Folien durch Heißluft. KAPPELHOFF (1978), S. 29. Diese Methode wird auch als Schmelzfaden-Heißsiegelverfahren bezeichnet. Die Methode besitzt Ähnlichkeiten mit einer Klebung. PARIS (1984), S. 95.

<sup>238</sup>SCOTT (1992), S. 5–6.

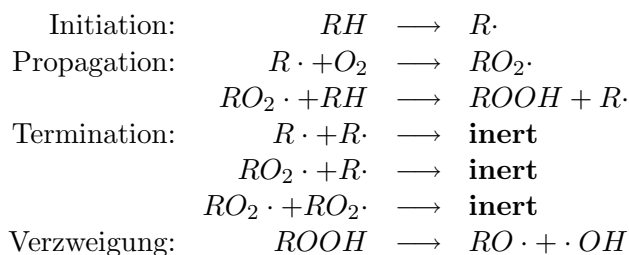
<sup>239</sup>VINK (1983), S. 213; TORIKAI u. a. (1990), S. 1643.

<sup>240</sup>KOESLING (o. J.), S. 99–101.

<sup>241</sup>VAN OOSTEN / ATEN (1996), S. 971.

**Initiation der Photooxidation** Polyolefine – wie auch flüssige Kohlenwasserstoffe, die kein UV-Licht absorbieren wären theoretisch gegenüber Photooxidation unempfindlich. Man nimmt an, dass die Absorption von UV-Licht in Polyolefinen durch Licht absorbierende Chromophore verursacht wird. Mögliche Initiatoren können ladungsübertragende Sauerstoff-Polymerkomplexe, Pigmente, Rückstände von Katalysatoren, Peroxide und Hydroperoxide, Carbonylgruppen, Singulett-Sauerstoff und mehrkernige aromatische Komponenten sein.<sup>242</sup> Untersuchungen an Polypropylen, das PE chemisch sehr ähnlich ist, legen nahe, dass besonders Titan-haltige Katalysatoren, Hydroperoxide, die aus der thermischen Oxidation beim Schmelzen resultieren und Ozon in der Umgebungsluft die Photooxidation initiieren.<sup>243</sup> Im Gegensatz zu Polypropylen spielen nach VINK Hydroperoxide bei der Alterung von PE eine geringere Rolle, besonders Carbonylgruppen fungieren bei PE als Initiatoren.<sup>244</sup> TORIKAI u. a. liefern Hinweise, dass bei Polyethylen die Phototoxidation durch Diene und Triene<sup>245</sup> ausgelöst wird, die durch Wasserstoffabspaltung in kristallinen Bereichen des Polymers entstehen. Untersuchungen der Gruppe zeigen, dass mit steigender Kristallinität einer PE-Probe der Gehalt an ungesättigten Kohlenwasserstoffen nach UV-Alterung zunimmt.<sup>246</sup>

**Sauerstoffaufnahme** Der wichtigste Prozess bei der Photooxidation von Polyolefinen ist eine Kettenreaktion freier Radikale, die der Oxidation von flüssigen Kohlenwasserstoffen ähnelt. Die Schritte sind:



Auf diese primären Reaktionen folgen sekundäre, bei denen Hydroxyl- und Carbonylgruppen, Carbonsäuren und Vinylgruppen entstehen, dagegen Vinylidengruppen (nicht endständige C=C-Doppelbindungen) abnehmen. Auch wurde die Bildung von Aldehyden beobachtet. Die Gleichungen der Folgereaktionen können bei VINK nachgelesen werden,<sup>247</sup> nur die beiden wichtigsten werden hier kurz umrissen.

Durch Lichtenergie wird die Kohlenstoffkette des Polyethylens an der Carbonylgruppe in zwei radikalische Hälften geteilt (NORRISH-Reaktion I). Aus dem Radikal mit der C=O

<sup>242</sup>VINK (1983), S. 214; TORIKAI u. a. (1990), S. 1643; van VAN OOSTEN / ATEN (1996), S. 971.

<sup>243</sup>VINK (1983), S. 215.

<sup>244</sup>VINK (1983), S. 215–216.

<sup>245</sup>Polyene sind Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindungen in Kohlenwasserstoffketten.

<sup>246</sup>TORIKAI u. a. (1990), S. 1640.

<sup>247</sup>VINK (1983), S. 213–246.



Gruppe können Aldehyde, Carbonsäuren und Ester entstehen, als Folgereaktion auch Kohlenstoffmonoxid. Der zweite wichtige Reaktionstyp, dem Carbonylgruppen im PE unterliegen, ist die NORRISH-Reaktion II. Hier werden Kohlenstoffketten ohne Radikalbildung unter Entstehung einer Vinylgruppe und eines Ketons gespalten.<sup>248</sup> Carbonylgruppen fördern die weitere Absorption von UV-Licht zwischen 290–310 nm,<sup>249</sup> was die weitere Photooxidation beschleunigt.

**Kettenspaltung und Vernetzung** Neben chemischen Veränderungen (Sauerstoffeinbau), wird das Polyethylen auch strukturell beeinflusst: ein Teil der Reaktionen verursacht Vernetzung, der andere Kettenspaltung. Das Verhältnis dieser Strukturveränderungen ist sauerstoffabhängig. Vernetzungsreaktionen im Polyethylen verbrauchen keinen Sauerstoff.<sup>250</sup> Zu Beginn der Photooxidation überwiegt der Anteil an Vernetzung, insgesamt ist bei der Photooxidation von PE Kettenspaltung der wichtigere Mechanismus. Die Kettenspaltung führt zu einem niedrigeren Molekulargewicht, was die mechanischen Eigenschaften wie z. B. die Reißdehnung beeinflusst. Nach SCOTT beschleunigt das Sinken der Kettenlänge die weitere Oxidation.<sup>251</sup>

Je kürzer die Polymerketten sind, desto leichter können sie sich im Polymer neu anordnen. Die dichtere Packung bewirkt eine ansteigende Dichte des Materials und kann Risse verursachen. VAN OOSTEN beschreibt diesen Vorgang als Chemi-Kristallisation.<sup>252</sup>

In semikristallinen Polymeren sind Photodegradation und Thermooxidation auf die amorphen Bereiche beschränkt, da Sauerstoff in die kristallinen Bereiche nicht eindringen kann.<sup>253</sup> Darum entspricht das Tiefenprofil der Oxidation der Sauerstoffdurchlässigkeit von PE, die Oxidation erfolgt v. a. an der Oberfläche.<sup>254</sup>

Je weniger dicht und weniger kristallin ein Polyethylen ist, desto mehr Sauerstoff nimmt es auf. Dennoch ist die Sauerstoffaufnahme umgekehrt proportional zur Versprödung.<sup>255</sup> TORIKAI u. a. erklären diese Beobachtung mit der Existenz von sog. Tie-Molekülen, die für die Versprödung von kristallineren PE-Sorten verantwortlich sind. Tie-Moleküle verbinden amorphe und kristalline Bereiche miteinander mechanisch durch Verschlaufung. Je weniger amorphe Bereiche in einem PE vorliegen, desto weniger Tie-Moleküle gibt es, weshalb der Bruch von wenigen Verbindungsmolekülen bereits die Kohäsion des kristallinen Materials beeinträchtigen kann.<sup>256</sup>

Zur instrumentellen Bestimmung der Alterung von PE wird häufig der Anteil an Carbonylgruppen hinzugezogen. Die Stabilität des Materials kann jedoch nicht allein von den

<sup>248</sup>VINK (1983), S. 219–220.

<sup>249</sup>WAENTIG (2004), S. 292.

<sup>250</sup>VINK (1983), S. 221.

<sup>251</sup>SCOTT (1992), S. 5–6.

<sup>252</sup>VAN OOSTEN / ATEN (1996), S. 976.

<sup>253</sup>VINK (1983), S. 222 und 225.

<sup>254</sup>SCOTT (1992), S. 4.

<sup>255</sup>TORIKAI u. a. (1990), S. 1637, VINK (1983), S. 214.

<sup>256</sup>TORIKAI u. a. (1990), S. 1645.

Oxidationsprodukten abgeleitet werden, auch die Dichte, die Kristallinität und Größe der Kristalle spielen eine wichtige Rolle.<sup>257</sup> Durch UV-Strahlung wird LDPE stärker oxidiert, das HDPE ist wegen seiner höheren Kristallinität dennoch spröder.<sup>258</sup> Wird PE unter Lichtausschluss gelagert, verändern sich die mechanischen Eigenschaften über wenigstens 10 Jahre lang nicht.<sup>259</sup> Von der Veränderung der mechanischen Eigenschaften sind Folien mehr als Spritzgussteile betroffen.<sup>260</sup>

Die künstliche Alterung erfolgt zumeist durch Bestrahlung oder Erwärmen. Zur Messung und Überwachung physikalischer Veränderungen bei der Alterung von Polyethylen-Bechern setzt VAN OOSTEN FT-IR-Spektrometrie und Differential-Scanning-Kalorimetrie (DSC) ein. Die Messung der Veränderung der Absorption funktioneller Gruppen im FT-IR-Spektrum gibt Hinweise auf Abbau- bzw. Oxidationsprodukte.<sup>261</sup> Vermittels DSC werden Veränderungen in der Kristallinität gemessen.<sup>262</sup> Stagniert der Temperaturanstieg im Material, wird die Wärmeenergie zur Kristallitschmelze eingesetzt.<sup>263</sup>

Größenausschlusschromatographie (HT-SEC, high temperature size exclusion chromatographie) wird zur Messung der Veränderung des durchschnittlichen Molekulargewichts eingesetzt. So kann die Veränderung der mechanischen Eigenschaften durch Kettenbruch bestimmt werden.<sup>264</sup>

Bisher sind nur bei der Lichtstabilität eingeschränkte Voraussagen zur Alterung und zur Alterungsbeständigkeit von PE möglich.<sup>265</sup> Die Prüfung der Stabilität gegenüber Photooxidation erfolgt unter verschiedenen Bedingungen mit Kunstlicht. Es gibt jedoch keine Formel, die Temperatur und Alterungsbeständigkeit korreliert.

**Auswirkungen von Herstellung und mechanischer Belastung** Wie erwähnt, laufen oxidative Prozesse bereits während der Verarbeitung von PE bedingt durch die thermische Belastung beim Schmelzen ab. Besonders recyceltes Material, das wiederholt plastifiziert wurde, ist vorbelastet.

Auch das Recken von PE-Folien (Abschnitt 4.5.3) wirkt sich auf das Oxidationsverhalten aus. Gerecktes Polyethylen besitzt statt der regellosen Anordnung von ungerecktem PE eine Faserstruktur, wobei die Strukturveränderung speziell der amorphen Bereiche die

<sup>257</sup>TORIKAI u. a. (1990), S. 1643.

<sup>258</sup>Bei künstlicher Alterung war HDPE nach 100 Stunden UV-Bestrahlung zu 35 %, nach 760 Stunden zu 44 % kristallin, LDPE zu 33 %, dann zu 40 %. VAN OOSTEN / ATEN (1996), S. 974 und 976.

<sup>259</sup>WAENTIG (2004), S. 291.

<sup>260</sup>Bei der Oxidation erfolgt zunächst eine Längsdehnung, dann Längsschrumpfung, die Veränderungen werden mit der Alterung immer langsamer; WAENTIG (2004), S. 291.

<sup>261</sup>VAN OOSTEN / ATEN (1996), S. 972.

<sup>262</sup>VAN OOSTEN / ATEN (1996), S. 793, mit einer Heizrate von 10° C/min. Der Prozentsatz wurde über die Schmelzwärme von 100 % kristallinem PE (293,1 J/g) bestimmt.

<sup>263</sup>Weitere geeignete thermoanalytische Messverfahren sind Differenzthermoanalyse DTA, und thermogravimetrischen Analyse TGA.

<sup>264</sup>VAN OOSTEN / ATEN (1996), S. 976.

<sup>265</sup>KREBS, C. / LEU, K. W.: *Langzeitverhalten von Thermoplasten: Alterungsverhalten und Chemikalienbeständigkeit*, München 1999. Zit. nach ROGNER (2005), S. 18.

physikalischen Eigenschaften beeinflusst. Da in gerecktem PE die Ketten in den amorphen Bereichen dichter gepackt sind, sinkt die Sauerstoffpermeabilität, was auch die Oxidation deutlich herab setzt. Durch die dichtere Packung wird auch die Mobilität von Kettenbruchstücken gesenkt und so die Rekombination von Radikalen erschwert.<sup>266</sup>

Mechanische Belastung beeinflusst die Oxidation von Polyethylen, indem sich Spannungen auf die Morphologie des Polymers auswirken (Orientierung der Ketten). Die Sauerstoffdurchlässigkeit wird bei sehr hohen Zugspannungen wie durch Recken des PE gesenkt. Temperaturschwankungen und Zugspannung bewirken dagegen den Bruch von chemischen Verbindungen, denn mechanische Belastung verformt die Bindung, was die zur Spaltung benötigte Energie proportional zur Belastung senkt. Es entstehen zwei radikalische Kettenbruchstücke. Spannungen im Polymer reduzieren die Wahrscheinlichkeit einer Rekombination zweier Radikale. Nach VINK oxidieren stark belastete Bereiche im PE schneller. Wenn thermische und Strahlungsbelastung orientierter Polymere gering ist, gewinnt die mechanisch verursachte Oxidation an Bedeutung.<sup>267</sup>

Bei Deformation und Belastungen im Bereich der plastischen Verformung erfolgen strukturelle Veränderungen, bei denen Spannungen im Material gesenkt werden (Relaxation).

**Einfluss von Chemikalien und Spannungsrissbildung** Der Polymerabbau kann auch durch den Angriff von Schadgasen aus der Atmosphäre ausgelöst werden. Der wichtigste Fall ist zwar immer die Reaktion mit dem Luftsauerstoff, aber auch reaktive Gase wie Ozon, Schwefeldioxid und Stickoxide können schon in geringen Konzentrationen einen Abbau bewirken.<sup>268</sup>

Bei Polyethylen wurden Spannungsvorgänge im Kontakt mit Netzmitteln beobachtet. Grenzflächenaktive Stoffe sind in Reinigungsmitteln und Antistatik-Sprays enthalten.<sup>269</sup>

Spannungsrissbildung beruht nicht auf einer chemischen Reaktion (Zersetzung) bei Kontakt von Polymer und Medium oder auf physikalischer Lösung, sondern auf Veränderung der Oberflächenenergie der PE-Moleküle.<sup>270</sup> Diffundiert ein Netzmittel an die Grenzflächen der Polymerketten, wird die kohäsive Oberflächenspannung gesenkt. Unter Zugspannung kann dieser Vorgang eine Aufweitung des polymeren Netzwerks bewirken. Das Netzmittel reduziert die Spannung, die zur Rissbildung erforderlich ist.<sup>271</sup>

<sup>266</sup>VINK (1983), S. 232–237.

<sup>267</sup>VINK (1983), S. 238–241.

<sup>268</sup>WAENTIG (2004), S. 291; HELLERICH u. a. (2004), S. 79–80.

<sup>269</sup>Z. B. Ethoxylate (Polyglykolether) von Fettalkoholen, Fettsäuren und Alkylphenolen, Alkylsulfate und -phosphate, sowie quartäre Ammonium-Verbindungen; ROGNER (2005), S. 11. Auch organische Säuren, Silikon- und ätherische Öle sowie wässrige Alkalien fördern die Spannungsrissbildung.

<sup>270</sup>SCHMACHTENBERG / SCHÖCHE (1994), S. 1165.

<sup>271</sup>Treten die Spannungsrisse erst nach mechanischer Belastung eines gequollenen Polymers auf, so wird dies environmental assisted stress cracking (ESC) genannt. Besonders polare Lösungsmittel lösen stress cracking aus. Durch Zugspannung (Schrumpfung) bilden sich lokale Fließzonen (engl. crazes), in denen die Polymerketten örtlich begrenzt verstreckt werden. „Der eigentlichen Rissbildung ist die Bildung von sog. Crazes vorgeschaltet. Crazes sind Bereiche, in denen das rissähnlich aufgeweitete Material durch

Kristallinere PE-Sorten brechen unter Netzmitteleinwirkung spröde. Tie-Moleküle spielen eine wichtige Rolle bei der Übertragung von Kräften innerhalb eines Werkstücks. Unter Einwirkung von Netzmitteln entschlaufen sich die Tie-Moleküle, die durch kohäsive Kräfte an den kristallinen Bereichen haften.<sup>272</sup> Je amorpher ein PE ist, desto besser verteilt sich die Belastung der Tie-Moleküle. Bislang kann die Spannungsrisssbildung zwar phänomenologisch erklärt werden, eine genaue quantitative Bestimmung unter Berücksichtigung aller Parameter ist jedoch nicht möglich.<sup>273</sup> Die Spannungsrisssbeständigkeit ist abhängig von der Schmelze-Messfließrate MFR. Bei Homopolymeren verschlechtert sich die Spannungsrisssbeständigkeit bei MFR von über 3,0 g / 10 min erheblich. Die Spannungsrisssbeständigkeit von Copolymeren liegt generell auf einem höheren Niveau.<sup>274</sup>

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Polyethylen auf einer Skala von 0 bis 4 (mit 0 = unempfindlich und 4 = sehr empfindlich) nach Ian McNEIL<sup>275</sup> für nicht stabilisierte Polymere hinsichtlich der Anfälligkeit für unterschiedliche Abbaubedingungen folgende Werte erhält: Thermischer Abbau 2, Photooxidation 3, Ozon 1, Hydrolyse 0, Mikrobiologischer Angriff 1.

**Anzeichen der Alterung** Sichtbare Auswirkungen der Alterung von PE sind Verhärtung, Versprödung, Bruch, Erweichen und Ausbleichen. Erste Anzeichen der Alterung sind bei LDPE Glanzverlust und Verfärbung. Während der atmosphärischen Alterung beobachtet WAENTIG Veränderungen der Oberflächenstruktur, die sie u. a. auch dem Abrieb zuschreibt. In einem späteren Stadium bilden sich Risse und die mechanischen Eigenschaften verschlechtern sich. Die zunächst kleinen Längsrisse sind senkrecht zur Längsachse, i. e. die Fließrichtung der Schmelze beim Spritzgießen, orientiert. Auch Schrumpfspannungen treten in dieser Richtung auf. Die kleinen Risse können sich mit umgebenden zu größeren, tieferen

---

*einige hochverstreckte Molekülstränge (Fibrillen) zusammengehalten wird. Netzmittel führen zu einer beschleunigten Aufweitung von Crazes.*“ SCHMACHTENBERG / SCHÖCHE (1994), S. 1166. Anschließend entstehen bei längerer Einwirkung höherer Zugspannung Risse an der Oberfläche der amorphen Bereiche. Die Umwandlung von lokalen Fließzonen in Risse wird durch eindringendes Wasser erleichtert. Da auch im Inneren der Kunststoffschicht Risse entstehen, führt die Verlängerung und die Vereinigung mit den Oberflächenrissen schließlich zum Bruch durch die gesamte Schicht.

<sup>272</sup>SCHMACHTENBERG / SCHÖCHE (1994), S. 1166.

<sup>273</sup>Es existiert eine Vielzahl an Messmethoden für die Spannungsrisssbeständigkeit eines Materials. Weltweit akzeptierte, standardisierte Werte und damit auch Vergleichsmöglichkeiten zwischen den Produkten verschiedener Kunststoffanbieter fehlen. Die Methoden teilen sich in Prüfungen mit konstanter Kraftbelastung (Kriechen, z. B. Zeitstandzugversuch) und mit konstanter Verformung (Relaxation, z. B. der Bell-Telephone-Test, das Kugel- oder Stifteindruckverfahren, das Biegestreifenverfahren); SCHMACHTENBERG / SCHÖCHE (1994), S. 1165.

<sup>274</sup>FISCHER (1979), S. 1162–1964. Die Dichten und demzufolge die Steifigkeit liegen bei Copolymeren bedingt durch den Copolymeranteil, der die Kristallisation stört immer niedriger, als bei entsprechenden Homopolymeren. Höhermolekulare PE-Typen sind generell Spannungsrisssbeständiger.

<sup>275</sup>McNEIL, Ian: *Fundamental aspects of Polymer Degradation*, in: Royal Society of Chemistry (Hg.): *Polymers in Conservation*, London 1992. Zit. nach KOESLING (o. J.), S. 102. Es wird hier nicht zwischen HDPE und LDPE unterschieden.

#### 4.6 Alterung von Polyethylen(-Tragetaschen)



Abbildung 4.6: Senkrechte Risse in gerahmten Tüten aus der Sammlung SCHNÖKE.

und breiteren Rissen vereinigen. Risse in anderer Orientierung sind selten.<sup>276</sup> SCHNÖKE u. a. beobachten: „Eine Tüte zersetzt sich nach 1–2 Jahren in kleinste Einzelteile. Dieser Vorgang ist auch sehr gut an Tüten zu beobachten, die man als Kunstwerke unter Glas an die Wand hängt. Es bilden sich erst kleine Risse an der Oberfläche, die sich langsam vergrößern, bis allmählich ganze Teile wie heraus gebrochen scheinen.“<sup>277</sup> Die Aussage der Autoren beruht auf Schäden, die an Tüten aus der Sammlung SCHNÖKE entstanden. (Abb. 4.6) Diese Tüten hingen hinter Glas in der Wohnung des Sammlers. Die Tüten waren in den Rahmen zwischen Glas und Rahmenrückwand geklemmt, eine Zugbelastung ist auszuschließen. Da die Risse in den gerahmten Tüten oft senkrecht verlaufen, scheinen sie im Zusammenhang mit der von WAENTIG erklärten Flussrichtung der Schmelze bei der Folienextrusion zu stehen.

VAN Oosten prognostiziert HDPE und LDPE im Museum eine Lebensdauer von ca. 150 Jahren bei einer Beleuchtung von 100 Lux.<sup>278</sup> Die große Zahl an Einflussfaktoren, die die Alterung von Polyethylen mitbestimmen, begrenzt die Gültigkeit dieser Prognose auf die von ihr getesteten Tupperware-Becher.

<sup>276</sup>Vgl. WAENTIG (2004), S. 291.

<sup>277</sup>SCHNÖKE u. a. (1986), S. 33.

<sup>278</sup>VAN OOSTEN / ATEN (1996), S. 971–977.

#### *4 Polyethylentragetaschen*

## 5 Diskussion zum Umgang mit den Tüten bei Andreas Slominski

Nachfolgend werden unterschiedliche Möglichkeiten diskutiert, wie mit dem Zerfall der Tüten an den Fahrrädern SLOMINSKIS umgegangen werden könnte. Man kann versuchen, die Tüten am Fahrrad zu erhalten oder man kann sie ersetzen, indem man identische Tüten sucht oder diese nachbaut. Alternativen zum Erhalt wären der dokumentierte Zerfall des Kunstwerks, bei dem z. B. abgefallene Gegenstände so gezeigt werden, wie sie am Boden zu liegen kamen oder ein Neubau des Rades. Die beiden letzten Optionen entsprechen weder den Vorstellungen des Künstlers, noch der Autorin. Da der Zerfall der Fahrräder oder ein Neubau keine Alternativen darstellen, werden sie hier nicht berücksichtigt.

### 5.1 Haltung des Künstlers

Anlässlich der Reproduktion von Tüten für das Tandem der Adolf-LUTHER-Stiftung, Krefeld, wurde Andreas SLOMINSKI in den Jahren 2003 und 2007 kontaktiert, um seine Vorstellungen zum Umgang mit beschädigten Tüten in Erfahrung zu bringen. In einem Brief von Magdalena BROSKA, der Kuratorin der Adolf-LUTHER-Stiftung an den Künstler aus dem Jahr 2003 wird bezugnehmend auf ein gemeinsames Gespräch das Konzept für die erste Generation von Tüten-Reproduktionen vorgeschlagen. Frau BROSKA schreibt: *„Du hast den Vorschlag gemacht, die Motive der einzelnen Plastiktüten des Tandems photographieren zu lassen und auf Tüten mit längerer Lebensdauer drucken zu lassen.“*<sup>1</sup> Das vorgeschlagene Konzept wurde entsprechend dem Brief umgesetzt. Vor der zweiten Reproduktion erstellte Dipl. Restauratorin Sybille RESCHKE, Museum der bildenden Künste Leipzig, einen Fragebogen, der Aufschluss über die Einstellung Slominskis gegenüber dem Erhalt der Tüten an seinen Fahrrädern geben soll. Die Assistentin Swaantje GÜNTZEL beantwortete die Fragen im Sinne des Künstlers.<sup>2</sup> Swaantje GÜNTZEL betonte in einem Schreiben an Sybille RESCHKE, dass es nicht SLOMINSKIS Wortlaut sei und er auch nicht mit diesen Antworten zitiert werden wolle. Auskünfte aus dieser Quelle werden darum im Weiteren als „Fragebogen GÜNTZEL“ zitiert.<sup>3</sup> Aus dem Fragebogen wird deutlich, dass Andreas SLOMINSKI nicht will, dass ein Fahrrad nachträglich altert oder zerfällt, es soll so gut es geht erhalten bleiben. Um das Werk zu erhalten, sollen alle erforderlichen Maßnahmen ergriffen werden.

<sup>1</sup>Der Brief befindet sich im Anhang A.7.1 wiedergegeben.

<sup>2</sup>Stand der Information ist der 18.09.2007.

<sup>3</sup>Der Fragebogen befindet sich im Anhang A.7.2.

Die Restaurierung der originalen Tüten und die Anfertigung von Kopien sind in seinen Augen geeignete Maßnahmen, dieses Ziel zu erreichen. An einer Restaurierung will sich der Künstler nicht beteiligen, doch hält er das Bemühen um den Erhalt der Fahrräder für notwendig. In beiden Dokumenten favorisiert der Künstler nicht deutlich den Erhalt der originalen Tüten bzw. gibt ihn nicht als Ziel vor. Die Angaben von Frau GÜNTZEL zur Haltung des Künstlers könnten durch die Art der Fragestellung beeinflusst sein. Bereits ergriffene Maßnahmen haben möglicherweise auch Auswirkungen auf die Äußerungen zum Umgang mit den Tüten. Tendenziell spielt in jüngerer Zeit der Erhalt der Originale am Fahrrad eine größere Rolle als 2003.

Die Autorin ist der Ansicht, dass dem möglichst unveränderten Erhalt der Original-Tüten am Fahrrad eindeutig der Vorzug zu geben. Der Austausch nicht-restaurierbarer Tüten durch Reproduktionen wird als ultima ratio besprochen, die durch den Künstler legitimiert ist.

## 5.2 Prävention

Aus der Beschreibung des Zustands von Herrenfahrrad und Tandem sind die schädlichen Einflüsse auf die Fahrräder und besonders auf die Tüten ersichtlich: die allgegenwärtigen Größen Sauerstoff und Schwerkraft und temporär UV-Licht und plötzlicher mechanischer Stress, wie er beim Transport oder dem Bewegen eines Fahrrads kaum zu vermeiden ist.

Alle weiteren Überlegungen zum Erhalt der Tüten an den Fahrrädern erfolgen am Beispiel des Herrenfahrrads. Auch Bestandteile sind der Oxidation ausgesetzt. Besonders zu nennen sind hier Gummiteile (Schlauch in den Reifen, Mantel, Spanngurte). Nach derzeitigem Wissensstand ist die einzige Möglichkeit, die Oxidation und damit Versprödung oder Zerfall des Materials aufzuhalten der vollständige Ausschluss von Sauerstoff. Selbst unter idealen Bedingungen ohne UV-Belastung im Museum läuft der Zerfall in Gegenwart von Sauerstoff autokatalytisch ab, denn die Tüten haben im Supermarkt, im Atelier des Künstlers oder in Galerien ihre initiale Dosis an UV-Strahlung erhalten. Möglicherweise enthaltene Zersetzungshilfen könnten den Zerfall beschleunigen. Die Konservierung der Fahrräder in einer mit Stickstoff gefüllten Vitrine käme auch den übrigen Materialien zugute, doch wären durch eine solche Präsentation die Wirkung der Fahrräder und die künstlerische Intention zerstört. Im Fall des Tandems will SLOMINSKI, dass es an eine Wand angelehnt gezeigt wird. Eine Ausstellung in einer Vitrine kann er sich im Moment noch schwer vorstellen, hält aber für möglich, dass es vielleicht mittelfristig nötig sein könnte.<sup>4</sup>

Mechanische Belastung könnte gemildert werden, indem man die Tüten unterstützt. Die Kisten, die für das Herren- und das Kinderfahrrad des MMK angefertigt wurden, entlasten die Tüten während der Lagerung durch je zwei Tücher auf beiden Seiten, die von unten um das Gepäck geschlagen und an einem Balken oberhalb der Räder festgeschraubt werden.

---

<sup>4</sup>Fragebogen GÜNTZEL.



Die Tücher müssen immer wieder neu zwischen Fahrrad und Tüten gezogen werden, was den Tüten schadet. Auch werden die Tüten nur als Bündel erfasst, einzelne Tüten können dabei trotzdem nicht hinreichend gestützt sein. Vorrichtungen, die die Tüten individuell unterstützen und zugleich so unauffällig sind, dass sie auch während der Ausstellung beibehalten werden können, wären optimal. Während Auflageflächen nur senkrechte Lasten abfangen, besitzen transparente Folien oder Textilien den Vorteil, dass sie als Bandage auch dem Druck des Inhalts auf die Tüte entgegenwirken könnten.<sup>5</sup>

Der Inhalt der Tüten spielt bei der Zugbelastung eine buchstäblich gewichtige Rolle. Die Schädigung der Tüten durch ihr Gewicht könnte gemindert werden, indem der Inhalt durch ein leichteres Material ersetzt würde. In Fällen, in denen vom Inhalt überhaupt nichts zu sehen ist, mag das vertretbar sein. Wenn dafür Tüten vom Fahrrad genommen werden müssen, kann diese Maßnahme nicht empfohlen werden. Einerseits bestehen Bedenken aus ästhetischen Gründen, andererseits ist es möglich, dass das Aufknoten und Öffnen der Tüten zu Schäden führt. Eine potentielle Schadensursache liegt in der Sprödigkeit der Folie. Zudem ist es wahrscheinlich, dass sich bei der Umordnung der Polymerketten, die durch Kettenbruch bei der Alterung ermöglicht wird, die entstehenden kristallinen Strukturen der verknoteten Folie anpassen. Die Knoten zu lösen, ist mit mechanischer Belastung der Tüte verbunden, die vermieden werden soll.

Licht sind die Fahrräder während der Ausstellungen ausgesetzt. Bewegt werden sie beim Auf- und Abbau und bei Transporten. Durch kürzere Ausstellungszeiten, UV-Filter an Lampen und Fenstern, selteneres Umbauen und strikte Ausleihverbote könnten diese schädigenden Einflüsse verringert werden. Daneben tragen Luftschadstoffe, v.a. Ozon, Staub und bei den Tüten Tenside<sup>6</sup>, wie sie z. B. bei der Reinigung des Museums verwendet werden, zur Alterung der Materialien bei. Maßnahmen dagegen betreffen den Ausstellungs- und Lagerort (Gebäudereinigung, Filterung von Klimaanlage, Luftzirkulation).

Auch das Berühren der Fahrräder durch Museumsbesucher bedeutet wegen der extremen Empfindlichkeit der Tüten ein Risiko. Die regelmäßig aus dem Blumenkorb am Tandem entfernten Bonbonpapiere zeigen, dass Besucher sehr nahe an dieses Fahrrad herangehen. Belastungen durch Staub, Tenside, Licht und durch Besucher verursachte Beschädigungen könnten durch eine Vitrine weitgehend abgehalten werden.

## 5.3 Konservierung

Präventive Maßnahmen können den Zerfall der Tüten zwar verlangsamen, doch wird das Polyethylen in absehbarer Zeit so zersetzt sein, dass Vorrichtungen wie Bandagen, die die

---

<sup>5</sup>Eine andere Möglichkeit Tüten zu unterstützen wären Gestelle aus Draht. Doch ist erstens darauf zu achten, dass keine Metallteile die Tüten berühren, da sie die Oxidation des PE katalysieren. Zweitens birgt eine schmale Auflagefläche die Gefahr, dass Tüten genau dort einreißen.

<sup>6</sup>Vgl. hierzu HELLERICH u. a. (2004), S. 82. Die besondere Empfindlichkeit von PE gegenüber oberflächenaktiven Substanzen wurde im Zusammenhang mit Spannungsrissebildung erklärt.

Tüten entlasten, ihren Zerfall nicht verhindern. Mechanisch belastete Schwachstellen platzen zunächst auf, Knicke brechen, die Tüte wird in zunehmend kleine Teile zerbrechen. Von einer gestauchten Tüte am Herrenfahrrad (Regenbogen-Tüte) fallen bereits heute ca. 0,5 cm<sup>2</sup> große Stücke ab, die von größeren Fragmenten brechen. Um dem Verlust von Materialien vorzubeugen, könnte man beschädigte Tüten vollständig mit einem transparenten Material umhüllen. Am Werk können zersetzte Folien nur durch die flächige Fixierung auf einem Trägermaterial oder durch die Festigung der ganzen Tüte erhalten werden.

Eine Hinterklebung macht die Abnahme und Entleerung der Tüten nötig. Dieser Eingriff ist auch bei jeder Art von Austausch unvermeidbar, damit verbundene Formveränderungen und Risiken werden im Zusammenhang mit Reproduktionen besprochen. Die Festigung der Tüten von außen, sei es durch Aufkleben eines Films oder Gewebes oder durch Auftragen eines Festigungsmittels, bedeutet in jedem Fall eine Veränderung der originalen Oberfläche. Zudem ist die Haftung von polaren Festigungsmitteln und Klebstoffen auf Polyethylen wegen seiner Unpolarität schlecht.

Thea VAN OOSTEN suchte am Instituut Collectie Nederlands nach Möglichkeiten, einen großformatigen Wandteppich aus Polypropylenseilen, der durch langjährige Präsentation starke UV-Schäden aufweist, zu konservieren.<sup>7</sup> Es wurde eine Methode erprobt, das Material zu festigen und zugleich vor weiterem UV-Einfluss zu schützen.<sup>8</sup> Durch das nachträgliche Aufbringen einer photooxidationshemmenden Schicht könnten auch an den Plastiktüten Erfolge erzielt werden. Die unerwünschte Veränderung der Oberfläche wurde bereits erwähnt.

## 5.4 Restaurierung

Wenn das Material noch nicht zersetzt ist, können einzelne Risse in den Tüten geschlossen werden. Neben einem optischen Vorteil wird die Stabilität der gesamten Tüte verbessert. Eine solche Maßnahme wirkt auch präventiv, da ein Weiterreißen gestoppt wird. Polyethylenfolien gelten wegen ihrer Unpolarität ohne eine chemische Oberflächenmodifikation als nicht klebbar.<sup>9</sup> Plastiktüten für den alltäglichen Gebrauch werden nicht repariert, der Erfahrungsschatz zur nicht-industriellen Klebung von PE ist begrenzt bzw. liefert negative Ergebnisse. Aussagen zum Alterungsverhalten verklebter PE-Folien liegen nicht vor.<sup>10</sup> Eine Verklebung auf Stoß ist bis heute nicht möglich. Die Flexibilität der PE-Folien könnte bei

---

<sup>7</sup>VAN OOSTEN, Thea / FUNDEANU, Irina / BOLLARD, Clementine / DE CASTRO, Cristina / LAGANA, Anna: *Lights out! The Conservation of Polypropylene Wall Tapestries*, V&A Conference Book, London, in Druck.

<sup>8</sup>Als Festigungsmittel wurde mit Wasser und Ethanol verdünntes Plextol D 489 mit einer Airbrush aufgetragen. Im Festigungsmittel waren 5 % des flüssigen Lichtstabilisatorsystems Tinivin B 75a (ein benzotriazol-basierter UV-Absorber mit HALS und einem phenolischen Antioxidans) enthalten. Da Polypropylen ebenso unpolar ist wie Polyethylen, wurde die Oberfläche durch eine Plasmabehandlung, die auch bei COMIOTTO beschrieben ist, polarer gemacht, was die Haftung von polaren Festigungsmitteln oder Klebstoffen verbessert. COMIOTTO (2003) und COMIOTTO (2007).

<sup>9</sup>Vgl. COMIOTTO (2007); COMIOTTO (2003); BENATAR u. a. (2001).

<sup>10</sup>Siehe dazu eigene Versuche in Kapitel 7.

Verwendung eines dünnen und flexiblen Materials zur Hinterklebung und eines permanent elastischen Klebers erhalten werden. Ähnlich wie bei Textilien besteht die Gefahr, dass die Folie unmittelbar am Ende eines „Flickens“ erneut bricht. Darum sollte das Material, das unter Risse geklebt wird an den Kanten gedünnt sein.

Neben einer Verklebung von Rissen ist Verschweißen möglich. Anwendbar sind Methoden, bei denen die zwei Hälften nicht bewegt werden müssen, die ohne ein transparentes Medium funktionieren und für Materialien mit geringem dielektrischen Verlust geeignet sind.<sup>11</sup> An Tüten ist es nötig, zusätzliches Polyethylen einzubringen, das sich beim Erhitzen mit der Folie der Tüte vermischt. Das Heißluftschweißen funktioniert ähnlich wie eine Heißklebepistole: durch 300–350°C heiße Luft wird dabei ein Füllmittel in die Schweißnaht eingeschmolzen. Dieses Verfahren kann manuell angewendet werden und wird besonders bei der Herstellung von Prototypen angewandt.<sup>12</sup> Neben fehlender Reversibilität ist auch die thermische Belastung von mindestens 130–150°C nachteilig, da eine Temperatursteigerung chemische Reaktionen beschleunigt.<sup>13</sup> In der Literatur zum Schweißen von PE-Folien wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass polarisierte PE-Folien deutlich schlechter schweißbar sind, da die polarisierte Oberfläche verhindert, dass sich die unpolaren Polymerketten von Schweißmittel und Schweißgut durchdringen. Mit derartigen Schwierigkeiten ist auch bei Folien zu rechnen, die durch die Alterung polarer geworden sind.

## 5.5 Reproduktionen

Eigenschaften der Tüten als Alltagsgegenstand sind Farbe, Form, Größe und Material der Tüte. Andreas SŁOMINSKI zerknitterte, beschädigte, beschmutzte und beklebte die Tüten. Er befüllte sie, um den Tüten Volumen, eine bestimmte Form und einen Faltenwurf zu geben. Er befestigte die Tüten auf seine Weise an bestimmten Stellen am Fahrrad und setzte sie in Beziehung zu den anderen Bestandteilen. Die Tüten haben eine formale als auch eine inhaltliche Bedeutung und wurden bewusst ausgesucht.<sup>14</sup> SŁOMINSKI betrachtet nicht alle Taschen als „originale“ Fundstücke. Zum Zeitpunkt der Verwendung der Tüten an den Fahrrädern waren sie teils neu, teils bereits verschmutzt oder wurden nachträglich künstlich beschmutzt.<sup>15</sup> Diese Kriterien unterscheiden die Tüten an den Fahrrädern von gewöhnlichen Tüten.

**Allgemeine Anforderungen** Das Nachbauen von Tüten bedeutet, dass auf eine neue Folie das Bild der alten Tüte aufgebracht werden muss. Bei der Entscheidung für die Reproduktion einer schadhafte Tüte ist zu bestimmen, wie kaputt diese sein muss, bis sie ersetzt

<sup>11</sup>Zu den Techniken im Einzelnen siehe BENATAR, A. / BONTEN, C. / GREWELL, D. / TUECHERT, C.: *Welding*, in: *Plastics Pocket Power*, Polymer Engineering Center, Cincinnati, München 2001.

<sup>12</sup>BENATAR u. a. (2001), S. 98–105.

<sup>13</sup>Zudem wird bei industriellen Anwendungen von Schweißtechniken mit Druck gearbeitet.

<sup>14</sup>Fragebogen GÜNTZEL.

<sup>15</sup>Fragebogen GÜNTZEL.

wird und welcher Zustand wieder hergestellt werden soll. Die Reproduktion sollte dem Aussehen des Originals möglichst nahe kommen und andererseits konsistent sein, d. h. dass alle Eigenschaften zugleich in der wiedergegebenen Form möglich sind. Der industriell gefertigte Teil, also der Alltagsgegenstand, ist einfach wieder herstellbar. Die künstlerische Gestaltung muss technisch nachgeahmt oder gedruckt werden, doch ist dieser Eingriff kritisch zu beurteilen. Ferner zerstört jede Form von Austausch die originale Montage, den einmaligen Faltenwurf, die exakte Form.<sup>16</sup> Wenn eine Tüte dennoch demontiert wird, wäre zu erwägen, ob auch der Inhalt, sofern er nicht sichtbar ist, durch ein leichteres Material ersetzt werden könnte. Die mechanische Belastung der Reproduktionen könnte dadurch verringert werden.

In der Diskussion zum Umgang mit den Tüten<sup>17</sup> wurde gefordert, die Tüten möglichst sofort vollständig zu dokumentieren, um sich die Möglichkeit einer späteren Reproduktion offen zu halten. Das muss jedoch nicht bedeuten, dass man intakte Tüten heute von den Rädern nimmt, um sie zu vermessen und fotografisch zu erfassen.

Durch digitale Bildbearbeitung können verzerrte Fotos geglättet, Formen vervollständigt und mittels Farbaufnahmen kann die Farbigkeit dokumentiert werden. Der Aufwand an Bildbearbeitung ist zwar höher, dafür bleibt eine Tüte länger am originalen Platz in ihrer Form erhalten. Schäden, die beim Abnehmen und Öffnen gealterter Tüten wahrscheinlich sind, würden hinausgezögert, die Kontinuität bliebe trotz einer vorsorglichen Dokumentation gewahrt.

**Druck** Neben den Tüten sind auch andere Gepäckstücke Farbveränderungen unterworfen. Tüten so nachzumachen, dass sie ihrem Neuzustand nahe kommen, stört die Konsistenz der Arbeit. Ein optisch befriedigender Gesamteindruck des Fahrrads könnte erreicht werden, wenn ein gealterter Zustand nachgedruckt wird. Diese Auswahl ist jedoch willkürlich, sie stellt einen unzulässigen Eingriff dar, bei dem ein Zustand geschaffen wird, den das Fahrrad niemals hatte. Das trifft auch für die Wiederherstellung des Neuzustands der Tüten zu. „*Restaurierung als Rückführung zum ursprünglichen Zustand bedeutet immer eine Interpretation.*“<sup>18</sup> Als dritte Möglichkeit kann man den Zustand nachmachen, den die Tüte zum Zeitpunkt der Reproduktion besitzt.

Den Ausschlag für Reproduktionen von Tüten gab bislang nie die Farbigkeit, sondern immer das Versagen des Materials. Die Farbigkeit ist erhalten, wenn auch verblasst. Wenn die Dauerhaftigkeit der Trägerfolie die der Druckfarben deutlich übertrifft, könnte es passieren, dass der zu druckende Status quo ein kaum noch sichtbares Bild ist. In diesem Fall erscheint der Nachdruck eines früheren Stadiums mit erkennbarem Motiv der Tüte sinn-

---

<sup>16</sup>Die genannten Parameter haben sich durch Materialermüdung, Ausdehnung und beim Transport bereits verändert.

<sup>17</sup>Auf einer Podiumsdiskussion zu Erhaltungsmöglichkeiten der Fahrräder von Andreas SLOMINSKI am 27.9.2007 im Rahmen der VdR-Tagung *Die Bedeutung der Dinge* in der Friedrich-Wilhelm-Universität, Bonn vom 24.–29.09.2007.

<sup>18</sup>GROYS (1997), S. 199.

voller, zumal SLOMINSKI den Tüten sowohl gestalterische als auch inhaltliche Bedeutung beimisst.

**Träger** Außer der Farbigkeit des Drucks muss die herzustellende Qualität des Trägermaterials festgelegt werden. Die Tüten könnten unversehrt, mit wenigen oder mit allen Schäden nachgefertigt werden, solange die Tüte noch am Fahrrad hängen kann. Je nach Gewicht, Füllstand und Befestigung einer Tüte ist die mechanische Belastung unterschiedlich. Abgerissene Henkel und aufgeplatzte Nähte haben mechanische Ursachen, auch wenn sie nicht von der chemischen Zersetzung losgelöst betrachtet werden können. Gezackte Risse, die mitten durch die Folie gehen, sind dagegen Anzeichen der verminderten Kohärenz der Polymerketten in der Folie. Rein mechanische Risse im Material sind durch überdehnte Risskanten gekennzeichnet, bei denen der Aufdruck keinen geschlossenen Film mehr bildet. Die Riss-Ursache könnte ein Entscheidungsmerkmal für seine Imitation werden. Bei Rissen, die vom Polymerabbau herrühren, kann eindeutig gesagt werden, dass sie nicht der Künstler den Tüten zufügte. Die irrtümliche Beseitigung von gewollten Löchern würde so ausgeschlossen.

Die Forderung nach Konsistenz innerhalb einer Reproduktion soll dazu beitragen, ihre Umsetzung objektiver und nachvollziehbarer zu machen, sie ist jedoch mit Schwierigkeiten behaftet. Die theoretisch mögliche Gleichzeitigkeit z. B. des Zustandes von Trägermaterial und Farbigkeit ist einwandfrei nur durch gutes Bildmaterial für einen früheren Zeitpunkt fest zu legen, das meist fehlt. Als Richtlinie beugt sie nur extremen Lösungen vor.

Polyethylenfolie, das Material der Tüten, ist charakterisiert durch seinen wachsartigen Glanz und die geringe Folienstärke, die den Tüten eine leichte Transparenz und einen weichen Faltenwurf verleiht. Das Bedrucken von Polyethylen erfordert einen hohen technischen Aufwand. Wegen seines typischen Aussehens ist es jedoch kaum durch ein anderes Material zu ersetzen. Bei der Verwendung von neuer PE-Folie zur Tütenherstellung wird wahrscheinlich das gleiche Problem der Zersetzung auftreten. Die Verwendung einer höherwertigen PE-Folie ohne einen Anteil an thermisch vorbelastetem Recycling-Material und mit einem hohen Gehalt an Antioxidantien und UV-Stabilisatoren wird die Lebensdauer einer Reproduktion aus PE deutlich verlängern.

Drucktechnische Probleme werden beim Austausch der Tüten durch identische Exemplare aus dem Alltag umgangen, jedoch würden neue Tüten durch ihre unverblassten Farben als Fremdkörper auffallen. Wie bei der Wiederherstellung des Neuzustandes einer Tüte durch Reproduktion würde ein unrealistischer Zustand des Kunstwerks geschaffen. In absehbarer Zeit wäre man erneut mit dem Problem des Zerfalls von Polyethylenfolien konfrontiert.

**Veränderung der Oberflächen durch den Künstler** Die Eingriffe des Künstlers in das Aussehen der Tüten (Schmutz, Knicke, Beklebung) können an digital vervollständigten Formen des Druckmotivs der Tüten nicht ergänzt werden. Am zweckmäßigsten scheint es,

die Technik, die das Erscheinungsbild verursacht hat, zu wiederholen, anstatt die Resultate aufzudrucken. Soweit die Oberflächenbehandlung auf fotografischen Aufnahmen sichtbar ist, muss sie digital retuschiert und an der Tüte nachgeahmt werden. Es ist ausgeschlossen, die identischen Knicke die der Künstler der Tüte zufügte, manuell zu reproduzieren. Aber weder der Glanz von Tropfspuren noch die Deformation in der Folie, die zu den Knick-Kanten und zum abgeriebenen Aufdruck führte, sind druckbar. Bei gealtertem Klebeband sind das Vergilben des Films und die Trennung zwischen versprödetem Klebstoff und der Folie typisch. Aufgedruckt sind die optischen Alterserscheinungen zwar wiederzugeben, die Dreidimensionalität jedoch nicht.

**Argumente gegen Reproduktion oder Austausch** In jedem Fall ist das Austauschen einer Tüte durch eine Reproduktion nicht nur mit ideellen sondern mit sichtbaren Verlusten behaftet. Die Verluste betreffen die unmittelbare Gestaltung der Tüte durch den Künstler wie auch ihre Form, Faltung und Position. Die drei letztgenannten Eigenschaften sind nicht nur bei dem Ersatz einer Tüte betroffen, sondern schon sobald die originale Tüte zum ersten Mal abgenommen wird. Die Wegnahme von Gegenständen, die individuell gestaltet sind, ist nach heutiger Auffassung einer guten restauratorischen Praxis nicht zulässig.<sup>19</sup>

Wie viel darf man ersetzen, bis es nicht mehr das Original ist?<sup>20</sup> Neben der Funktion des Fahrrads ist seine Identität eine materielle. Darum ist der Austausch jeder originalen Tüte kritisch zu bewerten. Andreas SLOMINSKI ist der Meinung, dass der Punkt, an dem das Fahrrad kein Original mehr ist, nicht zu benennen ist und auch von der Qualität der Restaurierung abhängt.<sup>21</sup> Bei überzeugenden Reproduktionen wäre damit theoretisch auch der Austausch aller Tüten legitimiert.

**Austausch von Kunststoffgegenständen** Besonders Gegenstände aus Kunststoff werden wegen ihrer allgemeinen Verfügbarkeit, Ersetzbarkeit und ihres meist billigen Preises im Alltag meist vor Erlangen einer „*ehrwürdigen*“<sup>22</sup> Patina ersetzt. Wegen des Bedürfnisses nach Sauberkeit, das sich auch in der Verwendung von hygienischen Einweggegenständen aus Kunststoff niederschlägt, wird Patina an Kunststoffen schnell mit Schmutz gleichgesetzt. Die Tüten an den Fahrrädern mit einer „echten“ Patina und einer Oberflächengestaltung, die Andreas SLOMINSKI den Tüten zufügte, sollten aus dieser Gewohnheit nicht geopfert werden. Als Vergleich könnte man als frei erfundenes Beispiel eine nachträglich bemalte

<sup>19</sup>Gemeinhin wird der Austausch von rein funktionellen Verschleißteilen weniger eng gesehen.

<sup>20</sup>Diese Frage wird gerne bekannten Beispiel des Schiffs illustriert, das auf seiner Reise mehrfach Schiffbruch erleidet. Nachdem alle Teile ersetzt wurden, erreicht es schließlich mit seiner Fracht den Zielhafen. Ob das Schiff, das den Hafen einst verließ, dasjenige ist, das den Zielhafen erreichte, kann mit der Begründung, dass das Schiff seine Funktion erfüllt habe, bejaht werden. Das Schiff erhält seine körperliche Identität durch seine Funktion. Die Funktion als Identitätsstifterin gilt nach GROYS grundsätzlich nicht für Kunstwerke, da ein Kunstwerk „*immer schon aus allen funktionalen Lebenszusammenhängen herausgenommen ist.*“ GROYS (1997), S. 200.

<sup>21</sup>Fragebogen GÜNTZEL.

<sup>22</sup>HENSELER (1998), S. 39.

## 5.6 Vergleiche mit anderen Restaurierungen

Tüte aus holzschliffhaltigem Papier mit dem Werbeaufdruck eines Strumpf-Geschäfts „echt Nylon“ von 1940 hinzuziehen. Die Zerfallerscheinungen sind bei Holzschliffpapier und Polyethylenfolie vergleichbar, beide zerfallen schon nach kurzer Zeit. Die Papierrestaurierung hat eine längere Tradition, gute reversible Klebstoffe sind bekannt. Bevor die Papiertüte nachgedruckt und neu bemalt würde, würden zunächst Maßnahmen ergriffen, sie als Original zu erhalten. Einerseits, weil die Tüte individuell gestaltet ist, andererseits, da die Tüte selbst ein historisches Dokument ist. Ebenso wie die Aufschrift „echt Nylon“ auf einer Tüte zeittypisch wäre, sind es Aufforderungen auf den Plastiktüten an den Fahrrädern wie „praktiziere Umweltschutz“ oder „Tragetasche nach Gebrauch in die Mülltonne - nie in die Landschaft!“.

**Magazinieren statt Ausstellen?** Die originalen Tüten an den Fahrrädern zu belassen, bedeutet, dass sie schneller altern, als wenn sie sauerstofffrei versiegelt und kühl gelagert in einem Depot-Schrank liegen. Möglicherweise werden Techniken entwickelt, die eine bessere Konservierung oder Restaurierung ermöglichen. Die Tüten optimal zu lagern und aufzuheben, bis sie so behandelt werden können, dass man sie später mit gutem Gewissen wieder an das Fahrrad hängen kann, mag Vorteile haben. Gegenstände, die „für später“ deponiert werden, geraten schnell in Vergessenheit, Provisorien werden zu permanenten Lösungen. Zu fragen ist, wem mit dem Erhalt der beschädigten Tüten gedient ist.<sup>23</sup> Restaurierbare Tüten durch Reproduktionen zu ersetzen, erscheint aber nicht als sinnvoll.

**Bewahren der Reproduktionen** Bereits heute sind Überlegungen zum Umgang mit schadhafte Reproduktionen von Tüten aktuell. Es gab bereits Beispiele an anderen Kunstwerken, bei denen Reproduktionen oder Ersatzteile die Identität der Arbeit so prägen, dass sie als Bestandteil oder als eine von mehreren möglichen Versionen erhaltenswert sind. Das kann der Fall sein, wenn der Künstler einen Austausch vornahm, wenn über einen langen Zeitraum Teile eines Kunstwerks anders montiert oder durch funktionsgleiche Teile mit anderem Aussehen eingebaut waren. Die Reproduktionen der Tüten am Tandem als Versuche, das Aussehen der originalen Tüte zu imitieren, könnten für Vergleiche hinzugezogen werden, leisten aber für die Identität des Tandems keinen Beitrag.

## 5.6 Vergleiche mit anderen Restaurierungen

Um einen Überblick über die aktuelle Restaurierungspraxis zu gewinnen, wurde nach vergleichbaren Restaurierungen gesucht. Die niederländische Restauratorin Lydia BEERKENS restaurierte um 1997 den *Packed Armchair* (1964–65) von CHRISTO.<sup>24</sup> Sie entschied sich dagegen, die originale Verknotung zu öffnen, um die gerissene Verpackung des Sessels aus

<sup>23</sup>Das bedeutet natürlich nicht, dass man nicht sein möglichstes tun sollte, um die eingelagerten originalen Tüten im bestmöglichen Zustand zu erhalten und gründlich zu dokumentieren.

<sup>24</sup>BEERKENS (2002), S. 13–15.

Kunststoffolie zu restaurieren. Die Begründung lag einerseits darin, dass im Falle von CHRISTO gerade die Verknotung das wichtigste künstlerische Mittel ist. Ein weiteres Argument gegen das Lösen der komplizierten Doppel- und Dreifachknoten war das Risiko, dadurch Schäden zu verursachen.<sup>25</sup>

Auf das Risiko von Schäden beim Ablösen der Tüten bei den Fahrrädern wurde bereits hingewiesen. Zwar ist die Kunst von SLOMINSKI nicht von Verknotungen dominiert, die Tüten sind aber auf besondere Weise an Lenker, Sattel und Fahrradschlösser geknotet und gekettet oder auf Kleiderbügel gespießt. Bei der Befestigung der Tüten kann eine gestalterische Absicht erkannt werden.

Im Aachener Ludwig-Forum für internationale Kunst wurde die Restaurierung der *Supermarket Lady* von Duane HANSON 2005 abgeschlossen.<sup>26</sup> Diese aufwändige Restaurierung wurde wiederholt als mögliches Vorbild für die Restaurierung der Fahrräder genannt, auch SLOMINSKI verwies auf sie.<sup>27</sup> Bei der *Supermarket Lady* handelt es sich um eine lebensgroße Frauenfigur mit ihrem Supermarkteinkauf in einem großen Einkaufswagen. Die Restaurierung betraf viele verschiedene Materialien, darunter Verpackungen aus Pappe und Folien aus der Zeit von 1969–70. Die Verpackungen im Einkaufswagen waren verblasst, verformt und gerissen, der Klebstoff aus Naturkautschuk, mit dem die Waren vermutlich gegen Diebstahl gesichert waren, war gealtert. Als Teil der Maßnahmen wurden zerrissene transparente Folienverpackungen wie z. B. eine Nudeltüte aus Cellophan (heute aus Polyester) oder eine Brottüte aus Polyethylen maschinell nachgemacht. U. a. wurden zerbrochene Brotscheiben neu gebacken und Nachdrucke verblasster Kartons vor die unattraktiv gewordenen Originale geblendet.<sup>28</sup> Die *Supermarket Lady* beschäftigt sich, verkürzt gesagt, mit der Befriedigung, die Konsum verschaffen kann. Darum war es den Restauratorinnen wichtig, dass die Waren appetitlich aussehen und den Neuwaren nahe kommen, die Duane HANSON der *Supermarket Lady* in den Einkaufswagen legte. Im Fall der Tüten an den Fahrrädern handelt es sich nicht um Tüten, die der imaginäre Besitzer eben in einem Geschäft erworben hat. Zudem sind die Plastiktüten von SLOMINSKI teilweise manipuliert.

---

<sup>25</sup>Freundliche telefonische Auskunft von Lydia BEERKENS am 18.02.2008.

<sup>26</sup>[http://museen.aachen.de/content/mus/lufo/Sammlungen/restaurierung/supermarkt\\_lady.html](http://museen.aachen.de/content/mus/lufo/Sammlungen/restaurierung/supermarkt_lady.html), geprüft am 11.10.07.

<sup>27</sup>Freundlicher Hinweis von Andreas SLOMINSKI und Swaantje GÜNTZEL in einer e-mail vom 12.02.2008.

<sup>28</sup>Freundliche Auskunft und Führung von den Restauratorinnen Julia RIEF und Christina SODERMANN, LUDWIG-Forum für Internationale Kunst, Aachen, am 17.10.2007.



## 6 Vorgeschlagene Maßnahmen

Um das Fahrrad zu erhalten, sollten sowohl präventive als auch konservatorische und restauratorische Maßnahmen ergriffen werden.

### 6.1 Prävention

Die Tüten an den Fahrrädern sollten zumindest während der Lagerung unterstützt werden. Besser als eine gesamte Entlastung sind individuelle Lösungen. Komplette „Übertaschen“ aus einem Textil oder einer beständigen Folie wie Tyvek beanspruchen die Tüten bei der Anbringung und Entfernung, sofern die Taschen nicht frei hängen. Darum werden auch halbe Taschen vorgeschlagen, die nicht zwischen mehreren Tüten durchgefädelt werden müssen. Kleine Tüten zwischen mehreren großen können durch einen breiten Streifen aus Textil gestützt werden. Alle Stützvorrichtungen müssen in der Kiste befestigt werden können. Ein genau festgelegter Platz ist erheblich, damit die Wirkung der entlastenden Bandagen nicht von der Geschicklichkeit des jeweiligen Verpackers abhängt. Zudem soll die Verpackung leicht verständlich sein. Ein Plan, in dem die Reihenfolge aller Schritte bei Ein- und Auspacken festlegt, ist notwendig.

Das Material für die Bandagen und Übertaschen darf die Tüten und den Aufdruck nicht schädigen. Es soll die elektrostatische Aufladung nicht fördern und muss formstabil sein. Die Einlagerung in sauerstofffreier Atmosphäre im Depot gewährleistet mit der mechanischen Entlastung eine optimale Lagerung. Die Anfertigung einer Stickstoffvitrine ist kostspielig und für die reine Lagerung zu aufwändig. Das Fahrrad samt Verpackung in sauerstoffundurchlässige Folien zu schweißen und Sauerstoffabsorber beizugeben ist eine leichter zu erreichende und billigere Lösung. Yvonne SHASHOUA<sup>1</sup> untersuchte die Wirksamkeit des Sauerstoffabsorbers Ageless der MITSUBISHI Gas Chemical Company Inc. in der transparenten Verbundfolie CRYOVAC BDF-200<sup>2</sup> im Hinblick auf Museumsobjekte aus Gummi während 42 Monaten. Sie beobachtet eine signifikante Verlangsamung der Oxidation des Gummis, sowohl bei bereits geschädigten Gegenständen, als auch bei Objekten ohne sichtbare Zeichen der Alterung zu Beginn ihrer Studie. Die besten Ergebnisse werden erzielt, wenn die Behälter aus Folie vor dem Versiegeln mit trockenem Stickstoff gespült werden. Die sauerstoffarme Atmosphäre in den Tüten verlängert die Lebensdauer der Absorber auf ca. fünf Jahre, die Trockenheit des Gases gleicht den Feuchtigkeitsanstieg bei der Reaktion

---

<sup>1</sup>SHASHOUA (1999), S. 881–887.

<sup>2</sup>Die beiden Produkte werden von Conservation by Design Ltd., Timecare Works, Bedford UK vertrieben.

## 6 Vorgeschlagene Maßnahmen

von Ageless mit Sauerstoff aus. Die Dichtigkeit der Folien soll in regelmäßigen Abständen überwacht werden. Wenn Gegenstände enthalten sind, die Schadstoffe abgeben, ist der regelmäßige Austausch der eingeschlossenen Gase nötig. Eine stickstoffgespülte Vitrine bietet hier Vorteile, alternativ könnte der schädliche Gegenstand separat gelagert werden.

Tüten, die bereits Schäden aufweisen, sollten zusätzlich während der Ausstellung entlastet werden. Auch hier darf das Material keine schädigenden Auswirkungen haben. Es soll zugleich möglichst unsichtbar und belastbar, dabei aber nicht statisch aufladbar sein. Seit 2007 kann Spinnenseidenprotein an der TU München künstlich hergestellt werden. Es ist fünfmal zugfester als STAHL, dreimal druckfester als Eichenholz und elastischer als Gummi. Es ist leicht, wasserfest und widersteht mikrobiologischen Angriffen. Mit einem Spinnapparat werden bereits einige Meter lange Seidenfäden aus der Lösung hergestellt.<sup>3</sup> Ein so feines und belastbares Material wäre eine optimale Lösung, auch weitmaschige Gewebe besäßen genügend Festigkeit. Bis dieses Material Restauratoren zu Verfügung steht, muss mit konventionellen Stoffen gearbeitet werden. Im praktischen Teil (Abschnitt 7.5) wird das Seidengewebe Organzino als Material für Sicherungen von Tüten erprobt. Es könnte auch für Bandagen verwendet werden. Da wandseitig aufgehängte Tüten beim Aufbau gestaucht werden, sollte der Seitendruck durch Abstandhalter zur Wand reduziert werden.

Wenn eine Tüte abgenommen und entleert werden muss, wird vorgeschlagen, ihren Inhalt abzuformen und z. B. durch einen Pappmaché-Hohlkörper zu ersetzen. Verformbare Inhalte könnten in eine andere Tüte mit ähnlichen Maßen gesteckt werden, um die Form wiederzugeben, die der Inhalt einer Tüte frei hängend annimmt. Ausgetauscht werden können nur unsichtbare Gegenstände. Tüten in Tüten, deren Rand sichtbar ist, oder die durch die äußere Tüte durchscheinen, können nicht entfernt werden. Die originalen Inhalte sind aufzuheben, da sie einen Bezug zur Entstehung des Kunstwerks haben können, wie aus den Babykleidern am Tandem ersichtlich wird.

### 6.2 Konservierung und Restaurierung

Für den Umgang mit Rissen in Tüten werden zwei unterschiedliche Lösungen vorgeschlagen: Risse, die durch die Folie gehen und von der chemischen Zersetzung zeugen, sollten geschlossen werden. Für den Künstler waren sie weniger absehbar als das Aufplatzen von Nähten. Bei aufgeplatzten Nähten soll ein Weiterreißen unterbunden werden. Soweit aufgeplatzte Nähte oder Risse nicht die gesamte Struktur gefährden, sollen sie nicht restauriert werden. Geplatzte Nähte sind Spuren für die Zeit, die eine Tüte am Fahrrad hing und für den Druck des Inhalts auf die Tüte.

Unabhängig vom Erhalt der originalen Tüten an den Rädern, sollen alle Tüten dokumentiert werden, um damit Reproduktionen herstellen zu können. Das beinhaltet detaillierte fotografische Aufnahmen aller Tüten, die genaue Bestimmung ihrer Montage und Lage. Besonders ist die künstlerische Oberflächengestaltung zu erfassen. Nach Hinweisen für ihre

---

<sup>3</sup>WERTH (2007), S. 38–44.

Entstehung ist zu suchen. Die durchschnittliche Länge von Knicken und ihre Orientierung können Hinweise geben, ob die Tüte eher gewrungen oder geknüllt wurde. Lokale Verschmutzungen als Tropfspuren, Schmierer oder getrocknete Flecken von abperlendem Schmutzwasser etc. sollten beschrieben werden. Auch die Position des Inhalts, z. B. von Tüten in Tüten ist festzuhalten. Die Folienstärke kann an einer möglichst wenig belasteten Stelle gemessen werden. Für den Fall, dass die Zusammensetzung der originalen Folie bekannt ist, kann so eine Tüte mit vergleichbarer Transparenz hergestellt werden.

### 6.3 Reproduktionen

Der wiederherzustellende Zustand der Tüten soll farblich der heutige Zustand aller Tüten, unabhängig vom Zustand der Folie sein. Bei Tüten, die substanziell bislang nicht direkt gefährdet sind, soll das heutige Ausmaß an Schäden übernommen werden, soweit diese Schäden die Haltbarkeit der reproduzierten Tüten nicht unmittelbar beschränken. Leichte mechanische Schäden als Beweis für die Zeit, die eine Tüte am Fahrrad hing, können übernommen werden, da bei der Reproduktion des Aufdrucks auch die ursprünglich leuchtenden Farben nicht wieder hergestellt werden.

Eingerissene Henkel haben für das Aussehen der Tüte eine geringe, für ihre Stabilität aber eine große Bedeutung. Reproduktionen sollen darum intakte Henkel haben. Restaurierte Tüten sollen den Zustand nach der Restaurierung zeigen, jedoch ohne die restaurierten Schäden. Als Trägermaterial wird eine Polyethylenfolie vorgeschlagen, die von besserer Qualität ist als die, die gemeinhin für Polyethylentragetaschen verwendet wird.

Die Manipulierung der Tüten (Knitter, Flecken, Beklebungen) sollen technisch nachgeahmt werden. Die ursprünglichen Knicke sollen digital retuschiert werden. Einzelne Flecken und Klebebänder können auf der Druckvorlage erhalten bleiben, um die genaue Position zu markieren. Flecken wie von abgeperltem Schmutzwasser sollen dagegen wie die Knicke als Technik digital nachgemacht werden. Die originalen Spritzer auf der digitalen Vorlage sollten entfernt werden. Am schwierigsten sind Klebebandapplikationen nachzustellen, da auch sie am Original sichtbar gealtert sind und teils große Flächen einnehmen. Braunes Paketklebeband altert am deutlichsten, der braune Klebefilm löst sich stellenweise von der Folie. Das schadhafte braune Klebeband könnte aufgedruckt und mit transparentem Klebeband dreidimensional gemacht werden. Neues schwarzes Klebeband soll patiniert werden (mattere Oberfläche, gebrochene Leuchtkraft, an den Rändern anhaftende Partikel). Vorversuche sind besonders bei den Klebebandapplikationen ratsam. Das Ablösen und neue Aufkleben alter Klebebänder ist vermutlich nicht möglich.

Das Problem der Konsistenz des gesamten Fahrrads ist bei diesem Konzept für Reproduktionen offensichtlich. Möglicherweise wird es den übrigen Gepäckstücken, die weiterhin verblassen einmal nicht mehr gerecht, wenn die Ersatztüten ewig den vergleichsweise grellen Zustand nach der Rekonstruktion zeigen. Bei guter Lagerung des Fahrrads ist das Konzept jedoch tragfähig. Dem Konzept „Restaurieren so lange es möglich ist, danach durch gut ge-

## 6 *Vorgeschlagene Maßnahmen*

plante Reproduktionen ersetzen“ fehlt jedoch immer noch die Bestimmung des Zeitpunkts, an dem eine restaurierte Tüte ausgetauscht werden muss. Die Frage ist schwierig zu beantworten, da die Geschwindigkeit des Zerfalls einer Tüte nicht genau voraus zu sagen ist. Die Lösung wird sich aus technischen und ästhetischen Aspekten zusammensetzen. Sobald Restaurierungen deutlich sichtbar sind oder den zersetzten Tüten nicht mehr genug Halt geben, müssen sie ersetzt werden. Der Austausch einer Tüte sollte auch im Zusammenhang mit den übrigen Tüten gesehen werden. Nur die schlechteste Tüte inmitten vieler stark gealterter und blasser Tüten zu ersetzen wird zu optischen Unstimmigkeiten führen.

## 7 Versuche

Obwohl im Austausch originaler Tüten durch identische Tüten keine befriedigende Lösung des Problems zerfallender Tüten gesehen wird, wurden zu Versuchszwecken identische Tüten für das Herrenfahrrad gesucht. Einige Supermarktketten und Geschäfte existieren nicht mehr, das Design wurde geändert oder die Tüten bieten keinen Hinweis auf den Hersteller als Anhaltspunkt für die Suche. Private Sammlungen böten eine Anlaufstelle, doch haben Sammler an gewöhnlichen Tüten ohne besonderes Design gemeinhin kein Interesse. Dennoch ist es lohnend, weiter nach identischen Tüten zu suchen, um ein eventuelles Erstellen einer Druckvorlage zu erleichtern.

Nachfolgend werden die Lichtalterung von PE-Folien und die Beobachtung des Alterungsprozesses durch FTIR-Messungen beschrieben. Die Haftung unterschiedlicher Klebstoffe auf natürlich gealterten PE-Folien wurde durch Zugfestigkeitstests untersucht. Besonders Versuche zur Sicherung brüchiger PE-Folien wurden im Hinblick auf geschädigte Tüten am Herrenfahrrad durchgeführt. Angaben zu allen verwendeten Materialien finden sich im Anhang (A.10 und A.9), ebenso wie Angaben zu allen in Versuchen verwendeten Tüten (A.8). Eingerückte Stellen im Text enthalten technische Details oder genauere Erklärungen.

### 7.1 Erstellen einer Sammlung von FT-IR-Referenz-Spektren

Am Instituut Collectie Nederlands wurden Spektren von ca. 30 Plastiktüten und zwei Fragmente der brüchigen Regenbogen-Tüte des Herrenfahrrads mit einem Perkin Elmer FT-IR Spectrometer SPECTRUM 1000 gemessen.<sup>1</sup> Ein Teil der Tüten (alte und neue, unbenutzte) wurde künstlich durch Licht gealtert und in regelmäßigen Intervallen untersucht, um die Prozesse bei der Alterung zu beobachten und Referenzen mit bekannter Strahlungsdosis zu erhalten. Ferner wurden alte Tüten gemessen, deren Alter und Lagerungsort in etwa bekannt war. Teilweise trugen die Tüten eine Materialkennzeichnung. Transparente und eingefärbte Tüten aus HDPE und LDPE wurden untersucht. Ist der Messpunkt nicht ausdrücklich erwähnt, erfolgte die Messung an einer unbedruckten, mit destilliertem Wasser gereinigten Stelle der Tütenußenseite. Bei allen farbigen Folien wurde das Farbmittel mit gemessen. Bei weißen Folien handelte es sich höchstwahrscheinlich um Titandioxid oder Bariumsulfat, bei schwarzen Folien um Ruß. Die Störung der Spektren durch diese und weitere Additive erschwerten die Interpretation.

---

<sup>1</sup>Die Spektren liegen der Autorin als Ausdruck vor, die Dateien befinden sich am Instituut Collectie Nederlands in Amsterdam; Ansprechpartnerin: Dr. Thea VAN OOSTEN.

**Künstliche Lichtalterung von PE-Folien** Acht Proben von sieben Polyethylentragetaschen wurden künstlicher Lichtalterung ausgesetzt. Es wurden drei neue Tüten verwendet, davon waren zwei aus weißer Folie mit buntem Aufdruck, eine Folie war transparent, teils farblos, teils blau gefärbt. Bei den übrigen Tüten handelte es sich um eine rot und eine schwarz gefärbte Folie und um zwei weiße. (Verwendete Tüten: Abb. 7.1 und Tab 7.1.) Die beiden letztgenannten bestanden vermutlich beide aus HDPE, doch war nur bei einer das Material als HDPE ausgewiesen.



Abbildung 7.1: Folien 1 bis 8 vor der künstlichen Alterung und nach 454 Stunden Bestrahlung im Xenotest (im Metallrahmen).

Das verwendete Gerät war ein Xenotest Alpha Atlas<sup>2</sup>, die Strahlungs-dosis von vier Stunden im Xenotest entspricht einem Jahr Museumsbeleuchtung von 200 Lux.<sup>3</sup> Die Folien

<sup>2</sup>Unterlagen zur Spektralverteilung können über <http://www.atlas-mts.de> bezogen werden.

<sup>3</sup>Neben UV-Strahlung beeinflussen Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit die Alterung von Kunststoffen. Bei UV-Bestrahlung gibt die Probenoberfläche den nicht absorbierten Teil der Strahlung wieder

## 7.1 Erstellen einer Sammlung von FT-IR-Referenz-Spektren

Tabelle 7.1: Künstliche Lichtalterung von PE-Folien

Name	Nr.	Folie	Aufdruck	Material- kennung	Datum	Lagerung	Stärke in $\mu\text{m}$
ICN	1	weiß	–	LD-PE 4	2007	neu	45–50
ICN	2	weiß	blau	LD-PE 4	2007	neu	45–50
van Gogh Museum	3	weiß	blau, gelb	–	2007	neu	70–75
Rijksmuseum	4	farblos semi- transpa- rent	semitrans- parent blau	P 07	2007	neu	75–80
Sack & Pack	5	rot, se- mitrans- parent	–	–	1980-1983	80-83 Kel- ler, nach 1983 Dach- boden	50–60
Karstadt	6	weiß	rosa, blau	–	um 1985	Schreibtisch	20–25
Tengelmann	7	weiß	gelb, rot, blau, gruen, schwarz	2 PE-HD, grüner Punkt 43539	nach 1990	Keller	25–30
Waterstone's	8	schwarz	golden	04 LDPE alphaltene genuine recycled Polythene	nach 1990	Keller	50–55

wurden vor der Alterung, nach 134, 294 und 454 Stunden infrarotspektrometrisch an unbedruckten Stellen gemessen. Bei vollständig bedruckten Proben wurde an der Innenseite gemessen. Zudem erfolgte ein Vergleich der gealterten mit ungealterten Proben der Tüten nach Augenschein.

---

ab, was zu einer deutlichen Erhöhung der Temperatur an der Probenoberfläche und einem Sinken der relativen Feuchtigkeit führt. SCHUBERT (1994), S. 1722. Obschon die Bestrahlung bei Raumtemperatur erfolgte, wurde ein Erwärmen der Proben bemerkt. Nach SCHUBERT ist in der Sonne das Mikroklima an der Oberfläche der Proben um ca. 20 K höher als in der Umgebung. In Prüfgeräten liegt die Schwarzstandardtemperatur um ca. 15 bis 45 K über der Lufttemperatur. Bei Bestrahlung mit einer Xenonlampe bei einer Schwarztafeltemperatur von 50°C liegt die Oberflächentemperatur bei schwarzem PE bei 51,7°C, in der Sonne bei 58°C. In Abhängigkeit vom getesteten Kunststoff kann die Oberflächentemperatur bei Sonnenbestrahlung oder bei Bestrahlung mit einer Xenonlampe höher sein. SCHUBERT (1994), S. 1722.

**Beobachtungen** In den Spektren waren PE-typische Wellenzahlen  $2915$  und  $2847\text{ cm}^{-1}$ ,  $1472$  und  $1462\text{ cm}^{-1}$ , sowie  $730$  und  $718\text{ cm}^{-1}$ .<sup>4</sup> Während der Lichtalterung der acht Proben wurden Veränderungen im Bereich von ca.  $2378$  bis  $2324\text{ cm}^{-1}$  beobachtet. Die Intensität der Absorption in diesem Bereich war insgesamt schwach ausgeprägt. Sie war bei einigen Tüten vor der Alterung größer, bei anderen Tüten danach. Bei ca.  $1380\text{ cm}^{-1}$  lag eine weitere Bande vor, bei der die Absorption zumeist nach der Alterung stärker ausgeprägt war.

Wichtige Wellenzahlen, an denen die Alterung von PE erkennbar ist, sind  $1715\text{ cm}^{-1}$  und der Bereich um  $1080\text{ cm}^{-1}$ . Nach GOTTWALD und WACHTER weisen starke Banden zwischen  $1950$  und  $1660\text{ cm}^{-1}$  fast immer auf Carbonylgruppen hin (z. B. enthalten in Carbonsäuren, Ketonen, Aldehyden und Estern). Sehr starke Banden im Bereich von  $1270$  bis  $1000\text{ cm}^{-1}$  werden meist von C-O-Verbindungen (Ester, Ether, Alkohole, Phenole) verursacht.<sup>5</sup> Bereits VAN OOSTEN und ATEN erkannten die auch hier beobachtete Zunahme der Carbonyl- und Vinylabsorption und die Abnahme der Vinylidenabsorption in IR-Spektren von künstlich UV-gealtertem PE als direkte Folgen der UV-Bestrahlung.<sup>6</sup>

Bei den neuen Tüten, an denen die unbestrahlte Innenseite gemessen wurde, war nach 454 Stunden noch keine Veränderung bei  $1715\text{ cm}^{-1}$  zu bemerken, jedoch bei  $1066\text{ cm}^{-1}$ . Messungen auf der Tütenaußenseite zeigen eine schwache Bande bei  $1715\text{ cm}^{-1}$  und eine breite Bande bei  $1080$  bis  $1060\text{ cm}^{-1}$  (siehe Abb. 7.2 und 7.3).

Der Aufdruck bei den älteren Tüten war nach 454 Stunden Lichtalterung deutlich verblasst, nur blauer und schwarzer Aufdruck waren noch gut sichtbar. Bei den Tüten von 2007 verschwand gelbe<sup>7</sup> Druckfarbe fast vollständig, rote und blaue Farbe verblasste geringfügig. Die alte Tüte aus roter Folie veränderte sich ins Rotorange. An der schwarzen Folie und den zwei weißen war keine Farbveränderung sichtbar (Abb. 7.1.) Bei den farblich veränderten Tüten waren erste Anzeichen bereits nach 145 Stunden zu bemerken. Eine Versprödung der Proben wurde nicht beobachtet.

Die stärkste Oxidation ereignete sich nicht wie erwartet in einer weiß pigmentierten Folie (Titandioxid katalysiert die Sauerstoffaufnahme von PE), sondern in der schwarzen Folie, bei  $1714\text{ cm}^{-1}$  (C=O) und ca.  $1370\text{ cm}^{-1}$  und in einer breiten Bande zwischen  $1300$  und  $900\text{ cm}^{-1}$  mit einer Spitze bei  $1087\text{ cm}^{-1}$  (C-O).

Bei den natürlich gealterten Tüten war die Schwingungsbande einer weißen Tüte mit einem ganzflächigen schwarzen Aufdruck bei  $1715\text{ cm}^{-1}$  am ausgeprägtesten. Diese Tüte bestand aus recyceltem PE und lagerte auf einem hellen Dachboden mit extremen Temperaturschwankungen, zeigt jedoch keine Anzeichen von Sprödigkeit.<sup>8</sup> Das Fragment einer

<sup>4</sup> „Alkane, die vier oder mehr  $\text{CH}_2$ -Gruppen enthalten, besitzen bei  $730\text{ cm}^{-1}$  eine charakteristische Gerüstschwingungsbande.“ GOTTWALD / WACHTER (1997), S. 159.

<sup>5</sup> GOTTWALD / WACHTER (1997), S. 158–159.

<sup>6</sup> VAN OOSTEN / ATEN (1996), S. 971–977. Diese Proben wurden mit einem Suntester (Hanau, gefilterte Xenon-Lampe, Intensität bei  $340\text{ nm}$   $0,3\text{ W/m}^2$  bei einer Temperatur von  $30\text{--}40^\circ\text{C}$ ) gealtert.

<sup>7</sup> Die gelbe Druckfarbe wurde von Dr. Thea VAN OOSTEN als ein Cellulosenitratlack identifiziert.

<sup>8</sup> In später beschriebenen Zugtests wurde diese Tüte als Tüte Nr. B bezeichnet.



## 7.1 Erstellen einer Sammlung von FT-IR-Referenz-Spektren

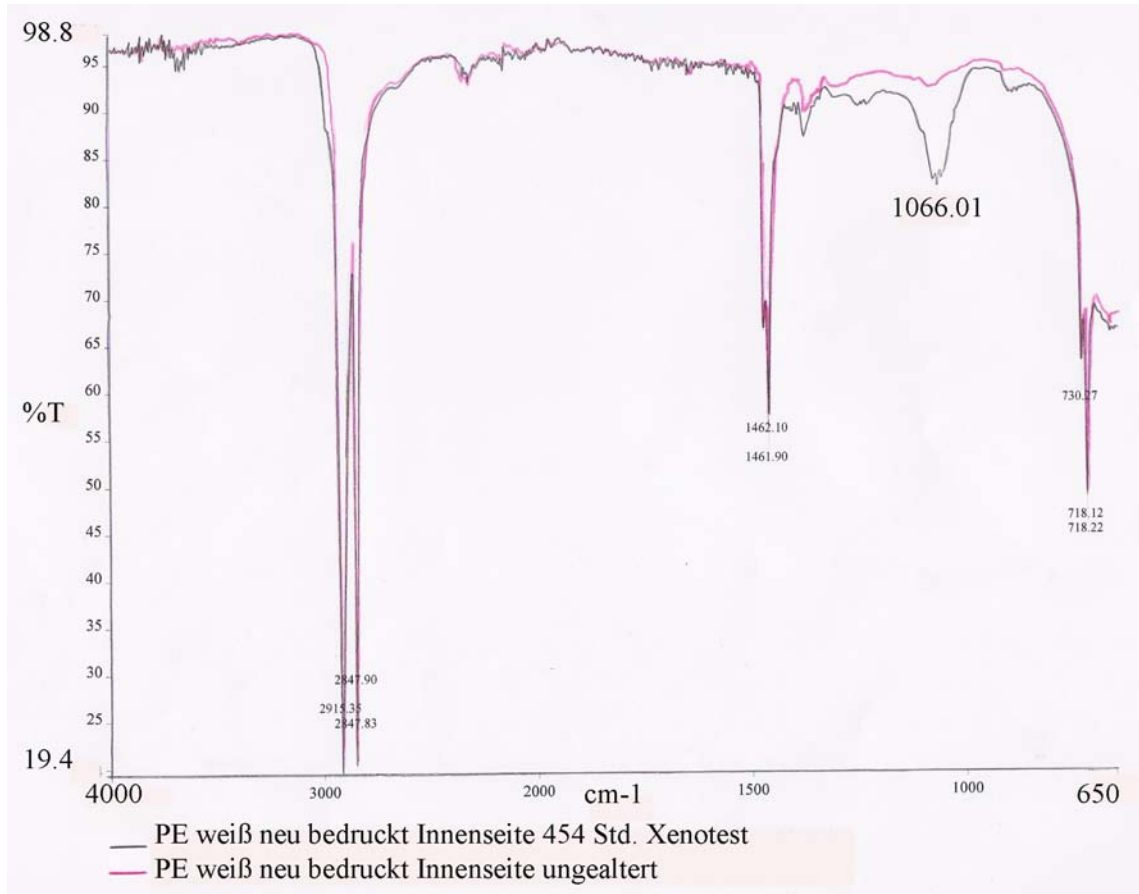


Abbildung 7.2: Spektrum der Probe 2 (ICN-Tüte, weiß, bedruckt) vor und nach der Lichtalterung. Messung an der Innenseite: keine Bande bei  $1715 \text{ cm}^{-1}$ , jedoch bei  $1066 \text{ cm}^{-1}$ .

## 7 Versuche

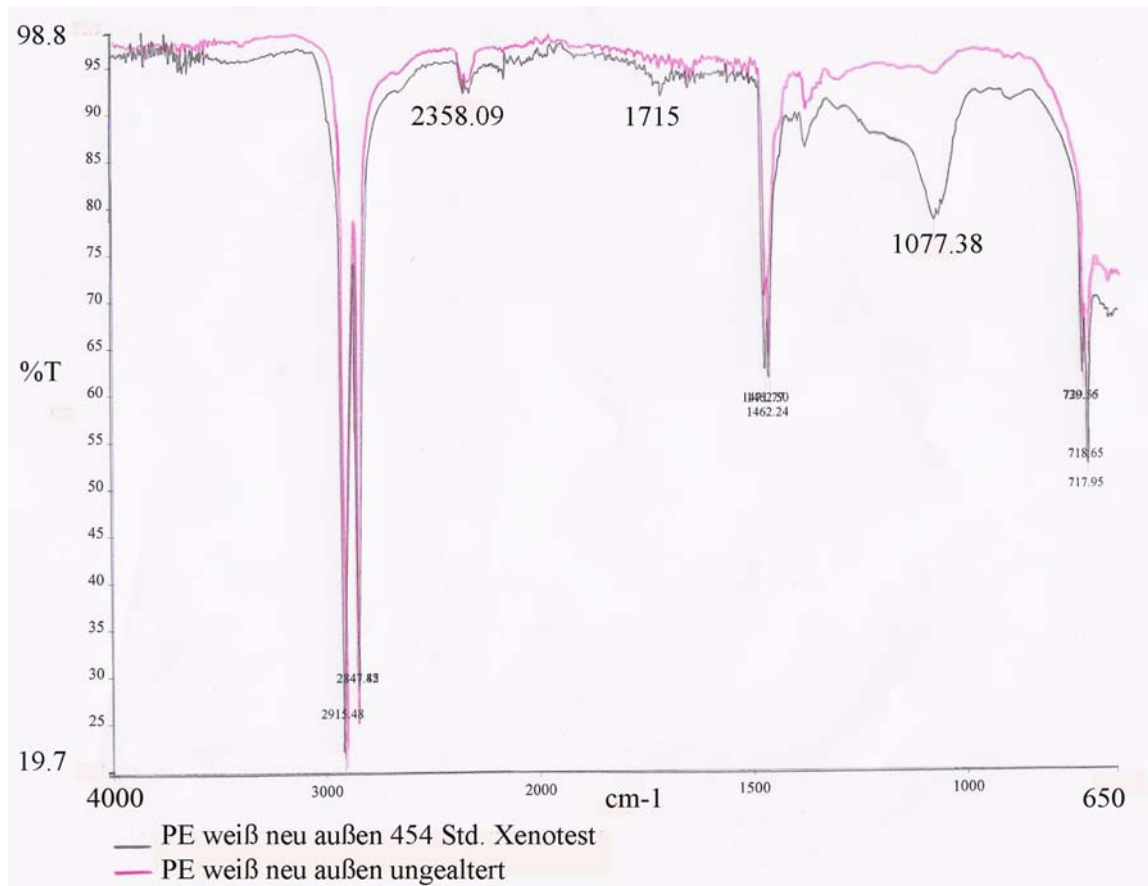


Abbildung 7.3: Spektrum der Probe 1 (ICN-Tüte, weiß, unbedruckt) vor und nach der Lichtalterung. Messung an der Außenseite: bei 1715 cm<sup>-1</sup> beginnende Absorption, starke Banden zwischen 1080 und 1060 cm<sup>-1</sup>.

## 7.2 Prüfung der Schälfestigkeit von Klebstofffolien auf PE

weißen Tüte, das neben besagter schwarz bedruckter lag, ist sehr spröde, die Banden bei  $1715\text{ cm}^{-1}$  und bei  $1082\text{ cm}^{-1}$  waren jedoch weniger intensiv als bei der schwarz bedruckten. Auch bei der 454 Stunden lang künstlich gealterten schwarzen Folie waren diese Schwingungsbanden weniger ausgeprägt als bei der schwarz bedruckten Tüte (Abb. 7.4). Nur in Spektren der Außenseite eines mit grünen Punkten bedruckten Fragmentes der brüchigen Regenbogen-Tüte waren  $200$  bis  $250\text{ cm}^{-1}$  breite Banden bei diesen Wellenzahlen zu sehen. Die Druckfarbe wurde teilweise mit gemessen (Abb. 7.5).

Die Absorption bei  $1715$  und  $1082\text{ cm}^{-1}$  an der Außenseite einer unbedruckten Stelle der Regenbogen-Tüte lag sehr nahe bei der schwarz bedruckten Tüte. Die Regenbogen-Tüte aus LDPE war jedoch viel spröder als die recycelte schwarz bedruckte LDPE-Tüte. Die Außenseiten der zwei Fragmente der Regenbogen-Tüte hatten bei den Wellenzahlen  $1715$  und  $1082\text{ cm}^{-1}$  jeweils stärkere Schwingungsbande als die Innenseiten, was eine stärkere Oxidation an der Tütenaußenseite belegte. Die Innenseite des unbedruckten Fragments war die Probe der Regenbogen-Tüte, mit den schwächsten Banden.

**Ergebnis** Zusammenfassend ist festzuhalten, dass trotz der geringen Folienstärke die Außenseite einer Tüte, die direkter Bestrahlung ausgesetzt ist, stärker als die Innenseite oxidiert wird.

Aus den Spektren ist weder die Sprödigkeit der Tüte noch der Unterschied zwischen HDPE und LDPE ersichtlich. Im Abschnitt zur Alterung von Polyethylen(-Tragetaschen) wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Zunahme von Carbonylgruppen im PE nicht als Maß für die mechanische Alterung verwendet werden kann.<sup>9</sup> Die Spektren liefern Informationen zur Oxidation der Folien, anhand derer vorsichtige Vergleiche zwischen den Tüten gezogen werden können. 454 Stunden Lichtalterung genügten nicht, um dramatische Veränderungen im Spektrum oder in der Festigkeit bzw. Sprödigkeit der Folie zu bewirken. Thea VAN OOSTEN, die die Autorin bei den Versuchen, Messungen und bei der Auswertung betreute, geht davon aus, dass die verlangsamte Bildung von Carbonylgruppen und C-O-Bindungen besonders bei neuen Tüten auf stabilisierende Additive im PE zurück zu führen ist.

## 7.2 Prüfung der Schälfestigkeit von Klebstofffolien auf PE

Die Überprüfung der Schälfestigkeit von Klebstofffilmen wird in mehreren Regelwerken beschrieben, z. B. ASTM D 3359-95a: Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test (Cross-cut tape test oder X-cut tape test), ISO 2409 (Cross-cut test). Bei dem Cross-cut Test wird mit einem speziellen Werkzeug, das mehrere parallele Klingen in regelmäßigen Abständen besitzt der Klebstofffilm durch zwei Ritzungen im rechten Winkel

---

<sup>9</sup>Der Carbonylindex CI ist das Verhältnis einer Wellenzahl mit möglichst keiner Absorption zu der für Carbonylgruppen typische Wellenzahl, z. B. CI 1715 oder CI 1747. VAN OOSTEN / ATEN (1996), S. 975–976.

## 7 Versuche

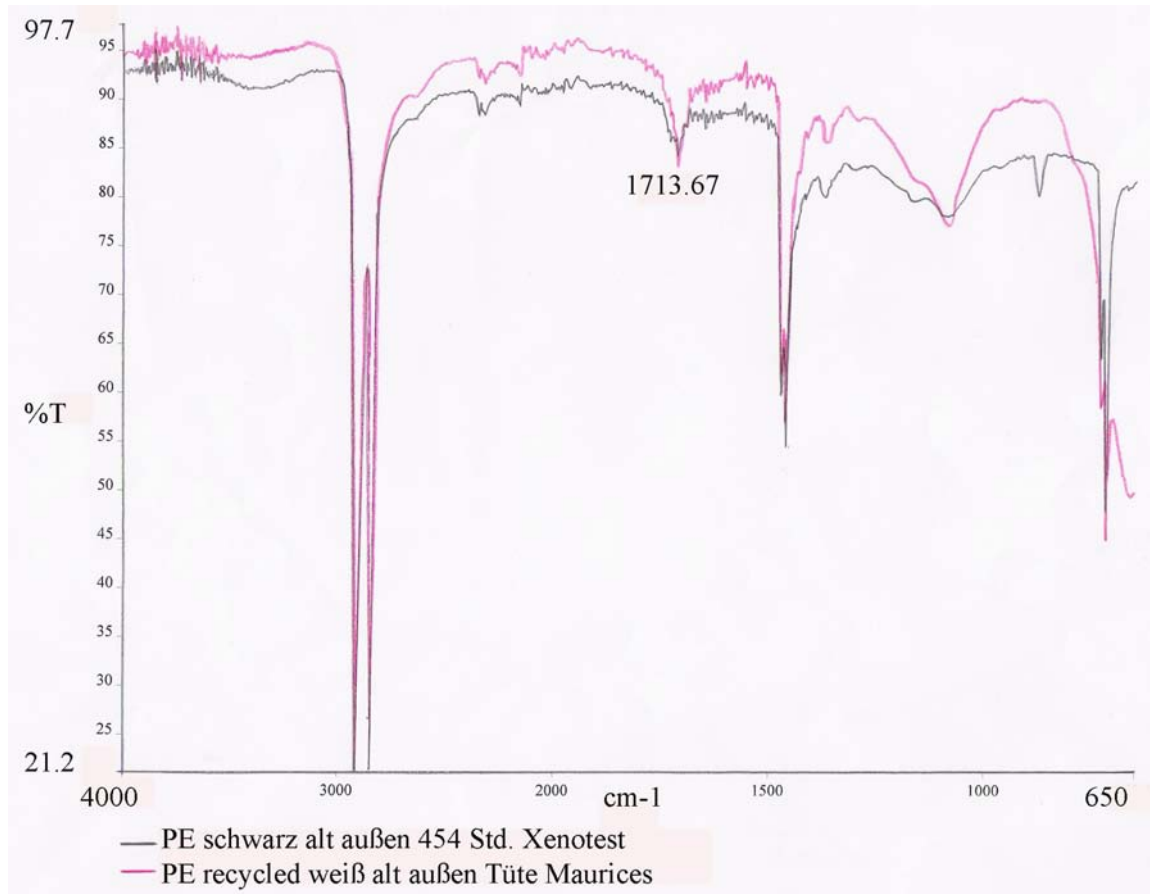


Abbildung 7.4: Spektren der natürlich gealterten Maurices-Tüte (weiße Folie, schwarz bedruckt, später auch Tüte B genannt) und der künstlich gealterten Probe 8 (Waterstone's-Tüte, schwarz). Messungen an der Außenseiteseite.

## 7.2 Prüfung der Schälfestigkeit von Klebstofffolien auf PE

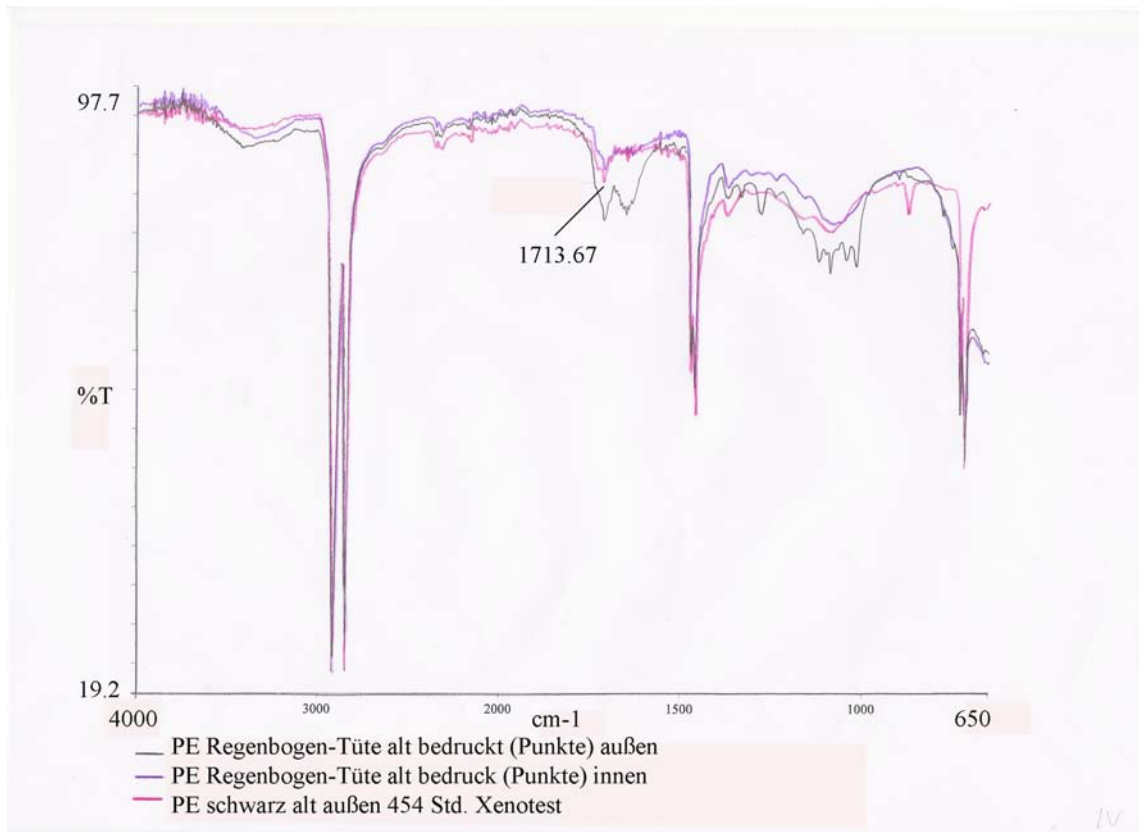


Abbildung 7.5: Spektren der Innen- und Außenseite der weißen Regenbogen-Tüte vom Herrenfahrrad im Vergleich mit der 454 Std. lang künstlich gealterten schwarzen Probe Nr. 8. Die Außenseite der Regenbogen-Tüte besitzt bei  $1715\text{ cm}^{-1}$  von allen gemessenen Proben die stärkste Bande.

## 7 Versuche

in Quadrate geteilt. Dabei ist es wichtig, dass der Klebstofffilm vollständig zerteilt wird, der Untergrund aber möglichst unbeschädigt bleibt. Ein genormtes transparentes Klebeband wird auf die geritzte Fläche aufgeklebt und von Hand abgezogen. Anschließend werden die abgelösten Quadrate pro Flächeneinheit gezählt. Sechs Kategorien zur Beurteilung stehen zur Verfügung. Die Anzahl der Klappen, ihr Abstand und die Beurteilungskriterien sind bei den Normen unterschiedlich. Für die Versuche wurde das CC2000 Adhesion test kit von TQC verwendet. Das Set enthielt das benötigte Klebeband und ein Schneidegerät mit sechs Klappen im Abstand von 2 mm, das für Tests nach ISO 2409 geeignet ist.

Elf Klebstoffe wurden in Vorversuchen auf die ungereinigte Innenseite einer weißen, 40–50  $\mu\text{m}$  dicken Tüte aus LDPE (Kennzeichnung LD-PE 7/94) gestrichen. Beobachtet wurden die Fähigkeit, die Folie zu benetzen, Glanz und Farbigkeit und die Klebrigkeit.

Die getrockneten Klebstofffilme wurden mit den Fingern abgerieben, an den Enden abgelöst oder abgekratzt. Diese Versuche waren die Grundlage für die Auswahl der Klebstoffe, an denen der Cross-cut Test durchgeführt wurde. Mit folgenden Klebstoffen erfolgten Probeaufstriche: Mowilith DMC 2, Evacon R, an Plextol-Typen D 541, D 498, D 360, B 500, 33 % Paraloid B 72 und B 67 je 33 %ig in Ethanol, Paraloid B 82 16,6 %ig in  $\text{H}_2\text{O}$ , Medium für Konsolidierung und Mowiol 4-88 25 %ig in Ethanol und  $\text{H}_2\text{O}$  (1:2). Die Beurteilung der Klebstoffe befindet sich im Anhang A.10.

Evacon R, Medium für Konsolidierung, Plextol D 360, Plextol D 541 und Paraloid B 82 16,6 % in Ethanol und  $\text{H}_2\text{O}$  (9:1) wurden für den Cross-cut Test ausgewählt.

Der Auftrag erfolgte auf der Innenseite der genannten weißen Tüte. Die leicht zerknitterte Oberfläche wurde mit Papier und entmineralisiertem Wasser, danach mit Papier und Ethanol gereinigt. Der Auftrag der Klebstoffe erfolgte mit einem ca. 1,5 cm breiten Borstenpinsel. Für das Klebeband wurden 85 x 55 mm große Papierschablonen mit einem 26 x 25 mm großen freien Feld in der Mitte zugeschnitten, das 25 mm breite Klebeband wurde über die Aussparung geklebt. So sollte sichergestellt werden, dass die aufgeklebte Fläche immer gleich groß ist und das Klebeband gleichmäßig angedrückt werden kann.

Alle fünf Klebstofffilme wurden fast vollständig abgelöst. Die Haftung war so schlecht, dass die Kategorien zur Bewertung nicht genutzt werden konnten. Die Klebstoffe unterschieden sich vornehmlich darin, dass sich bei Paraloid B 82 und etwas weniger bei Plextol D 541 mehr Film ablöste, als am Klebeband selbst haftete. Die Beobachtungen beim Test sind im Anhang A.11 enthalten. Evacon R, Medium für Konsolidierung und Plextol D 360,<sup>10</sup> die drei Klebstoffe mit der besseren Haftung wurden bei der nachfolgend beschriebenen Prüfung der Zugbelastung von Verklebungen wieder verwendet.

---

<sup>10</sup>LASCAUX Acrykleber 360 HV ist ein Ersatz für Plextol 360 D.

## 7.3 Prüfung der Zugbelastung von Verklebungen

Die Haltbarkeit von verklebten Streifen aus PE-Folie gegenüber Zugbelastung wurde geprüft in Anlehnung an die Norm zur Bestimmung der Zugfestigkeit hochfester Überlappungsklebungen, DIN EN 1456: Januar 1995, deutsche Fassung EN 1465: 1994.<sup>11</sup> Anforderungen, die diese Norm stellt, sind im Anhang A.12.1 wiedergegeben.

Die Zugversuche wurden soweit möglich in Anlehnung an diese Norm durchgeführt (zum Versuchsaufbau siehe Abb. 7.6. Die Versuche entsprechen in folgenden Punkten nicht der Norm: die Materialstärke liegt unter den empfohlenen 1,6 mm. Das Prüfklima war trockener als gefordert. Die Prüfzeiten lagen nicht immer zwischen 35 und 85 Sekunden. Der als Gewicht verwendete Quarzsand lud sich zunehmend statisch auf, weshalb er ungleichmäßig rieselte und der Fluss auch kurzzeitig unterbrochen wurde. Die Messwerte werden in der Tabelle in Gramm angegeben und nicht, mit dem Faktor 9,81 multipliziert, in Newton ausgedrückt.<sup>12</sup>



Abbildung 7.6: Versuchsaufbau für die Zugversuche.

<sup>11</sup>Ersatz für DIN 53283:1979-09, entspricht ISO 4587:1979 modifiziert.

<sup>12</sup>Für Details zur Probenherstellung und zum Versuchsaufbau siehe Anhang A.12.2.

**Probenvorbereitung** Sechs Tüten unterschiedlicher Stärke aus der Zeit zwischen 1980 und 1996 und acht Klebstoffe wurden für die Zugversuche gewählt. Alle Tüten bestehen aus PE (Beleg durch Aufdruck und/oder FT-IR-Messungen), davon sind zwei aus recyceltem Material (Aufschrift). Zwischen den beiden Typen HDPE und LDPE kann durch ihren Klang unterschieden werden: HDPE-Tüten, z. B. „Gemüsetüten“ knistern, LDPE-Tüten wie z. B. Verpackungen von Toilettenpapier rascheln. Alle sechs Tüten sind vermutlich aus LDPE, doch trägt nur eine Tüte diesen Hinweis. Häufig werden verschiedene PE-Typen gemischt, ohne dass es in der Materialkennzeichnung berücksichtigt wird. Zu den verwendeten Tüten siehe Tab. 7.2.

Tabelle 7.2: Tüten für den Zugtest.

Name	Nr.	Folie	Aufdruck	Material Kennung	Analyse	Datum Land	Lagerung	Stärke in $\mu\text{m}$
Hotel Cuzco	A	weiß	rot	–	FT-IR: PE	1995, ES	Keller	20–25
Maurices	B	weiß	schwarz	4 LDPE 04.95T recycled plastic	FT-IR: PE	um 1995/96, USA	Dachboden in Kar- ton unter Fenster	30–35
Schiesser	C	weiß	blau	Aus PE	-	Ende 1980er, D	Keller	40–50
Sack & Pack	D	rot, translu- zent	schwarz	–	FT-IR: PE	1980- 1983, D	nach 1983 Dachboden, 80-83 Keller	50–60
National Trust	E	creme	grün	recycled plastic	FT-IR: PE	Sommer 1995, GB	Keller	60–70
Kauffmann	F	transpa- rent	schwarz	–	FT-IR: PE	August 1996, GR	Keller	110–120
Suckfüll	Test	weiß	hellgrün, rot, schwarz	LD-PE, 7/94		1996, D	Dachboden	40–50

Tüte A ist ein weißer Wäschesack. Sie wurde nicht oder kaum benutzt und lagerte seit 1995 zusammengefoldet zwischen anderen Tüten kühl und lichtgeschützt. Tüte B stammt aus dem amerikanischen Warenhaus Maurices, bis auf die Oberkante mit den Traglöchern



### 7.3 Prüfung der Zugbelastung von Verklebungen

ist sie vollständig schwarz bedruckt. Die Druckfarbe löst sich durch Reibung ab. Sowohl durch Recycling als auch durch die Lagerung auf einem schlecht isolierten Speicher war sie starker thermischer Belastung ausgesetzt. Aus ihrem FT-IR-Spektrum (Abb. 7.4) ist ersichtlich, dass sie von allen untersuchten Tüten am stärksten oxidiert ist. Tüte C wird anhand der Frisuren und der Kleidung des abgebildeten Paares datiert.<sup>13</sup> Tüte D ist zerknittert und verhältnismäßig hart. Tüte E hinterlässt bei der Reinigung mit Aceton gelbliche Rückstände an einem Wattestäbchen. Die geprüften Klebstoffe sind Plextol D 498, Beva 371, Störleimlösung 8 %ig, Klucel E in destilliertem Wasser 5,5 %ig, Medium für Konsolidierung, Acrylkleber 360 HV, Evacon R und ein Sekundenkleber mit speziellem Polyolefinprimer.

Die reine Acryldispersion Plextol D 498 wurde gewählt, da sich dieser Klebstoff bei Untersuchungen von Thea VAN OOSTEN als geeignetes Mittel zur Festigung eines versprödeten Wandteppichs aus Polypropylenseilen erwies.<sup>14</sup> Plextol D 489 ähnelt dem Acrylkleber 498 von LASCAUX. Bei Vorversuchen im August 2007 am ICN fielen die Klebstoffe Evacon R, das Medium für Konsolidierung und Acrylkleber 360 HV von LASCAUX positiv auf. Acrylkleber 360 HV ist eine Acrylharzdispersion auf Basis von Acrylsäurebutylester, verdickt mit Polymethacrylsäure. Er ist laut Hersteller verwendbar für sehr elastische nicht vernetzende Klebungen, ist licht- und alterungsbeständig, nach Trocknung wasserunlöslich und bleibt permanent klebrig, weswegen er als Kontaktkleber verwendet werden kann. Das viskose Ethyl-Vinylacetat-Copolymer Evacon R schnitt beim Cross-cut Test am besten ab. Jedoch zeigte sich bei der Restaurierung der Arbeit *Aeromodeller OO-PL* von PANAMARENKO ein Vergilben des Klebers.<sup>15</sup> Das dünnflüssige Medium für Konsolidierung von LASCAUX benetzt die Oberfläche der Polyethylenfolie ungewöhnlich gut. Beva 371 (40 %ige Lösung) wurde wegen seiner Heißsiegelbarkeit gewählt. Es ist der einzige Klebstoff mit einem Anteil an aromatischen Lösungsmitteln. Insgesamt wurde versucht, Klebstoffe mit einer möglichst guten Haftung auf Polyethylen zu verwenden. Störleim und Klucel E in Wasser wurden als reversible Sonderfälle getestet, von denen eine schlechte Haftung angenommen wurde. Die Kombination aus einem Sekundenkleber (Cyanacrylatklebstoff) mit einem speziellen Polyolefinprimer (keine näheren Angaben durch den Hersteller R & G) wurde verwendet, um Vergleichswerte von einem sehr gut haftenden Klebstoff zu erhalten. Die vollständigen Angaben zu den Klebstoffen sind im Anhang A.9 gelistet.

Für die Prüfkörper wurden 25 x 100 mm große Streifen aus den PE-Folien mit Streifen im gleichen Format aus einem sehr langfasrigen, dünnen Japanpapier auf einer Fläche von

<sup>13</sup>Die Datierung der vorwiegend ausländischen Tüten erfolgt über die Rekonstruktion von Reisen.

<sup>14</sup>VAN OOSTEN, im Druck.

<sup>15</sup>Freundliche persönliche Auskunft von Dr. Thea VAN OOSTEN, August 2007.

## 7 Versuche

25 x 12,5 mm verklebt (Abb. 7.7). Papier wurde gewählt, damit die Lösungsmittel der Klebstoffe durch das Papier verdampfen konnten. Nur bei Sekundenkleber wurden je zwei Streifen derselben Tüte verklebt. Die Testkörper wurden an einem Ende aufgehängt, am anderen Ende war ein Behälter für den Quarzsand, der als Gewicht verwendet wurde. Indem der Quarzsand durch einen Schlauch in den Behälter rieselte, wurde die Zugbelastung an den Proben gleichmäßig erhöht (vgl. Abb. 7.6). Die Steigerung des Gewichts betrug ca. 1 kg/Minute. Nach dem Reißen der Proben wurde der Behälter mit dem Sand gewogen.



Abbildung 7.7: Verformte Probekörper A bis F mit Beva 371 als Klebstoff.

**Ergebnisse der Zugbelastungstests** Es wurde davon ausgegangen, dass die Verklebungen spätestens bei 500 g Zugbelastung reißen. Bei der Anfertigung der Probekörper wurde daher auf die Zugfestigkeit der mit einander verklebten Materialien keine Rücksicht genommen. Alle Klebstoffe aus Kunstharzen übertrafen die Erwartungen an ihre Haftung auf Polyethylen jedoch bei Weitem. Auch Klucel E und Störleim hielten Zugbelastung besser als erwartet stand. Das Protokoll zur Versuchsdurchführung befindet sich im Anhang A.12.3, die Messwerte können Tab. 7.3 entnommen werden.

Von 45 gemessenen Prüfkörpern riss 11 bzw. 13 Mal die Folie, 19 bzw. 21 Mal das Papier,

### 7.3 Prüfung der Zugbelastung von Verklebungen

Tabelle 7.3: Zugtest: Reißlasten in Gramm. Legende: (R) Riss Kleber, (F) Riss Folie, (P) Riss Papier, (D) Dehnung Folie, (Wert in Klammern) Ersatzwert, \* ohne Nr. B6., \*\* Test-Ende ohne Reißen, x nicht berechnet.

		A Cuz- co	B Mau- rices	C Schies- ser	D Sack & Pack	E Na- tional Trust	F Kauff- mann	Mittel- wert	N/cm <sup>2</sup>
1	Plextol D 498	997(K)	979 (P/D)	1391 (F)	834 (K)	1379 (P)	1153 (P)	1122	3522
2	Evacon R	(1288)	(1106)	1342 (F)	1299 (P)	1436 (P)	1383 (P)	1309	4109
3	Medium f. Konsolid.	830 (K)	1000 (F)	1216 (P)	1181 (P)	1056 (P)	1173 (P)	1076	3378
4	Klucel E	x	x	x	719 (K)	297 (K)	x	508	1595
5	Acrylkleber 360 HV	1117 (P)	924 (F)	1253 (P)	1085 (P)	1298 (P)	1128 (P)	1143	3569
6	Störleim	282 (K)	1034 (F)	x	804 (K)	325 (K)	x	470*	1475
7	Beva 371	1217 (P/D)	1042 (F)	1253 (P)	1292 (P)	1302 (P)	1095 (P)	1200	3767
8	Sekunden- kleber	1067 (F)	987 (F)	1429 (F)	1671 (F)	1510 (F)	2203**	1478	x

ein Prüfkörper blieb unbeschädigt. Besonders bei den Prüfkörpern aus dickeren Folien (D, E, F) erwies sich immer das Japanpapier als schwächstes Glied, es riss zwischen Lasten von 1056 und 1436, im Mittel bei 1227 g. Nur acht Mal versagte die Klebung, fünf Mal davon bei Klucel E oder Störleim. Zwei offensichtlich fehlerhafte Werte<sup>16</sup> (2 A und 2 B), bei denen sich die Klebung mit Evacon R schon vor dem Versuch teilweise geschält hatte, wurden ersetzt durch zwei Werte aus Vorversuchen (A.12.2), jedoch kann für diese Werte nicht rekonstruiert werden, ob die Klebung oder die Folie riss. In drei Fällen versagten intakte Klebungen mit einem Kunstharzkleber: Plextol D 489 riss bei Tüte A bei 997 g, bei Tüte D bei 834 g. Die schlechte Haftung bei Tüte D wird durch die unebene zerknitterte Oberfläche begünstigt. Die Klebung von Tüte A mit dem Medium für Konsolidierung versagte bei 830 g.

Maximale Belastungen, unter denen Prüfkörper rissen, sind für Plextol D 498 1391 g, für Evacon R 1436 g, bei dem Medium für Konsolidierung 1216 g, bei Acrylkleber 360 HV

<sup>16</sup>Vergleiche Protokoll zur Versuchsdurchführung im Anhang A.12.3.

## 7 Versuche

1298 g, bei Störleim 804 g (bei fehlerhafter Probe 1034 g, der hohe Wert resultiert aus einem Prüfkörper, bei dem die bedruckte Außenseite der Tüte aufgeklebt wurde) und bei Beva 371 1302 g. Die tatsächliche Belastbarkeit der Klebstoffe liegt über diesen Werten. Das Gewicht des Inhalts von den abgefallenen drei Tüten am Tandem SLOMINSKIS liegt mit 650 und 950 g fast immer unter der Reißlast bei diesen Versuchen.

Zugversuche an Tüte B aus Recyclingmaterial und mit einer hohen thermischen Belastung bei der Lagerung lieferten nur Aussagen zur Belastbarkeit der Folie, die bei 1008 g liegt (berechnet aus 5 Werten zwischen 924 und 1067g). An dieser Tüte übertraf die Klebung der bedruckten Vorderseite mit Störleim die Stabilität der Folie, es kam zum Reißen der Folie bei 1011 g. Bei Tüte C (Schiesser) rissen die Folie und das Papier gleich oft. Die Zugfestigkeit der Folie C liegt gemittelt bei 1387 g (drei Messwerte zwischen 1342 und 1429 g). Für die übrigen Tüten liegt nur je ein Wert über die Zugfestigkeit der Folien vor, der aus der Prüfung des Sekundenklebers mit Primer hervorgeht. Für die dünnste Tüte A ist der Wert 1067 g, für die älteste Tüte D 1671 g, für Tüte E aus recyceltem Material 1510 g. Bei der dicksten Tüte F wurde die Messung bei 2200 g abgebrochen, ohne dass sie riss. Die Tüten B, C und E dehnten sich um bis zu 340 mm und schrumpften dabei auf eine Breite von 10 mm. Tüte A und D rissen dagegen ohne besondere Dehnung ab. Zur durchschnittlichen Belastung, bei der die Kleber versagten, siehe Tab. 7.4.

Tabelle 7.4: Mittlere Reißlasten der Klebstoffe.

Klebstoff	Arith. Mittel	
	In g	In N/cm <sup>2</sup>
1 Plextol D 498	1122	3522
2 Evacon R	1309	4100
3 Medium für Konsolidierung	1076	3378
4 Klucel E	508	1595
5 Acrylkleber 360 HV	1134	3569
6 Störleim	470	1475
7 Beva 371	1200	3767
8 Sekundenkleber	1478	x

**Schlussfolgerungen** Die Versuche zeigen, dass die getesteten Kunstharz-Klebstoffe auf dünnen und stark gealterten Tüten (B, C) zu stark haften, denn die Folie riss, bevor die Klebung versagte. Zu Tüten mit einer Stärke über 50  $\mu\text{m}$  können keine Aussagen getroffen werden, da stets die Papierkomponente riss. Tüten aus recyceltem Material sind vermutlich weniger belastbar als geringfügig dünnere Tüten aus einem Material, das weniger oxidiert ist. Ob der Grund für die unterschiedliche Dehnung der Tüten beim Reißen im Material

### 7.3 Prüfung der Zugbelastung von Verklebungen

selbst zu suchen ist (unterschiedliche Kristallinität), oder mit der Folienherstellung, z. B. dem Recken von Folien zusammen hängt, muss offen bleiben.

Als möglicher Klebstoff für die Tüten am Herrenfahrrad werden Beva 371, Klucel E und Sekundenkleber verworfen. Letzterer wegen seiner Irreversibilität, Klucel E wegen ungenügender Belastbarkeit gegenüber Schäl- und Scherkräften. Das gilt auch für nicht heiß gesiegeltes Beva 371, das zudem – vermutlich durch den Anteil an aromatischen Lösungsmitteln – zur Deformation der Folie führt. Evacon R erscheint wegen des Hinweises auf seine Vergilbung wenig geeignet.

Die verbleibenden Klebstoffe Medium für Konsolidierung, Acrykleber 360 HV und Plextol D 498 kommen als Klebemittel für Tüten in Frage, doch sollte die Belastbarkeit noch genauer geprüft werden. Bei Plextol D 498 zeichnet sich die Möglichkeit einer schwächeren Haftung an der Folie als bei den übrigen Klebstoffen ab. Das Medium für Konsolidierung besitzt den Vorteil, auch unbedruckte Folien gut zu benetzen, obschon dieser Klebstoff von geringer Viskosität ist. Leider liegen bei diesem Produkt noch keine Angaben zu seiner Alterung vor. Acrykleber 360 HV, früher als Plextol D 360 auf dem Markt, hat sich als beständiger Klebstoff bewährt. Wenn Scher- und Schälbelastungen ausgeschlossen werden können, liefert auch Störleim noch genügend Belastbarkeit für die Verklebung von Rissen. Klebstoffe, die bei den Vorversuchen für den Cross-cut Test wegen zu geringer Haftung ausschieden, könnten für die Verklebung doch geeignet sein, wenn geringere Belastbarkeit erforderlich ist. Besonders interessant erscheinen unterschiedliche Paraloid-Typen, da sie bei den Vorversuchen leicht abgelöst werden konnten. Paraloid B 72 wurde auch als Klebstoff für PE in nachfolgend beschriebenen Zug-Scherversuchen von COMIOTTO verwendet.

Anna COMIOTTO führte Zug-Scherversuche senkrecht zur Probenoberfläche an speziell vorbehandelten füll- und farbstofffreien PP-, LDPE- und HDPE-Oberflächen durch.<sup>17</sup> Die Oberflächen der mit dem von ihr entwickelten Plasma-Stift aktivierten Prüfkörper wurden mit Paraloid B 72 40 %ig in Toluol gelöst verklebt. Die Aktivierung von PE-Oberflächen durch Plasmabehandlung wird in Kapitel 4.5.4 erklärt. Die von COMIOTTO gemessene Haftfestigkeit der LDPE-Klebeverbindungen wurde von  $26 \pm 19 \text{ N/cm}^2$  auf  $160 \pm 38 \text{ N/cm}^2$  erhöht, bei HDPE von  $31 \pm 11 \text{ N/cm}^2$  auf  $215 \pm 44 \text{ N/cm}^2$  und bei PP von  $30 \pm 23 \text{ N/cm}^2$  auf  $112 \pm 32 \text{ N/cm}^2$ .<sup>18</sup> Die hier gemessene Zugbelastbarkeit in der Ebene der Klebung bei unbehandelten, gealterten Oberflächen ist um mehr als eine Größenordnung gegenüber der von COMIOTTO bestimmten Zugbelastbarkeit senkrecht zur Ebene bei Klebungen von haftungsverbesserten Prüfkörpern erhöht. Ob der Grund für die überraschend gute Haftung der meisten Kleber an der oxidierten Tütenoberfläche liegt oder an der Form der Prüfkörper (flächige Gebilde) bzw. an der Wirkungsrichtung der Kraft, ist unklar.

---

<sup>17</sup>COMIOTTO (2007).

<sup>18</sup>COMIOTTO (2007), S. 364–365. Zur Entwicklung des Plasmastifts vgl. auch COMIOTTO (2003).

## 7.4 Untersuchung der Zugfestigkeit einer Tüte und Festigung

Die Homogenität der Zugbelastbarkeit einer Tüte mit sichtbaren Schäden (Sprödigkeit, Risse) wurde durch Zugversuche an Proben von verschiedenen Stellen der Tüte untersucht. Ein Teil der Proben wurde vor dem Test gefestigt, um zu prüfen, ob gealterte PE-Folien durch das Auftragen einer Kunstharzlösung stabilisiert werden können. Als Trägermaterial wurde eine Tüte mit UV-Schäden am oberen Rand gewählt. Der Rand ist vergilbt, brüchig, an vielen Stellen gerissen bzw. gebrochen, Teile fehlen. Der untere Teil der Tüte weist keine sichtbaren Alterungsspuren auf.

Die Tüte aus weißer Folie stammt von ca. 1990 und ist 55–60  $\mu\text{m}$  dick. Auf dem Boden befindet sich die Markierung Mk 11/8, eine genaue Materialbezeichnung fehlt. Die Tüte wurde nicht spektrometrisch untersucht. Vermittels dem Verhalten in einer Flamme und nach dem Geruch (siehe Kunststoffbestimmung nach WAENTIG im Anhang A.13) wurde das Material als Polyolefin (PE oder PP) bestimmt. Da der Folie durch Ritzen mit dem Fingernagel deutliche Spuren zugefügt werden, handelt es sich vermutlich um (LD-) PE, denn in Polypropylen verbleiben keine Spuren. Auch die Statistik der für Tragetaschen verwandten Folien spricht für PE.

Als Festigungsmittel wurde das Medium für Konsolidierung gewählt, da es in den vorher beschriebenen Versuchen durch seine Fähigkeit PE-Oberfläche zu benetzen aufgefallen war. Aus der geschützten Bodenfalte, aus der Mitte der Tüte und aus beiden Seiten des oberen Randes – soweit die Folie nicht zerschissen war – wurden je vier Teststreifen (a bis d) geschnitten. Vier der acht Streifen von der Oberkante wurden auf der Außenseite mit dem Medium für Konsolidierung behandelt. Die vier Bereiche sind „oben“, „oben gefestigt“, „Mitte“ und „unten“. Die 16 Teststreifen derselben Tüte wurden an oben beschriebener Einrichtung auf ihre Zugfestigkeit geprüft.<sup>19</sup>

Die Streifen wurden als Viererblöcke aus der Tüte geschnitten, ihre Längsachsen sind bei den zwei oberen Feldern und dem mittleren parallel zu Tüte. Ihre Maße betragen in Anlehnung an die Prüfkörper für den Klebstofftest 25 mm x 124 mm. Nach dem Einkleben der Holzstückchen an beiden Enden (vgl. Probenvorbereitung für den Klebstofftest im Anhang A.12.2) betrug die Gesamtlänge  $87 \pm 2,5$  mm. Diese Länge ergibt sich aus den modifizierten Maßen der Prüfkörper nach der Norm zur Bestimmung der Zugfestigkeit hochfester Überlappungsklebung, DIN EN 1456. Die Norm schreibt 50 mm freie Fläche zwischen den Halteklammern und der Verklebung der Teststreifen vor. Für das

---

<sup>19</sup>Die statische Aufladung im Trichter war von Anfang an in dieser Testreihe zu bemerken, was sich in wechselnden Fließgeschwindigkeiten des Quarzsandes niederschlägt. Die maximale Dauer bis zum Reißen der Proben betrug hier 130 Sekunden.

## 7.4 Untersuchung der Zugfestigkeit einer Tüte und Festigung

Einkleben der Holzstückchen wurden wie beim Klebstofftest oben und unten 37/2 mm berechnet. Als Klebstoff diente wieder Acrykleber 360 HV, die Hölzer wurden auf der Rückseite der Folie eingeklebt.

An vier Proben vom oberen Tütenrand wurde für die Festigung mit dem Medium für Konsolidierung die 50 mm lange Fläche plus oben und unten ca. 10 mm bedeckt. Das Medium für Konsolidierung bildet nur einen sehr dünnen leicht glänzenden Film.

Tabelle 7.5: Reißlasten einer Tüte in Gramm. a–d: vierfache Wiederholung des Versuchs.

	a	b	c	d	arith. Mittel
Oben	1178	1561	1479	1484	1508
Oben gefestigt	1406	1532	1522	1472	1483
Mitte	1490	1529	1484	1475	1495
Unten	–	1852	1900	1757	1836

### Auswertung

**Reißlasten in Gramm** Die in diesem Test ermittelten Werte stehen in Tab. 7.5, die statistische Auswertung ist in Abb. 7.8 graphisch dargestellt. Ein Unterschied in der Zugbelastbarkeit zwischen gefestigter und ungefestigter Oberkante war nicht merklich. Lediglich ein Wert des ungefestigten Randes liegt mit 1178 g deutlich unter den Werten der anderen drei gefestigten und vier ungefestigten Stücke der Oberkante, die mit ca. 1500 g belastbar sind. Wird der extrem niedrige Wert nicht berücksichtigt, erweisen sich die verbleibenden drei ungefestigten Streifen mit durchschnittlich 1508 g sogar als etwas belastbarer als die vier mit Medium für Konsolidierung gefestigten Streifen (1483 g als arithmetisches Mittel). Der Mittelwert zwischen den sieben gefestigten und ungefestigten oberen Teilen liegt mit 1495,5 g nah am Mittelwert der Teststreifen aus dem mittleren Bereich der Tüte (1494,5 g). Die maximale Belastbarkeit dieser drei Bereiche liegt mit 1561 g bei „oben“, das Minimum mit 1406 g bei „oben gefestigt“, die Differenz zwischen diesen Extrema beträgt 155 g.

Der Bodenbereich ist mit durchschnittlich über 1800 g signifikant<sup>20</sup> belastbarer als die drei anderen Prüfstellen („oben“, „oben gefestigt“ und „Mitte“). Der höchste und niedrigste Wert der drei Streifen aus der Bodenfalte sind 1900 g und 1757 g, die Differenz macht hier 143 g.

<sup>20</sup>Die Bestimmung der Signifikanz des Unterschieds in der Belastbarkeit zwischen den verschiedenen Tütenteilen wurde anhand einer Anova-Analyse der Messwerte durchgeführt. Die Analyse ergab für die drei oberen Bereiche den Anova-p-Wert 0,62 und den Anova-F-Wert 0,5. Für den Tütenboden der F-Wert 11,42 und der p-Wert  $10^{-3}$  berechnet. Je kleiner der p-Wert, desto signifikanter ist der Unterschied von Messwerten.

## 7 Versuche

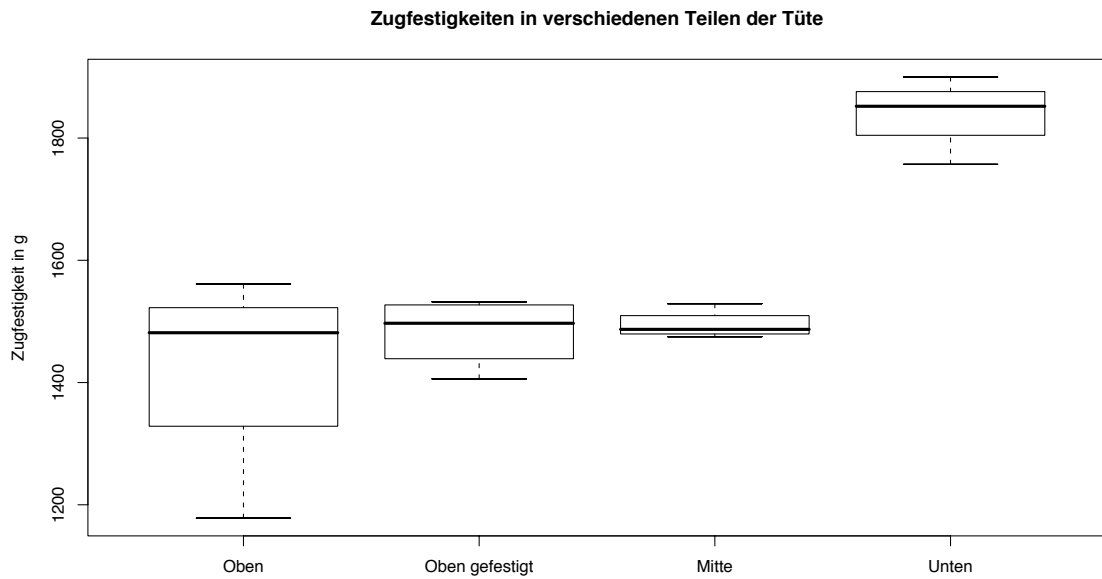


Abbildung 7.8: Zugfestigkeiten verschiedener Teile der Tüte. Die Boxplots zeigen die Verteilung der Zugfestigkeiten, gruppiert nach den vier Bereichen der Tüte (oben, oben gefestigt, Mitte, unten). Die fetten Linien in der Mitte markieren den Median, die Ränder der Boxen das obere und untere Quartil. (4 Wiederholungsmessungen).



#### 7.4 Untersuchung der Zugfestigkeit einer Tüte und Festigung

Die deutlich geringere Belastbarkeit (1178 g) des nicht gewerteten Streifens gibt Hinweise auf die Belastbarkeit der obersten 8 bis 10 cm der Tüte, die nicht gemessen werden konnten, da es in diesem Bereich keine unbeschädigte Fläche von ca. 124 x 25 mm mehr gibt. Werden 1178 g als oberster und unterster Wert gesetzt und die größte Differenz innerhalb vergleichbarer Messwerte (155 g) addiert und subtrahiert, kann man die Belastbarkeit der obersten ca. 10 cm auf 1023 g bis 1333 g eingrenzen. Damit liegt die Zugbelastbarkeit des obersten Randes messbar unter der minimalen Zugbelastung von „oben gefestigt“ (1406 g) bzw. dem Mittelwert der Tüte (1495 g). Die Folie aus der nach innen eingeschlagenen Bodenfalte war besser vor Licht und evtl. auch vor Sauerstoff geschützt. Das Material ist erwartungsgemäß weniger oxidiert, was sich in der besseren Zugfestigkeit äußert, die um mindestens 196 g (Differenz zwischen dem höchsten Wert der Gruppe „oben, oben gefestigt und Mitte“ und dem geringsten Wert der Bodenfalte) höher ist. Wird die Zugbelastbarkeit der Teststücke aus der Bodenfalte mit 1900 g als Ursprungszustand der Tüte gesetzt, ist ihre durchschnittliche Belastbarkeit mit knapp 1500 g auf 79 %, mit grob geschätzt 1180 g am obersten Rand auf 62 % reduziert. Insgesamt ist die Festigkeit in den oberen Bereichen der Tüte homogener als erwartet.

**Versuch zur Herstellung einer Lösung aus PE** Da Polyethylen für die meisten Flüssigkeiten undurchlässig ist, erschien gelöstes Polyethylen als geeignetes Mittel, in die zu festigende Folie einzudringen. Das Lösungsmittel sollte dabei die Oberfläche der Tüte anquellen und das Verschlaufen von alten und neuen Polymerketten ermöglichen. Zudem sollte grundsätzlich geklärt werden, ob Polyethylen als Lösung verarbeitet werden kann, um z. B. Intarsien in Löcher flüssig einzubringen.

Als Grundstoff für die Lösung wurde ein Polyethylenpulver (Schmelzpunkt 90°C, Dichte 0,906 g/ml bei 25°C<sup>21</sup>) mit einem durchschnittlichen Molekulargewicht von 35000 gewählt. Dieser Wert ist in der Mitte der möglichen Molekulargewichte angesiedelt, die üblicherweise bei PELD zwischen 20.000 und 50.000 (500–1.500 CH<sub>2</sub>-Einheiten) liegen. Die Kettenlänge sollte nicht zu hoch sein, um das Auflösen zu erleichtern. Eine Mitarbeiterin der Sigma-Aldrich Chemie GmbH empfahl als mögliche, jedoch nicht getestete Lösungsmittel für Polyethylen: Pentanol, Benzol (über 50°C), Cyclohexanon, Cyclopentan, Ethylenchlorid, Isopropylether und Salpetersäure 70 %.<sup>22</sup> Getestet wurden Cyclopentan und Diisopropylether, da nur sie als nicht gesundheitsschädlich eingestuft werden, Salpetersäure scheidet aus konservatorischen Gründen aus. Das PE-Pulver wurde mit Diisopropylether (2,6 g : 9,6 g) und mit Cyclopentan (4 g : 16,45 g, später verdünnt auf 4 g : 23 g) angesetzt.

In Diisopropylether blieb das Pulver unverändert, mit Cyclopentan (Dichte 0,745 g/cm<sup>3</sup>, Siedebereich liegt zwischen 48 und 49°C) bildete das PE eine gelartige Masse. Auch nach längerem Rühren konnte das Polyethylen nicht gelöst werden. Durch Erhitzen auf 100°C wurde die trübe Masse aus PE und Cyclopentan wasserklar, sobald sie aufgestrichen wurde

<sup>21</sup>Die Dichte liegt bei LDPE gewöhnlich zwischen 0,915–0,935 g/cm<sup>3</sup>.

<sup>22</sup>Elektronische Korrespondenz mit Claudia HERMS (Technischer Service/Verkauf), Sigma Aldrich Chemie GmbH, 05.11.2007.

## 7 Versuche

trübte sie wieder ein, die Konsistenz wurde mürbe. Die Mischung aus Polyethylenpulver 15 % und Cyclopentan 85 % ähnelte im kalten Zustand in seiner milchig weißen Farbe und der etwas mürben Konsistenz Beva 371.<sup>23</sup> Das unpolare Cyclopentan kann das PE-Pulver augenscheinlich im Gegensatz zu dem Ether quellen. Von den übrigen Lösungsmitteln ist vermutlich sauerstofffreies Benzol am ehesten in der Lage das Polyethylenpulver zu lösen, doch wurde dieses Lösungsmittel wegen seiner Toxizität nicht getestet. Es gelang nicht PE als kalte Lösung aufzubringen.

### 7.5 Sicherung von zerfallenden Tüten

Da die Versuche zur Festigung einer Folie keine Verbesserung der Zugfestigkeit der Tüte bewirkten, wurden unterschiedliche natürliche Gewebe und natürliche und synthetische Klebstoffe für die Sicherung der Tüten von außen erprobt. Das in der Textilrestauration verbreitete Stabilitex, ein feines Polyestergewebe, wurde nicht getestet, da es aus einem synthetischen Material ist. Auch das Polyestervlies Hollytex, das in einer Stärke von 17  $\mu\text{m}$  erhältlich ist, scheidet sich aus. Tüll aus verschiedenen natürlichen oder synthetischen Materialien ist in einer Richtung äußerst dehnbar und wurde deshalb ausgeschlossen.<sup>24</sup> Ungefärbtes Organzino, ein Seidengewebe mit ca. 30 x 30 Fäden/cm<sup>2</sup>, das noch feiner als Seiden-Crepeline ist und 13 Feinpapiere der Firma JAPICO DRISSLER (in Tab. 7.6) wurden mit Klucel E 5,5 %ig in destilliertem Wasser, LASCAUX Medium für Konsolidierung und Acrylkleber 360 HV auf die Außenseite einer in Schwarz bedruckten Tüte (Maurices, vgl. Tüte B aus den Zugbelastungstests für Verklebungen) geklebt (vgl. Abb. 7.9). Papiere oder Textilien, die mit einem Klebstoff getränkt sind, der die Hohlräume zwischen den einzelnen Fasern ausfüllt, werden transparenter. Ursache dafür ist, dass Grenzflächen, an denen einfallendes Licht gestreut wird, reduziert werden. Die schwarze Farbe der Tüte sollte im maximalen Kontrast zu den weißen Papieren stehen. So konnte am besten beobachtet werden, wie transparent die mit Klebstoff getränkten Papiere werden.

Mit dem Pinsel wurde ein Tropfen Klucel E oder Medium für Konsolidierung auf die Tüte gesetzt, das 15 x 20 mm große Papierstück wurde aufgelegt und mit dem noch feuchten Pinsel angedrückt. Der als Kontaktkleber verwendete viskose Acrylkleber 360 HV wurde einerseits nur auf das Papier oder das Seidengewebe, andererseits auf Papier und Folie appliziert. Es wurde versucht, durch eine Lasur die Klebrigkeit der Oberfläche auf den mit

<sup>23</sup>Nach SANDNER ist der Feststoffanteil von Beva 371 zusammengesetzt aus insgesamt 43 % Polyethylen (in den Komponenten Elvax Grade 150 und A-C Copolymer enthalten), 27 % Cyclohexanonharz (Ketone N), 17 % Polyvinylacetat, 9 % Paraffin und 4 % Kolophoniumderivat. SANDNER u. a. (1990), S. 53–54. Die Feststoffe werden in einem Lösungsmittelgemisch aus 63 % Toluol oder Xylol und 37 % Siedegrenzbenzin (aliphatische Kohlenwasserstoffe) gelöst, der Lösungsmittelanteil beträgt knapp 62 % von Beva 371. Im gelösten Produkt ist PE zu 16,4 % enthalten. Vermutlich ist das nicht „glatte“ Aussehen des Klebemittels den ca. 16,4 % von ungelöstem Polyethylen geschuldet.

<sup>24</sup>Die Dipl. Textilrestauratorin Dagmar DRINKLER vom Bayerischen Nationalmuseum beriet die Autorin und stellte Materialproben zur Verfügung.

Tabelle 7.6: Für die Sicherung getestete Japanpapiere.

Nr.	Bezeichnung	Best.-Nr.	Material	Gewicht g/m <sup>2</sup>	pH
a	Langfaser-Seidenpapier, weiß	611 140	100 % Manila	10	8
b	Langfaser-Seidenpapier, weiß	616440	100 % Manila	17	8
c	Tengujo M6	623040	100 % Mitsumata	9	6,5
d	Kizuki-Kozu	623070/R1	100 % Kozu	6	8
e	Kuranai, natur	624050	100 % Manila	9	6,8
f	Maruishi	624061	100 % Manila	9	7,1
g	Mitsumata 5	625252	100 % Mitsumata	11	6,6
h	Gampi	626101	100 % Gampi	12	7,7
i	Ganpishi	626300	100 % Gampi	13	7,3
k	Bib. Tengujo	627240	100 % Kozu	11/12	7,1
l	Mitsumata 79	628391	100 % Mitsumata	12	6
m	Gifu	625160	100 % Manila	9/10	7,2
n	Usumino B5	632050	100 % Kozu	14	7,1

Acrylkleber 360 HV aufgebrachten Papieren zu reduzieren und gleichzeitig die Transparenz der Papiere zu steigern. Hierzu wurde eine auf 10 % mit destilliertem Wasser verdünnte Lösung von Acrylkleber 498 von LASCAUX auf die Papiere aufgetragen. Acrylkleber 498 von LASCAUX entspricht Plextol D 498 und wird in der Textilrestaurierung dem Acrylkleber 360 HV beigemischt, um die Klebrigkeit zu senken.<sup>25</sup> Zu Vergleichszwecken wurden Probefelder mit Klucel E, Medium für Konsolidierung und Acrylkleber 360 HV auf Innen- und Außenseite der Tüte angelegt.

**Beobachtungen** Von der unbedruckten Innenseite der Tüte perlte Klucel E ab. Acrylkleber 360 HV und Medium für Konsolidierung blieben leicht klebrig, letzteres jedoch viel weniger als 360 HV.

Alle 13 Papiere wurden mit Medium für Konsolidierung deutlich transparenter als mit Klucel E. Die Transparenz des Acrylklebers 360 HV lag dazwischen, ein Unterschied war zwischen den beiden Auftragsarten nicht feststellbar. Das beste Ergebnis in Kombination mit Acrylkleber 360 HV erzielte Papier m. Die Papiere c, d, und i lieferten eine akzeptable Transparenz, waren aber auf dem schwarzen Untergrund bereits deutlich sichtbar. Bis auf Papier i handelte es sich um besonders dünne Papiere. Durch die Lasur mit der stark verdünnten Klebstofflösung von Acrylkleber 498 wurde der optische Eindruck der Papiere verbessert, die Klebrigkeit der Oberfläche wurde durch jedoch nicht nennenswert reduziert.

<sup>25</sup>DRINKLER (2002), S. 6.

## 7 Versuche

Die Papiere b, k und n waren auch mit Medium für Konsolidierung sichtbar, bei a, c, d und e schimmertem die Fasern. Die sehr glatten knisternden Papiere f, g, h, i, l und m lieferten mit Medium für Konsolidierung optisch gute Ergebnisse.

Bei allen Papieren wurde jedoch zusammen mit den beiden dünnflüssigen Klebstoffen ein Schrumpfen bemerkt, dabei wurde die PE-Folie konkav verformt. Mit Acrykleber 360 HV als Kontaktklebstoff wurde dieses Problem vermieden, doch verformte sich die Folie neben den aufgeklebten Papieren dennoch, vermutlich wegen der unterschiedlichen Ausdehnung von Papier und PE-Folie Feuchtigkeitseinwirkung. Besonders auf der Rückseite zeichneten sich die Felder ab, bei Papier m im Vergleich am wenigsten. Die Klebstoffe allein verformten die Folie nicht merklich. Auf der Druckfarbe bildeten alle drei Klebstoffe einen geschlossenen Film, der die matte schwarze Farbe sättigte. Glanz und Farbsättigung waren bei dem viskosesten Klebstoff, dem Acrykleber 360 HV am ausgeprägtesten.

Probefelder aus dem Seidengewebe verformten die PE-Folie in geringem Ausmaß. Kaschierungen mit Acrykleber 360 HV und Medium für Konsolidierung wurden hier transparenter als Klucel E. Die Struktur des Gewebes blieb jedoch sichtbar, der Schimmer des Gewebes hing vom Blickwinkel ab. Wurde das Gewebe nach dem Trocknen von der Folie abgezogen, löste sich bei dem Medium für Konsolidierung am meisten Druckfarbe ab, bei Acrykleber 360 HV und Klucel E löst sich das Gewebe vom Klebstoff. Die Druckfarben waren ethanol- und acetonlöslich, beständig gegen Shellsol T und weitgehend gegen Wasser.

**Schlussfolgerung** Im Hinblick auf die Sicherung der Tüten am Herrenfahrrad kann aus den Versuchen geschlossen werden, dass die Anwendung von Papier mit dünnflüssigen, wässrig gelösten Klebstoffen wegen der Schrumpfung beim Trocknen und der damit verbundenen Verformung der PE-Folie ungeeignet ist. Neben den optischen Nachteilen besteht auch das Risiko, dass die Tüten durch die Spannung reißen. Die schwach ausgeprägte Verformung der Tüte bei der Verwendung von Organzino liegt vermutlich an der erhöhten Steifigkeit der kaschierten Teile.

Die Festigung mit Klucel E und Organzino stellte im Versuch die reversibelste Sicherung dar, denn das Gewebe konnte von der Tüte leicht abgezogen werden, die Klebstoffrückstände waren wasserlöslich. Optisch war das Ergebnis aber weniger befriedigend als Kaschierungen, bei denen Organzino mit Acrykleber 360 HV oder Medium für Konsolidierung aufgeklebt wurden. Statt Klucel E, das für diese Versuche auch wegen seiner bequemen Handhabbarkeit gewählt wurde, könnte auch Störleim erprobt werden.

Die Regenbogen-Tüte am Herrenfahrrad SLOMINSKIS befindet sich weniger sichtbar zwischen Fahrrad und Wand, darum ist eine optisch etwas weniger befriedigende, aber dafür reversible Sicherung mit Organzino und einem wasserlöslichen Klebstoff vertretbar. So wird die Möglichkeit offen gelassen, die Tüte zukünftig zu entnehmen und von innen auf einen Träger zu kleben.

Sollen unbedruckte Tüten von außen gefestigt werden, kann auch Acrykleber 360 HV als Kontaktkleber zur Sicherung benutzt werden, da er sich von PE-Oberflächen (noch) leicht abschälen lässt. Doch wird die Festigkeit der Folie weiterhin abnehmen und auch

7.5 Sicherung von zerfallenden Tüten

	KluceI E	Medium f. Kons.	KluceI E	Medium f. Kons.		Acrylkleber 360 HV außen: 2-seitiger Auftrag, innen: Auftrag auf Papier	
a Manila					h Gampi		h Gampi
b Manila					i Gampi		i Gampi
c Mitsumata					k Kozu		k Kozu
d Kozu					l Mitsumata		l Mitsumata
e Manila					m Manila		m Manila
f Manila					n Kozu		n Kozu
g Mitsumata							

Abbildung 7.9: Festigung einer Tüte mit Klucel E, Medium für Konsolidierung und Acrylkleber 360 HV und Japanpapieren.

## 7 Versuche

der geringen Belastung beim Abziehen der Kaschierung einmal nicht mehr standhalten. In der Textilrestaurierung bewährt sich Acrykleber 360 HV seit über 25 Jahren. Wird das Gewebe in aufgespanntem Zustand mit einer Lösung aus Acrykleber 360 HV eingesprüht, kann eine klebrige Außenseite vermieden werden. Das Gewebe könnte auch gefärbt oder einseitig bedruckt bzw. gestempelt werden, um das Aussehen zu verbessern, jedoch sind hier Wechselwirkungen mit der PE-Folie und den Druckfarben zu prüfen. Von der Verwendung von in Shellsol T gelösten Klebstoffen wird abgeraten. Zwar sind die Druckfarben gegenüber diesem unpolaren Lösungsmittel beständig, es besteht jedoch die Gefahr, dass das Polyethylen dadurch quillt.

## 8 Zusammenfassung und Ausblick

Schäden an Polyethylentragetaschen am Herrenfahrrad (1991) von Andreas SLOMINSKI im Besitz des Museums für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main gaben den Ausschlag für die Beschäftigung mit konservatorischen Problemen von Plastiktüten. Um für das Herrenfahrrad ein Restaurierungskonzept zu erstellen, war es zunächst nötig, die Intention des Künstlers zu verstehen. Das Buchs, das Andreas SLOMINSKI 1986 schrieb und die Betrachtung verschiedener Werkgruppen und seiner Aktionen machten den konzeptuellen Gehalt von SLOMINSKIS Arbeiten klar. Nahezu alle seine Werke und Aktionen zielen darauf ab, beim Betrachter unangenehme Assoziationen hervorzurufen und ihn dadurch zu verunsichern. Dennoch sind seine dreidimensionalen Arbeiten primär Skulpturen und erschöpfen sich nicht im konzeptuellen Gehalt. Diese Erkenntnis bedeutet für eine Restaurierung von Slominskis Arbeiten, dass jedwede Veränderung des Aussehens seiner Werke unzulässig ist. Da das Herrenfahrrad die erste Arbeit einer Werkgruppe ist, erschien es zweckmäßig, einen Überblick über die ganze Werkgruppe zu gewinnen. Durch den Kontakt zu Museen, Galerien, privaten Sammlern und zur Assistentin von Andreas SLOMINSKI konnten so erstmals Abbildungen aller 12 bekannten Arbeiten der Werkgruppe der Fahrräder zusammengetragen werden. Dabei zeigte sich, dass die Bezeichnung „Obdachlosenfahrräder“, die vereinzelt für diese Werkgruppe gebraucht wird, Teilen der Gruppe nicht gerecht wird.

Deutlich wurde, dass Plastiktüten immer ein Nebenprodukt der Verpackungsindustrie sind. Die Vorgaben für die Zusammensetzung von PE-Tüten im non-food Bereich bewegen sich in weiten Grenzen. Für Plastiktüten werden auch Folien verwendet, die entstanden, wenn in der Extrusionsanlage die Rezeptur einer Masse geändert wird. Durch Additive und Verarbeitung wird das Alterungsverhalten der Folie beeinflusst. UV-Stabilisatoren, die aus Kostengründen in Polyethylentragetaschen nicht verwendet werden, können die Lebensdauer von PE verlängern. Mit einem hohen Anteil an UV-Stabilisatoren und Antioxidantien ausgerüstet, können Polyethylenfolien als beständiges und belastbares Material verwendet werden, z. B. als Auskleidung für Deponien oder als bedruckte Fassadenverkleidungen. Mit UV-Schutzmitteln beaufschlagte Polyethylenvliese kommen unter dem Namen Tyvek auch im Museum zum Einsatz. In der Literatur wurden Hinweise darauf gefunden, dass in Folien, die zu Tragetaschen verarbeitet werden, auch Zersetzungshilfen enthalten sein können, die die Zersetzung einer Folie auch bei Dunkelheit in gemäßigtem Klima beschleunigen. Sie stellen ein konservatorisches Problem dar.

Im Kapitel 4.6 zur Alterung von Polyethylen(-Tragetaschen) werden die wichtigsten Faktoren besprochen, die zum Zerfall eine PE-Folie beitragen. Polyethylen ist ohne schützende Additive empfindlich gegen UV-Licht und unterliegt der Oxidation. Darüber hinaus trägt

physikalischer Stress zur chemischen Alterung bei, denn durch die mechanische Belastung werden die Spaltung der Polymerketten und damit Radikalbildung und Sauerstoffaufnahme gefördert. Oberflächenaktive Substanzen bewirken bei PE Quellung und erleichtern das Übereinandergleiten der Moleküle, wodurch die Festigkeit des Materials geschwächt wird. Die Empfindlichkeit gegenüber diesen Faktoren ist in Abhängigkeit von der Struktur der verschiedenen PE-Sorten unterschiedlich. Polyethylen mit einer niedrigen Dichte und verzweigten Polymerketten ist anfälliger für Oxidation als das dichtere und kristallinere HDPE, in dem die Kohlenwasserstoffketten in geringen Abständen angeordnet sind. Auch bei der Verarbeitung kann in die Struktur einer Polyethylenfolie eingegriffen werden, indem eine Folie gereckt wird. Durch das Recken werden die regellos verschlungenen Polymerketten geordnet und können sich dichter aneinander lagern, weswegen die Folie weniger sauerstoffdurchlässig und damit weniger anfällig für Oxidation wird. Auch HDPE ist wegen des höheren Anteils kristalliner Bereiche weniger sauerstoffdurchlässig. Jedoch wird die Festigkeit von HDPE durch die Kettenspaltung der wenigen oxidierbaren Verbindungsmoleküle zwischen amorphen und kristallinen Bereichen erheblich beeinträchtigt. LDPE ist amorpher, besitzt weniger dieser „Tie-Moleküle“ und bleibt deswegen bei der Alterung elastischer und belastbarer, obschon die Sauerstoffaufnahme bei der Alterung größer als bei HDPE ist. Wegen ihrer großen Oberfläche erfolgt die Oxidation von Folien schneller als bei dreidimensionalen Gegenständen. Oxidation verändert LDPE stärker als HDPE, in Tragetaschen fehlen zudem UV-Schutzmittel. Aus diesem Grund sind Polyethylentragetaschen aus LDPE, wie sie am Herrenfahrrad verwendet wurden, besonders anfällig für Oxidation.

Neues PE kann ohne eine Vorbehandlung der Oberfläche nur schlecht bedruckt und geklebt werden, denn die Haftung auf der unpolaren Oberfläche ist ungenügend. Seit Jahrzehnten werden u. a. bei der Tütenherstellung Verfahren eingesetzt, durch die polare Gruppen in die Oberfläche von Polyethylen eingebaut werden. Dadurch werden die Haftungseigenschaften verbessert. 2003 entwickelte Anna Comiotto<sup>1</sup> ein Gerät auf Basis einer Atmosphärendruck-Plasmabehandlung, mit dem diese Technik auch lokal begrenzt in der Restaurierung eingesetzt werden kann. Da in vorliegender Arbeit die Verklebung von PE-Folien erwünscht war, Langzeittests zu COMIOTTOS Verfahren jedoch noch ausstehen, wurde versucht, Folien ohne vorherige Polarisierung zu kleben. Wegen der ähnlichen Mechanismen, die bei der Oberflächenaktivierung und bei der Alterung ablaufen, erschien die Klebung von PE-Folien, die in besonderem Maße oxidieren, auch ohne eine vorherige Aktivierung theoretisch möglich. Diese Beobachtung war für die Arbeit grundlegend, auf ihr basieren die Versuche, die zur Klebung von gealterten PE-Folien erfolgten. Der Versuchsaufbau orientierte sich dabei an den Anforderungen, die eine Klebung der Plastiktüten am Herrenfahrrad stellt. Diese Tüten sind dauerhafter mechanischer Zugbelastung ausgesetzt; die Ebene, in der die Klebeverbindung belastet ist, ändert sich nicht. Die durchgeführten Versuche zeigen, dass gealterte Plastiktüten mit Klebstoffen, die in der Restaurierung erfolgreich verwendet werden, geklebt werden können, sofern die Verbindungen nur in der

---

<sup>1</sup>COMIOTTO (2003) und COMIOTTO (2007)



Ebene der Klebung belastet werden. Erfolgreich getestete Klebstoffe sind Acrykleber 360 HV, Plextol D498, und Medium für Konsolidierung, wobei zu letzterem nur begrenzt Erfahrungen zur Alterung vorliegen. Auch Klucel E und Störleim können verwendet werden, liefern jedoch weniger stabile Klebungen. Für die Zugversuche wurden sechs verschiedene, natürlich gealterte Folien mit einem langfaserigen Japanpapier verklebt. Papier wurde gewählt, da lösemittelbasierte Klebstoffe zwischen zwei Polyethylenfolien nicht trocknen. Die getesteten LDPE-Folien von Tüten deckten mit Stärken zwischen 0,02 und 0,06 mm den für Tragetaschen üblichen Bereich ab. Die Verklebung von Papier und Folie auf einer Fläche von nur 25 x 12,5 mm konnte mit ca. 1400 g belastet werden, bevor der Prüfkörper riss. Dabei erwies sich das für die Verklebung benutzte Papier zumeist als schwächstes Glied, bei dünneren Tüten (0,02–0,035 mm Stärke) riss bei Belastungen um 1000 g die Folie. Darum wurde der angestrebte Vergleich unterschiedlicher Klebstoffe, vorwiegend auf Kunstharzbasis, durch diese Versuche nicht erreicht.

In einem weiteren Versuch wurde die Belastbarkeit verschiedener Bereiche einer versprödeten weißen Tüte aus dem Jahr 1990 mit einer Stärke von 0,05 mm getestet. Für Service-Tüten ist diese Folienstärke am gebräuchlichsten. Der obere Rand der Tüte war bereits rissig und spröde, ab der Mitte erschien sie stabil. Herstellungsbedingte Unterschiede der Prüfkörper im Alterungsverhalten wurden durch die Verwendung von Teilen derselben Tüte ausgeschlossen. Die ermittelten Werte für den oberen Rand und die Tütenmitte liegen in engen Grenzen bei ca. 1500 g. Probekörper aus der lichtgeschützten Bodenfalte lagen mit einer Belastbarkeit von über 1800 g signifikant über dem Tütendurchschnitt. Der Versuch zeigt, dass die Festigkeit einer gealterten PE-Folie direkt mit der Lichtdosis zusammen hängt. Ferner kann aus diesem Versuch geschlossen werden, dass die im Zugversuch getesteten Klebstoffe auf Kunstharzbasis eine höhere Klebkraft besitzen (über 1400 g), als die durchschnittliche Zugbelastbarkeit der Tüte (unter 1500 g) zulässt. Da in der Restaurierung Klebungen, die die Festigkeit des originalen Materials übertreffen unerwünscht sind, kann von den getesteten Klebstoffen gesagt werden, dass mit ihnen Verbindungen erreicht werden, die für die Klebung der Tüten völlig ausreichend sind. Bei der Vorauswahl der Klebstoffe, die anhand von Testaufstrichen geprüft wurden, fanden nur die Klebstoffe mit der größten Schälfestigkeit in den Zugversuchen Berücksichtigung. Die beiden Klebstoffe Klucel E und Störleim, die bewusst wegen ihrer vorhersehbar schlechten Haftung auf PE mitgetestet wurden, kommen wider Erwarten für die Klebung (Störleim) oder die Kaschierung (Klucel E) von gealterten PE-Folien infrage.

Alle praktischen Versuche wurden mit gealterten Folien durchgeführt. Ob die Belastbarkeit der Klebungen der Sauerstoffaufnahme durch die Alterung zu verdanken ist, oder ihre Ursachen in der Richtung hat, in der die Kraft bei den Zugtests wirkt, wurde nicht untersucht. Um diese Frage zu klären, wäre der Vergleich der Belastbarkeit von Klebverbindungen bei gealterten und neuen Tüten nötig. Die Oberflächenenergie, die mit steigendem Sauerstoffgehalt zunimmt und zu einer besseren Klebbarkeit von PE führt, kann mit kommerziell erhältlichen Testflüssigkeiten anhand von Kontaktwinkelmessungen ermittelt werden. Mit diesem Test könnte die These, dass die Alterung von Polyethylenfolien

ähnliche Auswirkungen hat, wie die industriell standardmäßig eingesetzte Aktivierung von PE-Oberflächen untermauert werden. Zu Gunsten einer praktischen Erprobung von Restaurierungsmöglichkeiten an Tüten des Herrenfahrrads wurde auf die Verifizierung der These, dass gealterte Tüten auf Grund ihrer Oxidation besser klebbar sind, als nicht oxidierte Tüten, verzichtet.

Polyethylentragetaschen sind ein lichtempfindliches Material, dessen Oxidation und Kettenabbau auch ohne UV-Licht fortschreiten kann. Um Polyethylentragetaschen dauerhaft zu erhalten, sind neben dem Schutz vor UV-Licht weitere Maßnahmen nötig. Die Lagerung unter Ausschluss von Sauerstoff ist eine wirksame Methode, die Oxidation zu bremsen. Chemische Reaktionen laufen bei niedrigen Temperaturen langsamer ab, darum werden sie für die Lagerung empfohlen. Polyethylene besitzen eine Glasübergangstemperatur von ca.  $-90^{\circ}\text{C}$  und werden in großem Umfang für die Lagerung von Tiefkühlkost eingesetzt, ein Verspröden von PE bei niedrigen Temperaturen ist daher nicht zu befürchten. Polyethylen zeigt eine ausgeprägte Neigung zu statischer Aufladung, doch dürfen bei diesem Material antistatische Sprays nicht verwendet werden, da sie Spannungsrisse im PE verursachen können, was auch für andere oberflächenaktive Substanzen wie Reinigungsmittel, wie sie bei der Raumpflege verwendet werden, gilt. Antistatiksprays kommen im Museum z. B. bei der Reinigung von Kunststoffvitrinen zum Einsatz.

Neben diesen generellen Hinweisen zum Umgang mit PE-Tragetaschen bzw. dem Material Polyethylen wurden Vorschläge für den Erhalt der Tüten am Herrenfahrrad von Andreas SLOMINSKI erarbeitet. Der Schutz vor Bewegung und die Entlastung der Tüten während der Lagerung durch Bandagen z. B. aus Tyvek sind wirksame präventive Maßnahmen. Während der Ausstellung entlasten Abstandshalter, die am Rahmen des Rades befestigt sein könnten, die wandseitig angebrachten Tüten. Für die Hinter- oder Überklebung von Rissen wurde das dünne Seidengewebe Organzino ausgesucht, das wegen seiner Transparenz auch an der Tütenußenseite aufgeklebt werden kann. Klucel E, Störleim oder Acrykleber 360 HV können verwendet werden. Acrykleber 360 HV besitzt den Vorteil, dass er als Kontaktkleber eingesetzt werden kann. Diese drei Klebstoffe sind reversibel, wobei Acrykleber 360 HV mechanisch entfernt werden muss, was jetzt noch einfach möglich ist, aber zu Problemen an stark gealterten Tüten führen kann, da sie bei einer Abnahme eventuell zerreißen.

Die Dokumentation aller Tüten ist grundlegend, um unrestaurierbare Tüten zu reproduzieren und muss schnellst möglich erfolgen.

Die Vorschläge für den Erhalt von Plastiktüten wurden gezielt für die befüllten Tüten an den Fahrrädern von Andreas SOLMINSKI erarbeitet. Häufig werden Polyethylentragetaschen von anderen Künstlern wie ein Textil verarbeitet oder wegen ihrer „Luftigkeit“ in Bewegung gezeigt. Die Restaurierung solcher Tüten stellt andere Ansprüche. Hier zusammengestellte Aspekte können auf die Restaurierung anderer Polyethylentüten und eingeschränkt auf PE-Folien übertragen werden. Die Versuche von Thea VAN OOSTEN am ICN zu Möglichkeiten, einen Klebstoff- bzw. Festigungsmittelfilm mit einem UV- und Oxidationsschutz-System auf ein Polyolefin aufzutragen, könnten auch zum Schutz an gealterten Polyethylenfolien

eingesetzt werden. Bemühungen um die Restaurierung von Polyethylentragetaschen sind jung, ebenso wie das Material Polyethylen. Diese Arbeit soll einen Beitrag dazu leisten, Kunstwerke aus diesem Material zu erhalten – im Original.

## 8 Zusammenfassung und Ausblick

# Literaturverzeichnis

- [AMMANN 1993] AMMANN, Jean-Christophe: Laudatio zur Verleihung des Karl-Ströher-Preises 1991. In: MUSEUM FÜR MODERNE KUNST MMK FRANKFURT AM MAIN (Hrsg.): *Andreas Slominski. Schriften zur Sammlung des Museums für Moderne Kunst Frankfurt am Main*, 1993
- [ANONYM 1968] ANONYM: Tragetüten sind gute Werbeträger. In: *Graphik* (1968), Nr. 21, S. 20 – 21
- [ANONYM 1976] ANONYM: In: *Graphik* (1976), Nr. 1, 8 – 9 S
- [ANONYM 1986] ANONYM: So kommt Kunst zum Tragen. In: *Stern* (1986), Nr. 34, S. 118 – 119
- [BAUER 1981] BAUER, Udo: *Verpackung*. Würzburg, 1981
- [BEERKENS 2002] BEERKENS, Lydia: Plastics in Modern Art. In: OOSTEN, Thea van (Hrsg.) ; SHASHOUA, Yvonne (Hrsg.) ; YVONNE, Waentig (Hrsg.): *Plastics in art. History, Technology, Preservation, Kölner Beiträge zur Restaurierung und Konservierung von Kunst- und Kulturgut* Bd. 15. München, 2002, S. 13 – 15
- [BENATAR u. a. 2001] BENATAR, Avraham ; BONTEN, Christian ; GREWELL, David ; TUECHERT, Carsten ; OSSWALD, Tim (Hrsg.): *Welding*. Cincinnati/München, 2001 (Plastics Pocket Power)
- [BERGMANN 2004] BERGMANN, Martin (Hrsg.): *Schülerduden Chemie. Ein Lexikon zum Chemieunterricht*. 5. Mannheim/Leipzig/Wien/Zürich, 2004
- [BUHS 1998] BUHS, Bussi: *Kunststoff als Kunst Stoff*. München, 1998
- [COLECCIÓN DE ARTE CONTEMPORÁNEO DE LA FUNDACIÓN „LA CAIXA“ 2002] COLECCIÓN DE ARTE CONTEMPORÁNEO DE LA FUNDACIÓN „LA CAIXA“ (Hrsg.): *Catalogue raisonné. Colección de Arte Contemporáneo de la Fundación „la Caixa“*. Barcelona, 2002
- [COMIOTTO 2003] COMIOTTO, Anna: *Gefasste Kunststoffe: Ursachen von Haftungsproblemen und Möglichkeiten der Behandlung am Beispiel der Malschichtfestigung auf Polyethylen*. Bern, Berner Fachhochschule, Hochschule der Künste, Diplomarbeit, 2003

*Literaturverzeichnis*

- [COMIOTTO 2007] COMIOTTO, Anna: Atmosphärendruck-Plasma für die Haftungsverbesserung auf unpolaren Kunststoffen in moderner und zeitgenössischer Kunst. In: *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung* 2 (2007), Nr. 21, S. 359 – 370
- [DAUSKARDT 1982] DAUSKARDT, Michael (Hrsg.): *Die schöne Hülle: Zur Geschichte und Ästhetik der Verpackung. Ausstellung im Städtischen Museum Göttingen 24.10.1982–09.01.1982*. Göttingen, 1982
- [DAVIS 1967] DAVIS, Alec: *Package and Print. The Development of Container and Label Design*. London, 1967
- [DRINKLER 2002] DRINKLER, Dagmar: *Klebstoffe in der Textilrestaurierung*. 2002. – unveröff. Seminararbeit Nr. 359 am Lehrstuhl für Restaurierung, Kunsttechnologie und Konservierungswissenschaft, TU München
- [FISCHER 1979] FISCHER, H.: Niederdruck-Polyäthylen für die Blasextrusion. In: *Verpackungs-Rundschau* (1979), Nr. 9, S. 1160 – 1164
- [FRANK 1964] FRANK, Helmut: Kunststoff- oder Papiertragbeutel? Eine kritische Studie. In: *Verpackungs-Rundschau* 1108 – 1114 (1964), Nr. 10
- [FRANK 1968] FRANK, Helmut: Erfolgreicher Werbeträger + rationelle Packung = Tragbeutel. In: *Verpackungs-Rundschau* (1968), Nr. 12, S. 1616 – 1617
- [GNAUCK / FRÜNDT 1991] GNAUCK, Bernhard ; FRÜNDT, Peter: *Einstieg in die Kunststoffchemie*. München/Wien, 1991
- [GOTTWALD / WACHTER 1997] GOTTWALD, Wolfgang ; WACHTER, Gerhard: *IR-Spektroskopie für Anwender*. Weinheim : Wiley-VCH, 1997
- [GREBER 2002] GREBER, Susanne (Hrsg.): *Kunst.Stoff.Tüten*. Ostfildern-Ruit, 2002
- [GROYS 1992] GROYS, Boris: *Über das Neue*. München / Wien, 1992
- [GROYS 1997] GROYS, Boris: Die Restaurierung des Zerfalls. In: *Logik der Sammlung. Am Ende des musealen Zeitalters*. München/Wien, 1997, S. 197–204
- [GROYS 2002] GROYS, Boris: Der Künstler als Konsument. In: HOLLEIN, Max (Hrsg.) ; GRUNEBERG, Christoph (Hrsg.): *Shopping. 100 Jahre Kunst und Konsum. Katalog zur Ausstellung Shopping. 100 Jahre Kunst und Konsum, 28. September bis 1. Dezember 2002, Schirn Kunsthalle Frankfurt*. Ostfildern-Ruit, 2002, S. 54 – 60
- [GUBALKE 1966] GUBALKE, W.: Tragetaschen-Symbiose. Wer wirkt für wen? In: *Verpackungs-Rundschau* (1966), Nr. 7, S. 921 – 922

- [HALDEMANN 2005] HALDEMANN, Nadine: Kein Paragraphenschutz für blanke Ideen. In: *UniPress* 124 (2005), S. 20 – 21
- [HELLERICH u. a. 2004] HELLERICH, Walter ; HARSCH, Günther ; HAENLE, Siegfried: *Werkstoff-Führer Kunststoffe. Eigenschaften, Prüfungen, Kennwerte*. München/Wien, 2004
- [HENSELER 1998] HENSELER, Arno: Zum Patinaaspekt von Kunststoffen. In: BUHS, Bussi (Hrsg.): *Kunststoff als Kunst Stoff*. München, 1998, S. 38 – 41
- [HEYNEN 1999] HEYNEN, Julian: Wortlos. In: *Parkett* 55 (1999), S. 94 – 95
- [HILPERT 1978] HILPERT, Horst: Abbaubare Kunststoffe. In: RATIONALISIERUNGS-GEMEINSCHAFT VERPACKUNG (RGV) IM RATIONALISIERUNGS-KURATORIUM DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT (RKW) E. V. (Hrsg.): *RGV-Handbuch Verpackung. Entwicklung – Herstellung – Anwendung – Verwertung – Beseitigung* Bd. 2. Berlin, 1978
- [HINRICHSSEN 1983] HINRICHSSEN, Torkild: Plastiktüte – „Türkenkoffer“ – Kunststofftragetasche. Ein neues Sammelgebiet des Altonaer Museums. In: KAUFMANN, Gerhard (Hrsg.): *Altonaer Museum in Hamburg Norddeutsches Landesmuseum Jahrbuch 18/19*. Stuttgart, 1983, S. 239 – 264
- [HOFFMANN 1989] HOFFMANN, Ot: *Ex und Hopp. Das Prinzip Wegwerf. Eine Bilanz mit Verlusten. Ausstellung 15. September 1989 bis 21. Dezember 1989 in den Räumen des Deutschen Werkbunds Frankfurt/M.* Kap. Die zweite Haut als Wegwerfverpackung der Wohlstandsbeschleunigung, S. 75—79. Frankfurt/Main, 1989
- [JESCHKE 1976] JESCHKE, Helfried: Tragetaschen als Werbeträger. In: *Graphik* (1976), Nr. 10, S. 38 – 42
- [KAPPELHOFF 1978] KAPPELHOFF, Hermann: Das Packmittel Kunststoffsäcke. In: RATIONALISIERUNGS-GEMEINSCHAFT VERPACKUNG (RGV) IM RATIONALISIERUNGS-KURATORIUM DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT (RKW) E. V. (Hrsg.): *RGV-Handbuch Verpackung. Entwicklung – Herstellung – Anwendung – Verwertung – Beseitigung* Bd. 2. Berlin, 1978
- [KARL ERNST OSTHAUS MUSEUM 2001] KARL ERNST OSTHAUS MUSEUM (Hrsg.): *Tüten – 2000 Tragetaschen aus der Sammlung Mittendorf*. Hagen, 2001. – Pressemitteilung zur Tütenausstellung vom 26.10. - 30. 12. 2001 im Karl Ernst OSTHAUS Museum
- [KITTELMANN / KRAMER 2007] KITTELMANN, Udo ; KRAMER, Mario: *Andreas Słominski*. Köln, 2007
- [KÖLLE 1996] KÖLLE, Brigitte: Formen des Zuspiels. Ayşe Erkmen und Andreas Słominski im Frankfurter Portikus. In: SIEMENS AG, KULTURPROGRAMM/PORTIKUS,

## Literaturverzeichnis

- FRANKFURT (Hrsg.): *Zuspiel. Aÿse Erkmen – Andreas Slominski, Ausstellung im Portikus, Frankfurt am Main vom 3. Februar – 24. März 1996*. Ostfildern, 1996
- [KOEHLING O. J.] KOEHLING, Volker: *Vom Feuerstein zum Bakelit. Historische Werkstoffe verstehen*. o. O., o. J. (AdR Schriftenreihe zur Restaurierung und Grabungstechnik)
- [KRAMER 1993] KRAMER, Mario: Andreas Slominski – Fallen. In: MUSEUM FÜR MODERNE KUNST MMK FRANKFURT AM MAIN (Hrsg.): *Andreas Slominski. Schriften zur Sammlung des Museums für Moderne Kunst Frankfurt am Main*, 1993
- [KUNDE / PENSOLD 1997] KUNDE, Gisela (Hrsg.) ; PENSOLD, Sabine (Hrsg.): *Bioabbaubare Kunststoffe im Verpackungsbereich. Kurzfassungen zum Nachweis von Fachliteratur, Juli 1982–Februar 1997, PTS-Infopak*. Bd. PTS-IP 05/97. München, 1997
- [KURNITZKY 1980] KURNITZKY, Horst (Hrsg.): *Projekt: Museum der Verpackung*. Berlin, 1980. – 101 – 105 S
- [MACKENROTH 1979] MACKENROTH, Maria: Sammelobjekt Plastiktüte. In: *Graphik* (1979), Nr. 7, S. 25 – 30
- [NEUE KUNST IN HAMBURG E. V. 1988] NEUE KUNST IN HAMBURG E. V. (Hrsg.): *Neue Kunst in Hamburg 1988, Ausstellung in der Halle K 3 auf dem Kampnagelgelände, Jarrastraße vom 31. Mai bis zum 26. Juni 1988*. Oberhausen, 1988
- [VAN OOSTEN / ATEN 1996] OOSTEN, Thea van ; ATEN, Arjo: Life long guaranteed: the effect of accelerated ageing on Tupperware objects made of polyethylene. In: BRIDGLAND, Janet (Hrsg.): *ICOM committee for conservation, 11th triennial meeting* Bd. 2. Edinburgh, September 1996, S. 971 – 977
- [PAHL 1996] PAHL, Andreas: Direktfluorierung im Praktischen Einsatz. In: *Adhäsion, Kleben und Dichten* (1996), Nr. 3, S. 14–18
- [PARIS 1984] PARIS, Paul ; HAUPTVERBAND DER PAPIER, PAPPE UND KUNSTSTOFFE VERARBEITENDEN INDUSTRIE (HPV), FRANKFURT AM MAIN (Hrsg.): *Handbuch für den Verpackungsmittelmechaniker*. Frankfurt/Main, 1984
- [PEDERSEN 1995] PEDERSEN, B. M. (Hrsg.): *Graphis shopping bag 1*. Zürich, 1995
- [PFEIFER 2004] PFEIFER, Wolfgang (Hrsg.): *Etymologisches Wörterbuch des Deutschen*. München, 2004
- [PLEHN 1988] PLEHN, Wolfgang: Vergleich der Umweltauswirkungen von Polyethylentüten und Papiertragetaschen, erarbeitet vom Umweltbundesamt. In: *Texte 5/88*. Berlin, 1988



- [RADDATZ / Roder 1979] RADDATZ, Eckard ; Roder, Hans-Erich: Hohlkörper aus Kunststoff: Stand der Blasformtechnologien unter besonderer Berücksichtigung der Flaschen bis zwei Liter. In: *Verpackungs-Rundschau* 9 (1979), S. S. 1189–1199
- [RADICE / COMERFORD 1987] RADICE, Judi ; COMERFORD, Jackie: *The best of Shopping Bag Design*. Glen Cove, 1987
- [RAMSAUER 1982] RAMSAUER, Ulrike: Kunst oder Müll. In: *Graphik* (1982), Nr. 8, S. 28 – 30
- [REUTHER 1987] REUTHER, Hanno: Die Plastiktüte. In: BOEHNCKE, Heiner (Hrsg.) ; BERGMANN, Klaus (Hrsg.): *Die Galerie der kleinen Dinge. Ein ABC mit 77 kurzen Kulturgeschichten alltäglicher Gegenstände vom Aschenbecher bis zum Zündholz*. Zürich, 1987, S. 163 –165
- [RÖMPP 2003] RÖMPP: *RÖMPP Online*. Webseite. November 2003. – <http://www.roempp.com> geprüft am: 8. Mai 2007
- [ROGNER 2005] ROGNER, Ingo: *Kunststoffe in der Kunst, Vorlesungsskript vom 20. – 21.01.2005 TU-München*. 2005
- [SACHS-BRANDL 1995] SACHS-BRANDL, A. (Hrsg.): *Qualitätsprüfung von Packmitteln aus Papier, Karton und Kunststofffolie, PTS-Infopaket*. Bd. PTS-IP 26/95. München, 1995
- [SANDNER u. a. 1990] SANDNER, Ingo ; BÜSCHE, Bernd ; MEIER, Gisela ; SCHRAMM, Hans-Peter ; VOSS, Johannes: *Konservierung von Gemälden und Holzskulpturen*. Berlin, 1990
- [SCHMACHTENBERG / SCHÖCHE 1994] SCHMACHTENBERG, E. ; SCHÖCHE, N: Das Spannungsrisserverhalten von Kunststoffen – ein unterschätzter Versagensmechanismus? In: *Kunststoffe* (1994), Nr. 9, S. 1165 – 1170
- [SCHMIDT-BACHEM 2001] SCHMIDT-BACHEM, Heinz: *Tüten, Beutel, Tragetaschen. Zur Geschichte der Papier, Pappe und Folien verarbeitenden Industrie in Deutschland*. Münster/New York/München/Berlin, 2001
- [SCHNÖKE u. a. 1986] SCHNÖKE, Volkmar ; BARTL, Karin ; BARTL, Raimund: *Plastiktüten. Kunst zum Tragen*. Hannover, 1986
- [SCHUBERT 1994] SCHUBERT, H.: Grenzflächenklimate an bestrahlten Oberflächen. In: *Kunststoffe* (1994), Nr. 12, S. 1721 – 1724
- [SCOTT 1992] SCOTT, Gerald: Polymer Stabilization and Controlled Degradation: Two Sides of the same Coin. In: KANDIL, Sherif H. (Hrsg.): *Degradation and Stabilisation*

## Literaturverzeichnis

- of Materials, Papers Presented at the Third Arab International Conference on Material Science "Degradation and Stabilisation of Materials"*. Alexandria, Egypt, September 1992
- [SERPENTINE GALLERY 2005] SERPENTINE GALLERY: *Slominski*. Webseite. 2005. – [http://www.serpentinegallery.org/images/Slominski\\_notes.pdf](http://www.serpentinegallery.org/images/Slominski_notes.pdf) geprüft am 12.01.2008
- [SHASHOUA 1999] SHASHOUA, Yvonne: Ageless Oxygen Absorber: From Theory to Practice. In: *ICOM Committee for Conservation 12 th Triennial Meeting Lyon 29. August-3. 1999*. London, September 1999, S. 881 – 887
- [SLOMINSKI 1986] SLOMINSKI, Andreas: *Die Geige, die Geige (blau/grün/rosa)*. Hamburg, 1986
- [STAHL 2002] STAHL, Johannes: Installation. Köln, 2002, S. 119 – 122
- [TORIKAI u. a. 1990] TORIKAI, Ayako ; SHIRAKAWA, Hajime ; NAGAYA, Shigeo ; FUEKI, Kenji: Photodegradation of Polyethylene: Factors Affecting Photosability. In: *Journal of Applied Polymer Science* (1990), Nr. 40, S. 1637 – 1646
- [VINK 1983] VINK, P.: The Photo-oxidation of Polyolefines – Structural and Morphological Aspects. In: ALLEN, N. S. (Hrsg.): *Degradation and Stabilization of Polyolefines*. New York/London, 1983, S. 213 – 246
- [WAENTIG 2004] WAENTIG, Friederike: *Kunststoffe in der Kunst. Eine Studie unter konservatorischen Gesichtspunkten*. Petersberg, Otto-Friedrich-Universität Bamberg 2002, Dissertation, 2004
- [WEISSLER 1989] WEISSLER, Sabine: Plastikmeere. In: HOFFMANN, Ot (Hrsg.): *Ex und Hopp. Das Prinzip Wegwerf. Eine Bilanz mit Verlusten. Ausstellung 15. September 1989 bis 21. Dezember 1989 in den Räumen des Deutschen Werkbunds, Frankfurt/M.* Frankfurt/Main, 1989, S. 42
- [WERTH 2007] WERTH, Karsten: Die Hightech-Spinnerei. In: *Faszination Forschung. Das Wissenschaftsmagazin der Technischen Universität München* (2007), Nr. 1, S. 38 – 44
- [WINZEN 1996] WINZEN, Matthias: Das Geschäft des Künstlers. Ein erinnertes Gespräch mit Andreas Slominski. In: SIEMENS AG, KULTURPROGRAMM/PORTIKUS, FRANKFURT (Hrsg.): *Zuspiel. A.y.e Erkmen Andreas Slominski, Ausstellung im Portikus, Frankfurt am Main vom 3. Februar bis 24. März 1996*. Ostfildern, 1996
- [ZBIKOWSKI 2005] ZBIKOWSKI, Dörte: *Andreas Slominski*. Hamburg, 2005

# Bildnachweis

## Räder

*Ohne Titel* (1991), Herrenfahrrad, Kunststofftüten, verschiedene Materialien,  
Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main  
Foto: Axel SCHNEIDER, Frankfurt am Main, Aufnahme: Dezember 2008

*Ohne Titel* (1993), Kinderfahrrad, diverse Gegenstände  
Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main  
Foto: Axel SCHNEIDER, Frankfurt am Main

*Ohne Titel* (1993/94), Herrenfahrrad, Kunststofftüten, verschiedene Materialien  
Foto: Galerie JABLONKA

*Ohne Titel* (1994), Tandem, gefüllte Plastiktüten, verschiedene Materialien  
Adolf-LUTHER-Stiftung, Krefeld, Foto: Katharina Haider

*Ohne Titel* (um 1993-94), Herrenfahrrad, Kunststofftüten, verschiedene Materialien  
Sammlung WAITZ, Hamburg, Foto: Familie WAITZ, Hamburg

*Ohne Titel* (1994), Kinderfahrrad mit Stützrädern, verschiedene Materialien  
Sammlung OLBRICHT, Essen, Foto: bezogen über Sammlung OLBRICHT, Essen

*Ohne Titel* (1994), Standfahrrad, verschiedene Materialien  
Colección de Arte Contemporáneo Fundación „la Caixa“, Barcelona, Foto: Colección de  
Arte Contemporáneo Fundación „la Caixa“

*Ohne Titel* (1994), Tandem, verschiedene Materialien  
Sammlung Claus SCHRÖDER, Berlin, Foto: Scott WEAVER (Galerie NEU), Berlin

*Ohne Titel* (1994/95), Wagen, verschiedene Materialien  
Foto: [www.jablonkagalerie.com /html/artists/slominski/06.html](http://www.jablonkagalerie.com/html/artists/slominski/06.html), geprüft am 12.01.2008

## Literaturverzeichnis

*Ohne Titel* (1996/97), Kinderfahrrad, Satteltaschen mit Flaschenhälsen, verschiedene Materialien Sammlung SATO, Hiroshima, Abb. bei ZBIKOWSKI 2005, S. 14; Foto: Arno DECLAIR, Hamburg

*Ohne Titel* (2000), Klapprad, verschiedene Materialien  
Sammlung Dean VALENTINE, Los Angeles, Foto: bezogen über Galerie NEU, Berlin

*Ohne Titel*(2000-05), Klapprad, verschiedene Materialien  
Sammlung GOETZ, Oberföhring, Foto: Katharina Haider

## Slominski

*Den Eiffelturm streichen* (2003), Foto: <http://www.bta.it/txt/a0/03/en/bta00325.html>

Andreas SLOMINSKI, Foto: <http://www.lwl.org/skulptur-projekte-download/muenster/97/slomin/i.htm>

*Rollstuhl zum Querren der Treppe in Odessa* (2000), in: KITTELMANN / KRAMER (2007), S. 80

Foto: Axel SCHNEIDER, Frankfurt am Main

*Anfeuchten einer Briefmarke* (1996), in: KITTELMANN / KRAMER (2007), S. 170

Foto: Axel SCHNEIDER, Frankfurt am Main

*Tierfalle* (1985), Metall, 28,3 x 11 x 4,5 cm, in: AMMANN (1993), S. 11, Foto: Rudolf NAGEL, Frankfurt/Main

## Kunstwerke

*Berge versetzen* (2001,) von Ben HÜBSCH und Carl Ludwig HÜBSCH

Foto: <http://www.hiddenmuseum.net/huebsch.html>, geprüft am 03.02.2008

*Zaun, G8-Gipfel Heiligendamm* (2007), von Dodi REIFENBERG

Foto: <http://www.3sat.de/kulturzeit/tips/109097/index.html>

*Airbag* (1996), von Walter SCHREINER in: BUHS (1998), S. 69

## **Sonstige**

Tüten mit Rissen (James Dean, BigStar): Tüten aus der Sammlung SCHNÖKE Foto: Katharina Haider mit freundlicher Genehmigung

Wohnsitzlose (vor 1986) Foto: Volkmar SCHNÖKE vor 1986

Tütenausstellung Sammlung MITTENDORF Foto: [http://www.welt.de/lifestyle/article813575/Gedenken\\_Sie\\_doch\\_mal\\_kurz\\_der\\_Plastiktueete.html](http://www.welt.de/lifestyle/article813575/Gedenken_Sie_doch_mal_kurz_der_Plastiktueete.html), geprüft am 11.03.08

Blasextrusion einer Folie, SCHNÖKE u. a. (1986)

Abbildungen zur Schnellalterung von Tüten, Zugtests, Festigung, Fotos: Katharina Haider

Spektren gealterter PE-Folien (August 2007), Thea VAN OOSTEN, ICN, Amsterdam

*Literaturverzeichnis*

# Ausstellungen und kulturelle Auftritte von Plastiktüten

1972 *Soziale Plastik* BEUYS documenta 5, 1972

1973 *Jute statt Plastik*

21.02.–04.05.1979 *Tüten Thesen Temperamente* Ausstellung bei Lintas, Hamburg. Die Sammlung sollte museal verwaltet und 1–2 Jahre darauf in erweiterter Form erneut präsentiert werden

April 1980

*An ihren Tüten sollt Ihr sie erkennen - Plastiktüte: Gebrauchskultur im Straßenbild*  
Ausstellung im Haus der Industrieform Essen

24.10.1982–09.01.1982 *Die schöne Hülle: Zur Geschichte und Ästhetik der Verpackung*  
Ausstellung im Städtischen Museum Göttingen

1982 *Elke KOSKA's Plastiktüten-Show. Ein Environment der Alltäglichkeit*  
Ausstellung im Kunstverein für die Rheinlande und Westfalen, Kunsthalle Düsseldorf

1985 Plastiktüten-Ausstellung

Volkmar SCHNÖKE in Zusammenarbeit mit der Galerie 70 Berlin im Olympia-Einkaufszentrum, München, mit Plastiktüten aus der Sammlung Volkmar SCHNÖKE

1985 *The Bag Boilerhouse Project*

Victoria & Albert Museum

15.09–21.12.1989 *Ex und Hopp. Das Prinzip Wegwerf. Eine Bilanz mit Verlusten*  
Ausstellung in den Räumen des Deutschen Werkbunds, Frankfurt am Main

Seit 1997

Deutsches Verpackungsmuseum Heidelberg

Frühjahr 1999

## Literaturverzeichnis

*Wundertüte – die erste Giessener Plastiktütenausstellung.*

September 1999

*American Beauty*

In dem Film von Alan BALL fragt Jeff, der junge Filmheld des Oscar gekrönten Films, seine Freundin, als sie ihn das erste Mal auf seinem Zimmer besucht: „Soll ich dir mal das Schönste zeigen, was ich je gefilmt habe?“ Sein Video zeigt eine Plastiktüte auf der Straße, die der Wind verweht.

25.–29.10.1999 *Musik in der Tüte. Erste Fuldaer Plastiktütenausstellung*

Ausstellung der Sammlung Erwin JACOBS, Fachhochschule Fulda

26.10.–30.12. 2001 *Tüten – 2000 Tragetaschen aus der Sammlung MITTENDORF*

Ausstellung im Karl Ernst OSTHAUS Museum, Hagen

Gerd MITTENDORF sammelte seit 1985 über 56000 Tragetaschen (von 1965 bis 2001)

2002

Kunst.Stoff.Tüten; Plastic bags

Ausstellung der Sammlung der Hansen-Gruppe thermo-pack Kunststoff-Folien GmbH, Gaildorf der Galerie Schloss Gaildorf, 2002; 14.10.2007 – 28.04.2008 Ausstellung im Kunstverein KISS e.V., Schloss Untergröningen, Temporäres Museum

Seit Januar 2003

*Kunst an der Tüte.*

Online-Ausstellung 50 Jahre Plastiktüte, Tüten aus der Sammlung HEIDECKER

01.12.2004–28.01.2005 *Fulda im Bild – Bilder aus Fulda*

Ausstellung von Plastiktüten aus der Sammlung Erwin JACOBS in der Hochschul- und Landesbibliothek Fulda

Februar–März 2005

*Ach du meine Tüte*

Ausstellung in der Galerie I-Kuh, Bayreuth, Sammlung Renate HENDLICH

10.11.–01.12.2007 *Plastiktüten – Typografie, Grafik, Fotografie, Kunst*

Kulturkreis Schloß Holte-Stukenbrock e. V. im Forum der Lisa-TETZNER-Schule im Schloß Holte

16.08.2007–05.08.2008 *Art package and more: Die Plastiktüte*

Museum der Stadt Ratingen, im Rahmen der Verbundausstellung *verpackend.umhüllen - verbergen - bewahren*. Ergänzt durch ausgewählte Künstlerverpackungen von Joseph



BEUYS, Werner BERGES, CHRISTO, Felix DROESE, Milan KUNC und Roswitha RIEBE-  
BEICHT

Tütensammlung im Stadtarchiv Passau, nicht publiziert

*Literaturverzeichnis*

# A Anhang

## A.1 Werkgruppe Fahrräder

Ohne Titel, 1991 (Herrenfahrrad, Kunststofftüten und verschiedene Materialien)  
115 x 175 x 85 cm, Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main  
Inv.-Nr. heute 2005/92, alt 1991/428L  
Provenienz: Produzentengalerie, Hamburg

Ohne Titel, 1992 (Kinderfahrrad, Motor)  
45 x 130 x 85 cm  
Provenienz: Galerie JABLONKA, Köln und Berlin

Ohne Titel, 1993 (Kinderfahrrad mit diversen Gegenständen)  
ca. 83 x 133 x 71 cm, Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main  
Inv.-Nr. heute 2005/93, heute 1993/150L  
Provenienz: Galerie JABLONKA, Köln und Berlin

Ohne Titel, 1993/94 (Herrenfahrrad, Kunststofftüten und verschiedene Materialien)  
110 x 200 x 95 cm  
Provenienz: Galerie JABLONKA, Köln und Berlin

Ohne Titel, um 1993/94 (Herrenfahrrad, Kunststofftüten und verschiedene Materialien)  
ca. 120 x 170 x 90 cm, Sammlung WAITZ, Hamburg  
Provenienz: Produzentengalerie, Hamburg

Ohne Titel, 1994 (Tandem, gefüllte Plastiktüten, verschiedene Materialien)  
120 x 240 x 50 cm (nach Adolf-LUTHER-Stiftung) / 123 x 258 x 90 cm (nach ZBIKOWSKI),  
Adolf-LUTHER-Stiftung, Krefeld, Standort Museum der bildenden Künste Leipzig  
Inv.-Nr. ZV 1994/668  
Provenienz: Produzentengalerie, Hamburg

Ohne Titel, 1994 (Tandem und verschiedene Materialien)  
140 x 100 x 250 cm, Sammlung Claus SCHRÖDER, Berlin  
Provenienz: Galerie NEU, Berlin

## A Anhang

Ohne Titel, 1994 (Kinderfahrrad mit Stützrädern, verschiedene Materialien)  
70 x 90 x 50 cm, Sammlung OLBRICHT, Essen  
Provenienz: Galerie JABLONKA (?), Köln und Berlin

Ohne Titel, 1994 (Standfahrrad und verschiedene Materialien)  
145 x 115 x 340 cm, Colección de Arte Contemporáneo Fundación „la Caixa“, Barcelona  
Provenienz: Galerie JABLONKA, Köln und Berlin

Zitronenpresse, 1994 (Herrenfahrrad mit aufgestelltem Sattel, Zitronen)  
15 x 170 x 55 cm, Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main  
Handlungsanweisung im „do it“-Projekt  
Provenienz: Andreas SLOMINSKI (?)

Ohne Titel, 1994/95 (Kinderwagen, verschiedene Materialien)  
ca. 140 x 180 x 98 cm, Galerie JABLONKA  
Provenienz: Galerie JABLONKA, Köln und Berlin

Ohne Titel, 1996/97 (Kinderfahrrad, Gepäckträger-Zeitungstaschen mit Flaschenhälsen,  
verschiedene Materialien)  
130 x 110 x 50 cm, Sammlung SATO, Hiroshima,  
Provenienz: (?)

Ohne Titel, 2000 (Klapprad, verschiedene Materialien) 150 x 55 x 110 cm, Sammlung Dean  
VALENTINE, Los Angeles  
Provenienz: Galerie NEU, Berlin

Ohne Titel, 2000-05 (Klapprad und verschiedene Materialien)  
150 x 55 x 110 cm, Sammlung GOETZ, Oberföhring bei München  
Provenienz: Galerie NEU, Berlin

## A.2 Aufdrucke auf den Tüten des Herrenfahrrades

### Spar-Tüte „Tannenbaum“

weiß, grüner Tannenbaum-Aufdruck, weiße Henkel  
Diese Folie ist aus hochwertigem Polyethylen.  
Sie ist grundwasserneutral und  
Verbrennt zu den Luftbestandteilen  $H_2O$  und  $CO_2$   
Tragetasche aus Polyethylen  
Ist auf der Müll, . . .

Gundwasserneutral  
04 PE-LD  
Schurpack  
Flensburg GmbH  
Liebigstraße 7  
2390 Flensburg  
Tel 0461/9975-0 Fax 0461/98191  
Telex 22703 schur d

### **Spar-Tüte „Mohn“**

weiß, bunter Aufdruck (Mohnblumen und Schmetterling), rote Henkel  
Die Tragetasche, die man mehrfach verwenden kann  
Wir brauchen eine gesunde Umwelt. Helfen Sie mit!

1. Achten Sie schon beim Einkauf auf Mehrwegverpackungen.
2. Verwenden Sie Tragetaschen mehrfach.
3. Sortieren Sie den Abfall. Für Altpapier, Glas und Kunststoff gibt es Sammelcontainer. Ihre Stadtverwaltung, Abteilung Abfallwirtschaft hilft Ihnen gern weiter.
4. Nutzen Sie Energie sinnvoll!
5. Sparen Sie Strom ohne auf Komfort zu verzichten.
6. Sparen Sie Heizenergie. Ihre örtlichen Unternehmen beraten Sie.
7. Dosieren Sie Wasch- und Reinigungsmittel richtig.
8. Waschen Sie phosphatfrei.
9. Fahren Sie schadstoffarm und bleifrei.
10. Gehen Sie wieder einmal zu Fuß oder fahren Sie Rad.
11. Vermeiden Sie Lärm.
12. Tragetasche nach Gebrauch in die Mülltonne – nie in die Landschaft.
13. Problemlos vernichtbar.

### **Silberne Tüte**

Silber mit blauem Aufdruck (hellblaue Blumen, dunkelblaue Ranken)  
Stenquist 0436-20400 Nr. 730

### **VKS Wolfsburg-Tüte**

weiß mit hellblauen Rauten  
Praktiziere  
Umweltschutz:  
Tragetasche  
nach Gebrauch  
in die Mülltonne -  
nie in die  
Landschaft!  
Problemlos vernichtbar.

### **Regenbogen-Tüte**

beige mit buntem Druck (Tieren, Streifen)  
LDPE 4  
Druckpunkte

### **Aldi-Markt-Tüte**

Weiß mit dunkelblau-rotem Druck  
Tragetaschen nach Gebrauch in die Mülltonne-  
(nie in die Landschaft?)  
1991 Diese Tragetasche aus Polyäthylen ist auf der Müll...  
und in der Müllverbrennung völlig unschädlich  
4 PE-LD  
(in Kreis:)  
umweltschonend  
Verbrennt völlig ungiftig  
grundwasserneutral  
recyclingfähig  
Mehrzweck  
Tragetasche zum (...)

### **gestreifte Tüte**

weiße Tüte, bis auf die Henkel vollständig mit magenta-grauen Streifen bedruckt

### **Plus-Tüte**

Weiß mit schwarzer Schrift, Hellblau, Orange  
Der Marken-Diskonter

Praktisch und hygienisch

Polyethylen

PE-LLDPE

Tragetasche mehrfach verwenden hilft sparen. . . wir danken

### A.3 Herrenfahrrad im Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main

**Rad** Rotorange, ohne Schrift am Rahmen, Gepäckträger, glänzender schwarzer Kunststoffattel, Pedale aus Metall, geriffelt, sportlich. Hinten fünf, vorne zwei Zahnkränze, neuere Felgen, an Nabe des Vorderrads hängt Bürsten-Kranz. Schläuche rissig. Ventilkappen vorhanden. Fahrradlicht vorne und hinten (Rücklicht seitlich am Rahmen montiert), Bremskabel durchtrennt, aufgewickelt zwischen Vorderlicht und Lenkstange geklemmt. Rennlenker, Griffe aus schwarzem geriffeltem Kunststoff.

**Gepäck am Lenker** Hellblaues Zahlenschloß, dunkelgrünes Schloß mit Schlüssel, querechteckige graue Sporttasche, beidseitiger weißer Aufdruck „adidas“, verblasst, in den unteren Ecken diagonal drei weiße Streifen (adidas), oben zwei Henkel aus Textil, mit weißem Leder verstärkt, ist mit beiden Schlössern angekettet. Braunes, versprödetes, brüchiges Gummiband (Durchmesser ca. 8 mm) mit beiden Enden am Lenker eingehängt und um die Sattelhalterung gespannt.

**Gepäck am grünen Fahrradschloß** Weiße SPAR-Schlaufentasche mit Aufdruck (Mohnblumen und Schmetterling), LDPE, Henkel stark verdrillt, Risse, weiße HDPE-Tüte in der SPAR-Tüte, darunter silberne LDPE-Tüte mit hell- und dunkelblauem Blumen- und Rankenmuster, ohne sichtbare Schrift, hängt am Griff des Lenkers, mit braunen Laufspuren an der Außenseite, ist breit zwischen den beiden SPAR-Tüten eingeklemmt, hat wenig punktuelle Belastung, kaum Bewegung. Daneben hängend: weiße SPAR-Tüte mit verdrillten roten Griffen (Tannenbaum-Aufdruck), befüllt mit anderen Tüten (weiß, mit pinkem Muster, LDPE), vorne fast auf der gesamten Länge aufgerissen.<sup>1</sup>

**Gepäck am hellblauen Schloß (linke Seite)** Dunkelbraune Leder-(?)einkaufstasche mit verdrehten Schlaufen, graue Lacktasche mit schmalen verdrillten Schlaufen, Vorderseite mit dünnen rosa Streifen, Rückseite einfarbig grau, Reißverschluss oben lachsrosa. An Metallbügel an hellblauem Schloß weiße PLUS-Tüte (LDPE) befüllt mit weiteren Tüten, Schloß führt durch die Henkel der Tüten in der PLUS-Tüte (weiße, schwarze, goldene Tüte).

---

<sup>1</sup>Drei jüngere SPAR-Tüten (HDPE?) befinden sich im MMK.

**Gepäck am linken Griff des Lenkers** Weißer Kunststoffkorb mit weißen Kunststoff-Ketten als Henkel, nur einer ist aufgehängt; zusätzlich weiße Kunststoffschnüre (bast-ähnlich) als Henkel angebunden und aufgehängt. Im Korb unten hellblauer Müllsack, darauf helle, türkis-grüne Tüte mit Blatt-Aufdruck in Kreis in Regenbogenfarben. Ist geschädigt, zerfällt im Korb, trägt beim Anlehnen an die Wand wohl das meiste Gewicht.

**Gepäck hinten** Blassgrüner Eimer, unten am Boden erhabener Schriftzug „ MAUSER“ und mittig ein Punkt als Gussansatz. Darin schwarze Luftpumpe, vergrautes, schmutziges Feinrippgewebe, gelb-blau-rotes Frotteetuch, ca. 2 mm breites weißes Flachkabel, braunes Leder, rotes Textil. Oben aufliegend weiße LDPE(?) -Tüte mit schwarzem Druck, teils verdeckt (Motiv: ein Mann). Unter Eimer am Hinterreifen ein Schloß mit silberfarbener Kunststoffummantelung.

**Gepäck auf Gepäckträger** Blaugrauer Koffer aus Textil, mit schwarzen, lederartigen aufgenähten Riemen zur Verstärkung. Darauf dunkelrote textile Reisetasche mit Reißverschluss, oben mit schwarzen lederartigen aufgenähten Riemen zur Verstärkung; vier Metallknöpfe als Füße. Darauf in dicker, semitransparenter Folie Sitzkissen, Oberseite dunkeltürkies/dunkelblau, Unterseite grau. Darauf gelb-hellgrün-dunkelgrün bedruckte weiße (LDPE)-Tüte (KÜHNE- . . . ) und darauf rosa-hellblau-dunkelblau bedruckte weiße (LDPE)-Tüte. Fahrradmantel, Zahlenschloß blau, Gummibänder: gelb-blau-rot, blau-rot, blau-rot-gelb, blau-geb-schwarz, hölzerne Wäscheklammer, hellblaue Wäscheklammer aus Kunststoff.

**Gepäck zwischen Sattel und Gepäckträger** Unter dem Sattel Kette mit transparenter Kunststoffummantelung, roter Kunststoff-Binder, quer eingeklemmte dunkelblau-rot bedruckte weiße (LDPE)-Tüte von ALDI (Nord), zugebunden mit Draht und gelber Wäscheleine aus Kunststoff, darunter weiße (LDPE)-Tüte mit hellblauem Druck. Grüner Einkaufsbeutel aus Kunststoff-Gewebe mit den Tragegriffen an den Sattel geknotet, Druckknopf. In grüner Tasche weiße Plastiktüte „praktiziere Umweltschutz“. Gegenüber dem grünen Stoffbeutel hängt dunkelgrau-pink schräg gestreifte Plastiktüte. Unter dem Sattel aufliegend auf dem Rahmen unter der waagrechten Stange hellblauer Müllbeutel, hängt rechts und links herunter, liegt auf, muss keine Last tragen, wird nicht bewegt. Darunter, im Winkel des Rahmens, über der Kurbel der Pedale, große, schwarze, kofferartige Tasche, wohl aus Kunstleder, aufliegend auf vorderem V-Schenkel. Holzstück über dem vorderen Zahnkranz zwischen Kettenumlenker und vorderem V-Schenkel des Rahmens mit rotem Klebeband/Isolierband befestigt, verhindert, dass schwarze Tasche die Zahnkränze blockiert. Aus metallverstärktem Loch im Boden der Tasche hängt Metallring, daran hängt an Öse ringförmiger Haken mit Durchmesser ca. 7 cm, hängt vor der Kurbelwelle. Auf schwarzer Tasche aufliegend zwischen Sattel und Lenker cremefarbene Sporttasche mit gelb-blauen Gurten aus (Kunststoff-)Gewebe (aufgenäht und als Tragegurt an Karabinerhaken, Kanten



#### A.4 Kinderfahrrad im Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main

der Tasche blau gesäumt, verdeckt bedruckt TH(? .....). An Stange zwischen Sattel und heller Tasche grünes Zahlenschloss.

### A.4 Kinderfahrrad im Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main

**Ausstellungen** *Szenenwechsel V* 29.01.1994–15.05.1995

*Die Entdeckung des anderen. Ein europäischer Blick auf die Amerikanische Kunst 2*, MMK 31.01.1997–04.05.1997

*Querpass*. 02.03.– 13.04.1997. Eine Ausstellung des Städtischen Kunstinstituts und des Museum für Moderne Kunst Frankfurt am Main in der Jahrhunderthalle Hoechst (kurzzeitig ausgestellt)

*Szenenwechsel XX*, 28.09.2001–03.03.2002

Fundación del Museo Guggenheim Bilbao 04.10.2005–20.03.2006

*Rood Zand an een gelukkig Nieuwjaar*. 07.07– 02.09.2007, Boijmans van Beuningen

**Rad** Rotes Kinderfahrrad, Marke Spezi, eine Bremse, Klingel

**Gepäck** PAN AM Target-Tüte mit Unterhemd, IMPULSE H & M, HERTIE, beklebt mit schwarzem Klebeband, Tüte „... garn im Kaufhaus am Berliner Tor Beim Strohhaue 2–8“, darin weiß-grüne LDPE Tüte; metallicblaue Tüte mit schwarzem Frauenkopf; KAUFHOF-Tüte PE-LD 4, darin blau weiße Tüte: „... Haus“. Gelbe Tüte oder Sack in brauner Einkaufstasche aus Textil mit Ledergriffen. Transparente Tüte mit großem Feld in Form einer Zigarettenschachtel: „MARLBORO The Number one Selling Cigarette in the World“, mit angeklipsten weißen Kunststoffhaltern und Oberkantenverstärker. Darin Tüte PENNY-Markt, oben weiß sonst dunkelblau mit Planeten-Motiv, LDPE 4. Darin weiße Plastiktüte, HERTIE-Tüte weiß mit grauem Aufdruck, Motiv: Nahaufnahme eines Siebdrucks; mit schwarzem Klebeband und Paketklebeband. Darin bunte Tüte. Auf dem Gepäckträger Isomatte in weißer HDPE-Tüte in neon-pinkem Matsch-Beutel aus Textil mit schwarzer Kordel. Mit Spanngurt befestigt. Kleine Weißglasflasche unter den Gurt auf die Matte geklemmt. Mittig: zwei weiße Baumwollbeutel an beiden Seiten.

## A.5 Tandem der Adolf-Luther-Stiftung

**Daten** Ohne Titel, 1994 (Tandem, gefüllte Plastiktüten) 120 x 240 x 50 cm, Eigentümer: Adolf-LUTHER-Stiftung, Standort: Museum der bildenden Künste Leipzig, Inv.-Nr. ZV 1994/668, nicht signiert. Ansprechpartnerin: Dr. Magdalena BROSKA. Alte Abbildung aus der Produzentengalerie in Karin THOMAS: *Kunst in Deutschland seit 1940*, Du Mont, S. 3. Fahrrad weist nach links, ist an die Wand gelehnt. Dokumentationsmaterial: Fotos zur Bestandsaufnahme aus Krefeld, Fragebogen, Restaurierungsdokumentation

**Fahrrad** Tandem, Marke Flandria, blau, silberfarbene Schutzbleche, Vorderlicht, Dynamo, Rückstrahler vorne, 2 schwarze Sättel, Damensattel vorn mit Nieten, geflickt mit schwarzem Klebeband, Herrensattel hinten, gesteppt. Vorderer Lenker blaue moderne Kunststoffgriffe, zwei alte Bremsen aus Metall, Klingel silberfarben, links alte Dreigangschaltung. Hinterer Lenker weiße, vergilbte Kunststoffgriffe, längs geriffelt.

**Gepäck** HiLO-Tüte am Lenker links vorne, drei Kunststoffbügel mit abgebrochenen Enden (hinten zwei schwarze, vorne ein grauer, der die HiLO-Tüte trägt, dahinter helle türkisfarbene Tüte ohne Aufdruck mit Füllung, auf einem schwarzen gebrochenen Bügel, dunkel türkisfarbener Schulranzen von SCOUT mit Aufkleber „FC St. Pauli Fans Gegen Rechts“. Rot-blau-weiße Henkeltasche aus Kunststoffgeflecht, 1 weißer ganzer Kunststoffbügel. Schwarze Umhängetasche mit Tragegurt in Regenbogenfarben gestreift, darin roter Salzstreuer aus Kunststoff. Rechts am Lenker ein Henkelmann aus Metall mit rundem Stein mit ca. 10 cm Durchmesser. Gelber Schwamm (ca. 30 x 15 cm) aus Schaumstoff mit Maiskolben-artiger Oberfläche, darunter cremefarbene Tüte mit blauem Aufdruck aus recyceltem Material. Darunter transparenter matter Kunststoff-Sack mit blauem Druck „Sch...KASA“ mit Kleidern gefüllt. Luftpumpe, Laubsäge ohne Sägeblatt, Trichter mit Schlauch, Spaten mit Holzstiel, Schlüsselanhänger aus grüner Spirale aus elastischem Kunststoff, Griffstange für Vorhänge aus Metall mit Holzgriff und Haken, verbogen zu einem Haken für eine rote Bratpfanne. Große weiße Sporttasche mit roten Griffen und Aufschrift „GENICOM“. Dahinter weiße Tüte mit rot-grün-schwarzem Druck („Essen ... Ang ... Ein ... Neck (ermann?)“), beklebt mit schwarzem Gewebeband und Paketklebeband. Darunter rot-blau-weiße Tasche aus dünnem Kunststoffgeflecht. Dünne transparente blass-orange (HDPE?)-Tasche mit viereckiger Margarine-Schachtel und drei losen Zigaretten. Kleine rot-gelb-blau-grüne Henkeltasche aus Kunststoffgeflecht, darin kleine flache Schnapsflasche. Schwarzer Rucksack mit violetter Vordertasche. Zwei weiße runde Kunststoff-Hänge-Körbe (für Orchideen?), darin rote Kerze, Autoseitenspiegel, blaues Kunststoff-Feuerzeug, Teelöffel, weiße Porzellantasche, weißer Kunststoffkochlöffel, Schokoladenpapier weiß mit gold-grünem Aufdruck „MAURINUS Alpenrahm-Nuss“. Tüte „JEAN PASCALE“ grauer Grund mit pinker Schrift auf weißer Folie mit anderen Tüten darin. Roter SCOUT-Schulranzen. Tüte matt und transparent mit rotem Druck, ist bereits abgerieben, „Zirkel ... yde“ beklebt mit schwarzem Gewebe-Klebeband 2 inch Durchmesser

und Paket-Klebeband. Darin weiße Tüte mit grünem und hellblauem Druck „Orangen“ und Blätter-Muster, auf dem Kopf stehend und das innere nach außen gekehrt, auf schwarzen Kunststoff-Kleiderbügel gehängt. Auf Gepäckträger Holzbrett, darauf dunkelblauer (Leder?-)Koffer, darauf transparente Tüte mit türkischem Inhalt „aus Recycling Kunststoff“ mit Umweltzeichen der EU. Darauf weiße gefaltete Tüte. Gepäckträgerbeladung mit weißer Kordel (Durchmesser ca. 1 cm) mit transparentem Kunststoffmantel und grüner Kunststoff-Wäscheleine. Draht mit Grün-gelber Umhüllung am Gepäckträger. Große rechteckige Stofftasche weiß mit hellblauer Vordertasche und blauem Aufdruck „NAUTICA“. Rechte Seite, zur Wand weisend: JACK & JONES am Gepäckträger rechts hinten an roter Gartenharke aus Metall. Silbergraues Fahrradschloß wie am Herrenfahrrad, behindert die Fahrt nicht. Dunkelgraue gesteppte Stoffhandtasche. Große rot-grün-weiße „Fitschitasche“, darin transparente Tüte mit Kleidung. Orangerot-weiße Kunststofftasche mit Blumen bzw. psychedelischem Muster, orangefarbener Sack, schwarze Tasche.

## A.6 Klapprad der Sammlung Goetz

Ohne Titel, 2000–05 (Klapprad und verschiedene Materialien) 150 x 55 x 110 cm, Eigentümer: Sammlung GOETZ

**Daten** Ankauf 2007 von Galerie NEU. Verpackung von Fa. Hasenkamp: außen Luftpolsterfolie und Unterteil aus Karton, Schaumplatten, ca. 5 cm hoch, Einschnitte für die Reifen, keine Unterstützung. Fahrrad mit Klebeband im Karton fixiert, steht nicht von alleine. Sattel und Lenker separat mit Luftpolsterfolie verpackt. Wenig Luft in den Reifen.

**Fahrrad** Klapprad Marke Hosteler. Über dem Vorderrad Plakette „HOSTELER made in Western Germany“ Farbe: braunorange metallic, graue Schutzbleche. Keine Gangschaltung. Dynamo, 1 Katzenauge am Vorderrad, Vorderlicht mit weißem Kunststoffgehäuse abwärts gedreht, vergilbt, Rücklicht am Schutzblech montiert. Fahrradklingel, Handbremse mit weißem Kunststoffüberzug. Schwarze, längs geriffelte Kunststoff-Lenkergriffe, schwarzer (Kunst-)Ledersattel.

**Gepäckträger** Grillrost auf Gepäckträger montiert, darauf grüne Kunststoff-Faltkiste. In faltkiste schwarze querrechteckige Sporttasche ohne Träger mit rot (links) -weiß (Mitte) -gelb (rechts) gestreifter Vorderseite und zwei diagonalen Reißverschlüssen rechts und links von der weißen Fläche. Weiße Fläche ist bestickt mit A-B-C (A in Rot, B in Gelb, C in Grün), Füllung der Tasche entspricht der rechteckigen Form.

**Kunststoffkorb** An Kunststoffkorb rechts (Blick von hinten auf das Rad) sind befestigt:

## A Anhang

1 weiße Kunststoffzerstäuberfläche mit blauem Aufdruck „Öko Felgen clean“ (leer). An der Korboberkante zwei einseitig glänzende Kunststoffbänder, ca. 2,4 cm breit, Aufdruck „Puglia fruits export“, Bänder in den Farben Rot und Pink, 2 x weiße Kunststoffschnüre, ca. 3 mm dick mit schwarzen Kunststoffenden, Marke „Luxaflex“ (wohl von Rollos), schwarze Baumwollkordel, ca. 6 mm breit, oranges Seil, 8 mm breit (typischerweise aus Polypropylen), 1 dicke vergraute Baumwollkordel (1 cm). An der Unterkante blaue Kordel (ca. 4 mm Breite), Material wie oranges Seil (wohl PP). 1 grünes und 1 weißes Geschenkband, ca. 2 cm breit. Die Kiste ist an rechter Seite an den Kanten rings herum mit einseitig glänzendem roten Geschenkband (2,2 cm breit) umwunden, an linker hinterer Ecke oben rosa Geschenkband. Oberkante hinten mit gelbem Geschenkband (Breite 1,2 cm ca.), mittig roter Schnürsenkel. Linke Seite außen mit weißem Geschenkband umwunden (1,2 cm), an der Oberkante sind dicht an dicht bunte (Geschenk-) Bänder und zwei weiße Rolloschnüre, eine dicke weiße (vergraute) Baumwollkordel (1 cm) und eine rosarote Kordel befestigt (0,6 cm). Quer über dem Grillrost hängt ein grün lackierter Griff eines Fahrradkorbes.

**Hinterkante vom Grillrost** Naturfarbene Pack- und Kunststoffschnüre. An Drahtstücken befestigt: 2 Türblattbeschläge (Farbe weißgold, matt); 1 weiße „gedrechselte“ Vorhangstangenhalterung aus Kunststoff (für Stangendurchmesser von ca. 4 cm); 1 messingfarbener hochglänzender Kunststoffaufsatz für Vorhangstangen (für Stangendurchmesser von ca. 4 cm) mit gedrechselter Formgebung; 2 Rollen für z. B. Möbelhunde; 2 quadratische mittig gelochte Metallplatten mit vier Löchern in den Ecken und Barcode-Aufklebern und Preisaufdruck 5,29 DM (ggf. zur Montage der beiden Räder); 1 quadratischer Metallblock, Kantenlänge ca. 5 cm, Höhe ca. 4 cm mit Schweißnähten, hohl (ggf. auf aufsteckbares Endstück für quadratische Stangen); Metallblock mit zwei Löchern außen und Vertiefung in der Mitte, ähnlich einer Backe von Schraubzwingen für Rundstäbe; verbogenes Metallband (ca. 5 mm breit); weiße Kunststoffplatte rechteckig, mehrfach profiliert mit nicht identifizierbarer Funktion.

Die Anordnung der Gegenstände ist tendenziell symmetrisch, nach außen länger werdend, mittig vor dem Hinterreifen eine Aussparung. Behang ist aus Metall und Kunststoff, beweglich, soll wohl rasseln.

**Lenker rechts** Am Lenker hängen (von hinten gesehn) rechts: ein weißes Plastikfass (H: 29 cm, B: 17 cm) mit Gewinde (Bodenprägung: „Omürli-Plastik, Balikesir“) mit zwei Henkeln neben dem Ausguss, ohne Etikett/Aufdruck, mit einem großen rosa-transparenten glänzenden Fleck. Darin flach gefaltete Tasche, gewebt aus flachen Kunststoffbändern in Blau und Orange mit Rot und Schwarz. Durch beide Henkel ist ein schwarzer, 4 cm breiter Gummigurt („Paletten Gebhardt Cham“) gesteckt, an dessen einem Ende eine Drahtschlinge befestigt ist. Schwarzer Kunststoffaufsatz. Neben dem Griff hellbeige-rosa Textilrose (Durchmesser ca. 9 cm) mit aufgesetzten Tautropfen. 1 Kunstdadelzweig mit roter Schleife an 30 cm langem Holzstiel; abgenutzte flach gedrückte Flaschenbürste, 1 weißer

Polypropylentopf mit Henkel für 1 kg Milchprodukt, Bodenprägung „Unipak 5031 Joni DK 5 PP“, zwei schwarze Striemen darauf. 1 weißer Polypropylentopf mit Henkel für 1 kg Milchprodukt mit hellblau/dunkelblauem Aufdruck „C“ mit einem Stern, „YAYLA Yogurdu“, „MHD 14 10 98“ Bodenprägung „5 PP“, darin 500-g-Joghurtbecher aus Kunststoff, „Ömur Yogurdi Joghurt mit 3,5 % Fett“. Silberfarbene Spore aus Kunststoff, glänzend mit schwarzem Kunststoffriemen zur Befestigung am Schuh.

**Lenker links** Klingel, Joghurttopf, 2 hellgraue Kunststoffteile mit flachen Rollen in die Schmalseite eingelassen, schwarzer Plastikschläger mit langem Stiel (H: 56 cm, B: 25 cm), weißer Kleiderbügel ganz aus Kunststoff, Kinderlätzchen aus weißem Frottee mit rotem Rand, 1 Lenkrolle, schwarzes gewinkelt Bandeisen mit dem blauen Kunststoffende eines Schnullers, neben dem Vorderlicht ein gelbgrüner fliegender Spielzeugdrache aus Hartplastik, je ein Jalousiengurt mit zwei roten Streifen rechts und links am Lenker.

**zum Fahrerweisend** 1 weißer dünner HDPE-Beutel (Mittig schwarz Materialaufdruck „HDPE“), Beutel verschmutzt mit rotbraunen Tropfspuren, rosa Kunststoff-Wäscheklammer, 1 Holzwäscheklammer, Büroklammern, 1 schmales blaues Kunststoff-Teil, seitlich offen mit abgebrochenem roten Rädchen (zum Verdrehen eines einzuhängenden Gummibands, das bei Entspannung einen aufgesteckten nicht vorhandenen Propeller fliegen ließe), einseitig glänzende Kunststoffbänder, ca. 2,4 cm breit, Aufdruck „Puglia fruits export“, Bänder in den Farben Gold, Rot und Pink. Transparentes rotes Kunststoffband, ca. 2 cm breites Geschenkband in weiß, grün, hellblau, pink; Seile aus Naturfasern, schwarze Kordel mit eindrückbarer Kunststoffkugel zur Längenregulierung, Messingstreifen, einseitig glänzendes Band, hinten orange, vorne kupferfarben „uva da tavola“. Neonrosa Haargummi über an Fahrradklingel.

**Behang gesamt** Eisenwaren, Rollenteile, Kunststoffbehälter, Spielzeug, Bänder, Schnüre. Beim Fahren würden die Eisenwaren scheppern, die langen Bänder flattern. erinnert an einen chinesischen Drachen von Umzügen, Drache hängt wie eine kleine Gallionsfigur über dem Vorderreifen. Das Rad kann gefahren werden, kein Fahrradschloss. Der Fahrradkorbbügel am Grillrost verhindert, dass die Teile hinten außen in die Speichen kommen können.

## A.7 Dokumente Slominski

### A.7.1 Brief Broska-Slominski im Vorfeld der ersten Reproduktion von Tüten am Tandem

20.02.2003 bezugnehmend auf ein Gespräch in Hamburg

Information, dass es eine (Umwelt) Bestimmung gibt, nach der Plastiktüten wie sie heute (2003) in Umlauf sind sich von selbst zersetzten müssen.<sup>2</sup>

„Es ist davon auszugehen, dass sich die Plastiktüten des Krefelder ‚Tandems‘ in nächster Zeit der Reihe nach auflösen werden. Du hast den Vorschlag gemacht, die Motive der einzelnen Plastiktüten des Tandems photographieren zu lassen und auf Tüten mit längerer Lebensdauer drucken zu lassen (...) Deinen Vorschlag aufnehmend hat A. S. WÜNKHAUS bezüglich der Restaurierung des ‚Tandems‘ folgende Vorgehensweise erarbeitet:

1. Abhängen der ca. 12 Stück Plastiktüten (Propylen)<sup>3</sup>
2. Einlagern des Inhalts in chronologischer Reihenfolge in 12 Kartons
3. Plastiktüten ausmessen und mit Flachkarton füllen
4. Photographieren und digitalisieren der Motive
5. computergestütztes Überarbeiten der Motive bis hin zur Druckreife
6. Auswahl einer UV-beständigen Folie z. B. PVC
7. Bedrucken mittels Digitaldruck
8. Folien zu Tüten falten, verschweißen und Tragelöcher einstanzen
9. Befüllen der Tüten mit dem archivierten Inhalt (...) Als Probe dient natürlich zunächst einmal die schon zerstörte Tüte. Erst wenn Du die Restaurierung dieser Tüte abgenommen und autorisiert hast, werden wir die restlichen Tüten reproduzieren.“

### A.7.2 Fragebogen Güntzel/Reschke

Email vom 29. Oktober 2007 von Dipl. Restauratorin Sybille RESCHKE an die Autorin: (...) anbei schicke ich Ihnen den Fragebogen, den ich an SLOMINSKI geschickt hatte und den mir seine Assistentin mit ihren Worten in einem Gespräch mit SLOMINSKI beantwortet hat. Sie schrieb mir dazu extra noch, dass es nicht SLOMINSKIS Wortlaut sei und er auch nicht mit diesen Antworten zitiert werden wolle (...) Sybille RESCHKE

---

<sup>2</sup>Um dem ständigen Anstieg der Verpackungsmengen entgegen zu wirken, erließ die Bundesregierung 1991 die Verpackungsverordnung. <http://www.bmu.de>, geprüft am 20.11.07. In ihr ist geregelt, dass Verkaufsverpackungen beim Vertreiber zurückgenommen und in einem Dualen System verwertet bzw. recycelt werden müssen. In Frankreich gibt es aktuell Versuche zu einer Neuregelung, die die biologische Abbaubarkeit von Verpackungen vorschreibt, was jedoch auf Widerstand der europäischen Union stößt. Freundliche telefonische von Auskunft Herrn SCHMIDT-UNTERSEER, Bundesumweltministerium, Abteilung Abfallbeseitigung am 06.12.2007. Rechtsvorschriften und Umweltschutzmaßnahmen, die Folienhersteller heute berücksichtigen müssen, beziehen sich in erster Linie auf Energieeinsparung und Lebensmittelverordnungen, weniger auf die Abbaubarkeit der PE-Folien. Freundliche Auskunft von Andreas BERGMEIER, Firma DETTMER, Lohne.

<sup>3</sup> Fälschlich Propylen. Tragetaschen werden aus Polyethylen gefertigt.

### **A.7.3 Fragebogen zur Entstehung und Alterung des Herrenfahrrads, Beantwortet am 18.09.2007**

Wie ist das Objekt genau entstanden? Laut Künstler-Lexikon der Gegenwartskunst steht das „erste“ Ihrer Fahrräder, für das es ein Vorbild gab im Museum für Moderne Kunst in Frankfurt, alle anderen bepackten Fahrräder sind Ihre Variationen, die andere Personen und Schicksale assoziieren lassen. Ist diese Information so richtig?

*Das Museum für Moderne Kunst Frankfurt hat zwei Fahrräder in der Sammlung – ein bepacktes Rennrad und ein bepacktes Kinderrad. Es gibt auch z. B. gepackte Rennräder, Tandems und aufgebockte Trimmlich-Fahrräder.*

Sind das Rad und die Taschen „originale“ Fundstücke?

*Nein, die Taschen sind nicht alle „originale“ Fundstücke, sie wurden zum Teil künstlich gealtert.*

Ist es von Bedeutung, um welche Tüten (von welchen Firmen) es sich handelt?

*Natürlich, es hat sowohl eine formale wie auch eine inhaltliche Bedeutung.*

Haben Sie die Tüten bewusst gesucht, um sie am Kunstwerk einzusetzen?

*Ja, die Tüten wurden bewusst ausgesucht.*

Waren die Tüten damals neu oder bereits stark benutzt?

*Die Tüten waren z. T. neu, z. T. bereits verschmutzt oder wurden z. T. nachträglich künstlich beschmutzt.*

Haben Sie die Tüten bewusst gealtert, patiniert (Schmutz/Klebebänder)

*Ja, die Tüten wurden z. T. bewusst gealtert.*

Haben Sie eine weitere Alterung der Tüten/Materialien bei der Schaffung des Werkes mit einkalkuliert?

*Die Arbeit soll nicht nachträglich altern, z. B. nicht einstauben.*

Wie stehen Sie zur Alterung des Werkes? Verschmutzung? Farbveränderung und Veränderung der Materialien?

*Es muss so gut es geht erhalten bleiben.*

Wie sehen Sie im weiteren Verlauf die Alterung der Tütenkopien? Dürfen diese dann weiter altern oder sollen sie je nach Beschädigung in bestimmten Abständen immer wieder durch neue Kopien ersetzt werden?

*Wenn eine Tüte ersetzt werden muss, sollte die Kopie so gut wie möglich sein.*

Was soll unternommen werden, um das Kunstwerk ausstellungsfähig zu erhalten?

*Alle Massnahmen, die möglich sind.*

Würden Sie an Ihrem Kunstwerk gern selbst Hand anlegen, d. h. z. B. das Rad abpacken um Tüten zu ersetzen, Reifen zu ersetzen o. ä. oder kommt ein späterer Eingriff für Sie keinesfalls in Frage?

*Nein.*

Sollen zunächst restauratorische Maßnahmen, wie z. B. Klebung und Zusammensetzung zerrissener Tüten, Eintüten beschädigter Tüten in transparente alterungsbeständige Tü-

## A Anhang

tenhüllen usw. unternommen werden, oder sollen die zerstörten originalen Tüten archiviert werden und Kopien am Objekt aufgehängt werden?

*Ja. Und es sollen Kopien der Tüten angefertigt werden.*

Würden Sie die Tütenkopien gern selbst altern/patinieren?

*Nein.*

Halten Sie Ihr Fahrradobjekt für an seine Entstehungszeit 1994 gebunden, d. h. würden Sie (und dies könnten nur Sie selbst tun) beispielsweise auch heutige Tüten anstelle der alten an ihm aufhängen?

*Die Arbeit wurde 1994 beendet.*

Haben Sie die Alterung und den Verfall des Objektes bewusst einkalkuliert und sehen Sie dem Verfall „gelassen“ entgegen?

*Die Alterung und der Verfall des Objekts sind nicht bewusst einkalkuliert.*

Halten Sie die restauratorischen Fragestellungen im Zusammenhang mit der Alterung für ein „absurdes“ Bemühen?

*Ich halte dieses Bemühen für sehr notwendig!*

Können Sie den Punkt benennen, ab dem Ihr Fahrrad für Sie kein Original mehr ist? Nach der Kopie und dem Tausch aller Tüten, dem Ersatz der Reifen und aller versprödenden Befestigungsgummis und Kordeln, einem bestimmten Verschmutzungsgrad etc.

*Der Punkt ist nicht zu benennen, er hängt auch von der Qualität der Restaurierung ab.*

Wie soll das Fahrrad Ihrer Ansicht nach ausgestellt werden? Umgebung? Tageslichtverhältnisse? Kunstlichtbeleuchtung? So wie bei uns in der Sammlung an der Wand stehend? Bitte beschreiben Sie Ihre Vorstellungen.

*Die Frage kann nicht allgemein beantwortet werden. UV-Licht ist grundsätzlich nicht gut und restauratorisch bedenklich. Das Fahrrad sollte nur an einer Wand angelehnt gezeigt werden.*

Können Sie sich eine Aufstellung in einer Vitrine vorstellen?

*Ich kann mir dies im Moment noch schwer vorstellen, aber vielleicht ist es mittelfristig nötig.*

Würden Sie das Fahrradobjekt gern auf möglichst vielen temporären Ausstellungen gezeigt sehen?

*Das Objekt sollte nur noch in sehr ausgesuchten Ausstellungen gezeigt werden.*

Wie stellen Sie sich einen sachgemäßen Transport Ihrer Objekte vor?

*Die im Museum für Moderne Kunst Frankfurt angefertigten Transportkisten für die Fahrräder scheinen einen sachgemäßen Transport zu gewährleisten.*



## A.8 In Versuchen verwendete Tüten

Tabelle A.1: Zu Versuchen verwendete Tüten.

<i>Name, Nr.</i>	<i>Folie</i>	<i>Aufdruck</i>	<i>Material</i>	<i>Datum</i>	<i>Lagerung</i>	<i>Stärke in <math>\mu</math></i>
ICN 1 und 2	weiß	–	LD-PE 4	2007	neu	45–50
van Gogh Museum 3	weiß	blau, gelb	–	2007	neu	70–75
Rijksmuseum 4	farblos semitransparent	Semitransparent blau	P 07	2007	neu	75–80
Sack & Pack, 5 und D	rot, semitransparent	schwarz	–	1980-1983	nach 1983 Dachboden, 80-83 Keller	50–60
Karstadt 6	weiß	rosa, blau	–	um 1985	Schreibtisch	20–25
TENGELMANN 7	weiß	gelb, rot, blau, grün, schwarz	2 PE-HD, grüner Punkt 43539	nach 1990	Keller	25–30
Waterstone's 8	schwarz	golden	04 LDPE alphetene genuine recycled Polythene	Nach 1990?	Keller	50–55
Hotel Cuzco A	weiß	rot	–	1995	Keller	20–25

Tabelle A.1: Zu Versuchen verwendete Tüten.

<i>Name, Nr.</i>	<i>Folie</i>	<i>Aufdruck</i>	<i>Material</i>	<i>Datum</i>	<i>Lagerung</i>	<i>Stärke in <math>\mu</math></i>
Maurices B	weiß	schwarz	4 LDPE 04.95T recycleed plastic	Um 1995? 1996	Speicher (oben) in Karton unter Dachfenster	30–35
Schiesser C	weiß	blau	Aus PE	Ende 80er	Keller	40–50
National Trust E	creme	grün	recycled plastic	Sommer 1995	Keller	60–70
Kauffmann F	transparent	schwarz	–	August 1996	Keller	110– 120
Suckfüll Test	weiß	hellgrün, rot, schwarz	LD-PE, 7/94	1996	Dachboden	40–50
Kabuco (Stück) Referenz	weiß	orange, blau	–	min seit 1993	Speicher in Karton unter Dachfenster	ca. 70
Chic's	weiß	braun	Mk 11/8	ca. 1990	Heller Ort	55–60

## A.9 Verwendete Produkte

Tabelle A.2: Verwendete Produkte.

<p><b>Polyolefin-Primer für Verklebungen von PE, PP u. a. mit Sekundenkleber</b>          Artikelnummer: 150145-1          R&amp;G Faserverbundwerkstoffe GmbH          Composite Technology</p>	<p><b>Sekundenkleber dünnflüssig sehr schnelle Härtung, Cyanacrylatklebstoff für Metall, Gummi, Kunststoff, Keramik, Holz (Balsa)</b>          Artikelnummer: 1501151          R&amp;G Faserverbundwerkstoffe GmbH</p>
<p><b>Acrykleber 360 HV</b>          4001          LASCAUX          Reine Acrylharzdispersion auf Basis von Acrylsäurebutylester, verdickt mit Polymethacrylsäure. Lt. Hersteller verwendbar für sehr elastische nicht vernetzende Klebungen. Nach Trocknung wasserunlöslich          Licht- und alterungsbeständig. Der trockene Film bleibt permanent klebrig</p>	<p><b>Plextol D 498</b>          76000          Acrylemulsion          Kremer Pigmente          Klar, mittlerer Glanz</p>
<p><b>Evacon-R TM</b>          Ethylen-Vinyl-Acetat-Copolymer Emulsion          Händler:          Conservation by Design Ltd.</p>	<p><b>Klucel E</b>          Deffner &amp; Johann GmbH          Dünnflüssig, thermoplastisch, höchst Grenzflächenaktiv bei geringer Oberflächen- und Grenzflächenspannung, heißsiegelbar          Oberflächenspannung einer 1 %igen Lösung gegen raffiniertes Mineralöl: 0,0125 N/m</p>
<p><b>Medium for Consolidation 4176</b>          LASCAUX          Wässrige Dispersion von Acrylat-Copolymeren auf Basis von Acrylatester, Styen und Methacrylatester          Für Festigung von Farbschichten auf Holz</p>	<p><b>Störleim</b>          Kremer Pigmente GmbH &amp; Co. KG</p>

Tabelle A.2: Verwendete Produkte.

<p><b>Beva 371</b>  Gustav BERGER's Original Formula  Heiss-Siegelkleber  40 % Lösung  Gustav BERGER U.S.A</p>	<p><b>Polyethylen</b>  Best. Nr. PE 427799  Batch Nr. 10201 HD  Molekulargewicht 35.000  Dichte: 0,906 g/ml bei 25°C  Schmelzpunkt: 90°C  Heißsiegelbeschichtung für Papier, Additiv  in Gießmassen, Kerzen, ölhaltige Tinten,  Schmelzkleber  Sigma-Aldrich Chemie GmbH</p>
<p><b>Diisopropylether (DIPE)</b>  Qualität: purum  Best.-Nr. 38279  Fluka  Namen Diisopropylether, Isopropylether,  Diisopropyl-Oxid, 2-Isopropoxypropan  Summenformel <math>C_6H_{14}O</math>  Molare Masse 102,18 g·mol<sup>-1</sup>  Aggregatzustand flüssig  Dichte 0,724 g·cm<sup>-3</sup>  Schmelzpunkt -85,4°C  Siedepunkt 68,3°C  Dampfdruck 175 hPa (20°C)  Gefahrstoffkennzeichnung F  MAK 2,100 mg·m<sup>-3</sup>, 500 ppm  farblose Flüssigkeit.  gilt als ausgezeichnetes Lösungsmittel für  Tier-, Gemüse- und Mineralöle, Fette,  Wachse und einige natürliche Harze.  neigt zur Bildung von Peroxiden, darum  Zugabe von Hydrochinon oder IONOL – ein  Gemisch aus Antioxidantien)  als Ersatz für Diethylether verwendet,  wenn ein Lösungsmittel mit niedrigerer  Flüchtigkeit gewünscht wird</p>	<p><b>Cyclopentan</b>  Qualität: techn.  Best.-Nr. 29700  Fluka  Namen Cyclopentan, Pentamethylen  Summenformel <math>C_5H_{10}</math>  Molare Masse 70,14 g·mol<sup>-1</sup>  Dichte 0,745 g·cm<sup>-3</sup>  Schmelzpunkt -93°C  Siedepunkt 47-50°C  Flammpunkt -37°C  Zündtemperatur 361°C.  Dampfdruck 360 hPa (20°C)  beliebig mischbar mit den meisten organi-  schen Lösungsmitteln  unlöslich in Wasser  Gefahrstoffkennzeichnung F  LD50 12.800 mg·kg<sup>-1</sup> (oral, Maus)  WGK 1 (schwach wassergefährdend)  farblose Flüssigkeit</p>

Tabelle A.2: Verwendete Produkte.

<b>Feinpapiere</b> Japico Drissler	<b>Japanpapier</b> Langfaserig, leicht gelblich, ca. 20 g/m <sup>2</sup> Händler: Carta Pura, München
<b>Digitale Taschenwaage PS 0.01</b> 50 g x 0,01 g DIPSE German Weighing Management	<b>Digitale Schieblehre</b> DMV-SL05, IX/09/2005 ± 0,02 mm bei unter 100 mm DARIO Markenartikelvertrieb GmbH & Co. KG
<b>Gitterschnitt-Adhäsionstest CC2000</b> <b>Komplettsatz mit Schneide ISO, 2 mm</b> TQC GmbH	<b>Quarzsand H 33 (Lagerstätte Haltern)</b> Mittlere Korngröße 0,27 mm Quarzwerke GmbH

## A.10 Probeaufstriche auf PE-Folie für den Cross-cut test

Tabelle A.3: Probeaufstriche auf PE-Folie für den Cross-cut test.

<i>Klebstoff</i>	<i>Zusammensetzung</i>	<i>Bewertung</i>
Mowilith DMC 2 55 % September 1993 Farbwerke Hoechst AG Frankfurt (M)-Hoechst	wässriges Copolymerisat aus Vinylacetat und Maleinsäure-di-n-butylester Mowilith sind Thermoplasten Mowilith 50 (Polivinylacetat, 20, 30, 50: steigender Polymerisationsgrad, steigende Viskosität der Lösung, Reißfestigkeit des Films) harte Typen durch Paraloid B72 oder Plexigum PQ 610 ersetzbar	dicker Gelee, riecht nach Ethylacetat perlt ab, dicker Film, leicht im Ganzen ablösbar besonders zur Verklebung von Papier, Textil, Glasfaser
Evacon R Labshop Twello	Ethylen-Vinyl-Acetat-Copolymer Emulsion	perlt ab, kein geschlossener Film, weiß schimmernd, deutlich sichtbar
Plextol D 541 ca. 49–51 % Kremer	Acryl-Methacrylat-Copolymer dünnflüssiger als Plextol D 360 (D 540 sehr harte Rein-Acryldispersion)	gut aufzutragen, benetzt gut, milchig weiß, dünnflüssig, glänzender Film, bleibt klebrig, haftet gut, nicht ablösbar
Plextol D 498 Kremer	Acrylklebstoff	gut aufzutragen, benetzt mittelgut, milchig weiß, glänzender Film, bleibt klebrig, haftet gut, als zäher Film abreibbar („klar mit mittlerem Glanz“)

A.10 Probeaufstriche auf PE-Folie für den Cross-cut test

Tabelle A.3: Probeaufstriche auf PE-Folie für den Cross-cut test.

<b>Klebstoff</b>	<b>Zusammensetzung</b>	<b>Bewertung</b>
Plextol D 360 ca. 59–61 % Labshop Twello	Rein-Acryldispersion Butylacrylat und Methyl- Methacrylat Copolymer	gut aufzutragen, benetzt gut, dünnflüssig, milchig weiß, glänzender Film, bleibt klebrig, haftet gut, nicht ablösbar
Plextol B 500 pur ca. 49–51 % Labshop Twello	Acryl-Methacrylat- Copolymer	gut aufzutragen, benetzt mittelgut, milchig weiß, glänzender Film, bleibt klebrig, haftet gut, nicht ablösbar
33 % Paraloid B 72 66 % Ethanol  Paraloid B 72 August 1997 Rohm and Haas (UK) Limited Lenninghouse 2 Masons Avenue Croydon England CR9 3 NB	Ethyl-Methacrylat- Copolymer (Acrylesterpolymerisat)	nach Rühren trübe Lösung, leicht klebriger Film, leicht im Ganzen ablösbar Film rel. weich, dauerhaft elastisch, v. a. Ethylacetat als Lösungsmittel, kann mit $H_2O$ -freiem Ethanol verdünnt werden. Tg 40
33 % Paraloid B 67 66 % Ethanol  Paraloid B 67 August 1997 Rohm and Haas (UK) Limited Lenninghouse 2 Masons Avenue Croydon England CR9 3 NB	Iso-Butyl-Methacrylat Poly- mer	klare Lösung, dünner Film, leicht in Schollen ablösbar, trockener Film  das wasserbeständigste und sprödeste Paraloid, besonders in Acetaten löslich, Tg 50
16,6 % Paraloid B 82 83,4 % g Ethanol : $H_2O$  Paraloid B 82 Labshop Twello	Methyl- Methacrylat- Copolymer	benetzt sehr gut, kaum sicht- barer Film in Ethanol : Wasser 90:10 löslich, Tg 35

Tabelle A.3: Probeaufstriche auf PE-Folie für den Cross-cut test.

<i>Klebstoff</i>	<i>Zusammensetzung</i>	<i>Bewertung</i>
Medium for Consolidation 4176 LASCAUX Barbara Diethelm AG Zürichstrasse 42 8306 Brüttisellen	sehr dünnflüssig wässrige Dispersion von Acrylat-Copolymeren auf der Basis von Acrylatester, Styren und Methacrylatester	für Festigung von Farbschichten auf Holz
25 % Mowiol 4-88 25 % Ethanol 50 % H <sub>2</sub> O  Mowiol 4-88 Gosman en Kraan	vollständig verseifter Polyvinylalkohol	Mowiol und H <sub>2</sub> O trüb bis schaumig, mit Ethanol wasserklar gut ablösbarer Film geringe Viskosität, wasserlöslich dünnflüssig, leicht löslich

## A.11 Beobachtungen beim Cross-cut Test

Tabelle A.4: Beobachtungen beim Cross-cut Test.

<b>A</b>	Evacon R pur	Perlt ab, kein geschlossener Film, doppelter Auftrag dicht hintereinander, rechtwinklig verstrichen. Weiß schimmernd, deutlich sichtbar. Kein geschlossener Film auf Testtape, aber vorher schon lückenhaft. Schlechte Ritzung fällt darum nicht so ins Gewicht. Beim zweiten Mal Andrücken löst sich viel mehr.
<b>B</b>	Medium für Konsolidierung pur	Benetzt gut, leicht blasig. Viel mehr abgelöst als erwartet. Nicht abgerissene Flakes noch auf Folie



Tabelle A.4: Beobachtungen beim Cross-cut Test.

<b>C</b>	Plextol D 360 pur	Benetzt gut Kleber komplett abgelöst, Schnitte gut, bis in die Folie (sichtbar am durchgehenden Gittermuster auf Kleber)
<b>D</b>	Paraloid B 82 16,6 % Ethanol : $H_2O$ (9 : 1) 83,4 %	Benetzt gut, einziger Kleber auf Lösungsmittel-Basis, leicht blasig Film unsichtbar, (fast) ganz ab
<b>E</b>	Plextol D 541 pur	Benetzt gut, leicht blasig Größte Kraft zum Abreißen nötig, aber Testtape auch besonders fest angedrückt wegen losen Splintern nach dem Ritzen. Schnitte nicht durchgehend. Vollständig abgegangen
Airplasmabehandlung (nicht reproduzierbarer Test)		
	Medium für Konsolidierung pur	Gut sichtbar auf Tape, keine Verbesserung der Haftung durch Airplasma bemerkbar
	Plextol D 360 pur	Kleber vollständig abgelöst, bleibt sehr klebrig, anhaftendes Papier reißt
	Paraloid B 82 16,6 % Ethanol : $H_2O$ (90 : 10) 83,4 %	Alles weg
	Plextol D 541 pur	Löst sich noch viel besser als unbestrahlte

## A.12 Zugversuche

### A.12.1 Norm für die Bestimmung der Zugfestigkeit

Norm für die Bestimmung der Zugfestigkeit hochfester Überlappungsklebungen, DIN EN 1456: Januar 1995, deutsche Fassung EN 1465: 1994

(Ersatz für DIN 53283:1979-09, entspricht ISO 4587:1979 modifiziert)

Diese Norm schreibt eine gleichmäßige Steigerung der Kraft vor. Bei Prüfmaschinen muss der Bruch zwischen 10 und 80 % des Skalenbereichs der Maschine liegen, die Toleranz beträgt 1 % der Bruchkraft. Die Prüfgeschwindigkeit ist so zu wählen, dass die Probe nach  $65 \pm 20$  Sekunden reißt. Die Klammern sollen sich selbsttätig ausrichten, die Längsachse der Probe ist die Zugrichtung, die Probe muss symmetrisch in Einspannkörper klemmen.

## A Anhang

Ein Zwischenstück kann in die Einspannklemme eingebracht werden, damit die Kraft in der Ebene wirkt. Zu prüfen sind nicht weniger als sechs Prüfkörper in einem Prüfklima nach ISO 295 für Labornormalklimate.<sup>4</sup> Für die Prüfkörper ist folgende Dimensionierung vorgesehen:

Länge eines Streifens:  $100 \text{ mm} \pm 0,25$

Breite pro Streifen:  $25 \pm 0,25 \text{ mm}$

Materialstärke:  $1,6 \pm 0,1 \text{ mm}$ <sup>5</sup>

Überlappung:  $12,5 \pm 0,25 \text{ mm}$

Freie Fläche zwischen Klammer und Verklebung:  $50 \pm \text{mm}$

Bei der Auswertung sind der arithmetische Mittelwert und die Variationskoeffizienten für die Bruchkraft in Newton oder in Megapascal anzugeben. Die Art des Bruchs ist nach DIN EN ISO 10365 für die Klebprüfung unabhängig von Prüfteil und Kleber zu beschreiben. Die Bezeichnungen der wichtigsten Bruchbilder nach dieser Norm sind:

Fügeteilbruch SF (Prüfkörper zerbricht), Kohäsionsfügeteilversagen CSF, Bruch durch Delaminieren DF (Schichtentrennung), Kohäsionsbruch CF (im Kleber), substratnaher spezieller Kohäsionsbruch SCF, Adhäsionsbruch AF (zwischen Kleber und Fügeteil) und Adhäsions- und Kohäsionsbruch ACFP.

Der Prüfbericht soll enthalten:

- a) Bezugnahme auf diese Norm
- b) Lieferbezeichnung des geprüften Klebstoffs mit Typ, Hersteller, Schlüsselnummer des Herstellers, Chargen bzw. Losnummer und Lieferform
- c) Bezeichnung des Werkstoffs incl. der Dicke, Breite und Oberflächenvorbehandlung
- d) Kleberaufbringung mit ggf. Vorhärtzeit, Methode, Temperatur, angewendetem Druck
- e) die mittlere Dicke der Klebstoffschicht
- f) Prüfklima
- g) Lagerungsdauer im Prüfklima
- h) Prüfgeschwindigkeit
- j) Einzelwerte und Streuung
- k) Art des Bruchs nach ISO 10365

Die Zugversuche wurden soweit möglich in Anlehnung an diese Norm durchgeführt. Die Versuche entsprechen in folgenden Punkten nicht der Norm: die Materialstärke liegt unter den empfohlenen 1,6 mm. Das Prüfklima war trockener als gefordert (für Details siehe Beschreibung des Versuchsaufbaus). Die Prüfzeiten lagen nicht immer zwischen 35 und 85 Sekunden. Der als Gewicht verwendete Quarzsand lud sich zunehmend statisch auf, weshalb er ungleichmäßig rieselte und der Fluss auch kurzzeitig unterbrochen wurde. Die Messwerte werden in der Tabelle in Gramm angegeben und nicht, mit dem Faktor 9,81 multipliziert, in Newton ausgedrückt.

<sup>4</sup> Aus der DIN sind die Normalklimate 20/65 (20°C/65 % relative Luftfeuchte) und 23/50 (23°C/50 % relative Luftfeuchte) bekannt.

<sup>5</sup> Vorliegende Folien sind 0,11–0,02 mm dick. Die geringere Materialstärke stellt keine Schwierigkeit dar, da auch die Klebungen nur eine geringe Festigkeit aufweisen.

Weitere Normen, die für die Versuche in Betracht gezogen wurden sind:

DIN EN ISO 527-1 Plastics – determination of tensile properties (siehe auch E DIN 53455)

DIN EN ISO 527-3 Kunststoffe. Bestimmung der Zugeigenschaften von Folien und Tafeln

DIN 53112 Zugfestigkeit und Dehnung

EN 1896-2001 Bestimmung der Zugfestigkeit von Klebstofffilmen: Benötigt: Dickenlehre, die es gestattet, ohne Verformung des Films auf 0,01 mm genau zu messen

DIN 50014 Folienhaftung auf STAHL

DIN EN 12814-T2 Schweißverbindungen

Kleben allgemein: VDI 3821, DVS 2204

### A.12.2 Vorbereitung der Zugversuche

**Probenvorbereitung** Alle Tüten wurden mit destilliertem Wasser gereinigt, die zu verklebende Seite wurde nach 24 h mit Aceton und einem Wattestäbchen abgerieben. Für eine schnelle Trocknung wiesen die gereinigten Seiten nach oben. Für die Prüfkörper wurden die Streifen (25 x 100 mm) aus Polyethylenfolie mit Streifen im gleichen Format aus einem sehr langfaserigen, dünnen Japanpapier (20 g/m<sup>2</sup>) verklebt, damit die Lösungsmittel der Kleber durch das Papier verdampfen können. Die Undurchlässigkeit von PE für die meisten Flüssigkeiten und Dämpfe stellt bei der Verklebung zweiter PE-Schichten ein Problem dar. Die Klebstoffe wurden mit einem ca. 15 mm breiten, weichen Flachpinsel auf die Papierstreifen aufgetragen, um ein mögliches Abperlen auf dem PE zu umgehen. Bei dünnflüssigen Klebern genügte es, den Kleber mit einem Strich aufzutragen. Bei viskosen Klebstoffen (Beva 371, Evacon R und Acrylkleber 360 HV) erfolgte der Aufstrich über Kreuz, um die Papierfasern gleichmäßig zu benetzen. PE- und Papierstreifen wurden unmittelbar nach dem Klebstoffauftrag, ca. 15 min nach der Reinigung mit Aceton zusammengefügt. Die Klebefläche betrug 25 x 12,5 mm. Die Streifen wurden angedrückt und zum Trocknen mit der Papier-Seite nach oben ausgelegt. Bis auf Streifen, die mit Beva 371 verklebt wurden, wurde auf Pressen während der Trocknung verzichtet. Bei Kontakt mit Beva 371 rollten sich jedoch die Folien von den Ecken ausgehend von der Klebefläche weg, darum wurden sie ca. 48 Std. gepresst. Auch nach der Trocknung waren die Teststreifen verformt. Sie wurden vor dem Zugtest heiß gesiegelt, was die Deformation aber nicht dauerhaft beseitigte.

Beim Sekundenkleber wurden je zwei Polyethylenstreifen derselben Tüte mit einander verklebt. Die gereinigten und trockenen PE-Streifen wurden bis auf die Klebefläche mit Papier abgedeckt und mit dem Primer in einem Zerstäuber einmal kurz besprüht. Besonders Streifen aus dünnen Folien rollten sich bei Kontakt mit dem Primer wie bei Beva 371 konvex ein, entspannten sich aber beim Trocknen wieder. Laut Hersteller sollte der Sekundenkleber nach 20 Sekunden aufgetragen werden. Es wurden mindestens 20 bis höchstens 40 Sekunden Zeit gegeben. Sobald der Primer verdampft war, wurde der Kleber direkt aus der Flasche einseitig aufgetragen. Die PE-Streifen haften sofort bei Berührung, eine Korrektur ist nicht möglich.

Streifen auf Klucel E und Störleim mussten teils neu verklebt werden. Hierzu wurde

erneut Klebstoff auf das Japanpapier gestrichen, die Teile wurden sofort gefügt. Die Belastbarkeit dieser beiden Kleber ist so gering, dass es nicht möglich war alle Probekörper zu messen.

**Versuchsanordnung** Um die Steigerung der Zugbelastung so einzustellen, dass es zum Versagen der Probekörper nach  $65 \pm 20$  Sekunden kam, wurde an separat erstellten Prüfkörpern das Gewicht ermittelt, bei dem die Prüfkörper reißen. Als Gewicht wurde Quarzsand verwendet, der in einen Trichter mit einem Schlauch aus einem Polyolefin gefüllt wurde. Der Schlauch führte in eine Kunststoffflasche, die mit einem Haken an den verklebten Folien befestigt wurde. Die Folien wurden an beiden Enden durch 25 mm breite Klammern fixiert. Durch beiden Klammern war je ein Metallring gezogen, mit dem die Streifen oben auf eine waagrechte Rundstange gesteckt wurden. In den unteren Ring wurde der Haken an der Kunststoffflasche gehängt. Dieser Aufbau sollte das senkrechte Hängen gewährleisten. Als Fließgeschwindigkeit wurde für den Schlauch 1200 g/80 Sekunden ermittelt. Der Wert nahm im Verlauf der Messungen wegen statischer Aufladung ab (Reißen nach max. 200 Sekunden). Die Teststreifen, die zur Ermittlung der nötigen Fließmenge pro Zeit verwendet wurden, bestanden aus zwei verklebten Streifen aus einer 50  $\mu\text{m}$  dicken weißen Tüte mit der Kennzeichnung „LD-PE, 7/94“, die mit Evacon R und Plextol D 360 vor 6 Monaten verklebt worden waren. Die Klebeflächen betragen bei Evacon R 25 x 13 und 18 x 12,5 mm, die Klebungen trennten sich bei 1340 und 796 g, was Zugbelastungen von 4040 und 3470 N/cm<sup>2</sup> entsprach. Die Verklebung mit Plextol D 360 auf einer Fläche von 25 x 13 mm löste sich bei 1780 g, das entsprach 5370 N/cm<sup>2</sup>. Bei 1780 g reichte der Druck der Halteklammern nicht mehr aus, es wurden beide Klammern durch je eine weitere Klammer rechts und links ergänzt, die Druck auf die mittlere Klammer ausübten. An beiden Enden der Testkörper wurden zudem 1,5 mm dicke runde Holzstäbchen so in die Streifen eingeklebt, dass je 50 mm über und unter der Verklebung der Streifen frei blieben. Die Enden wurden bis zur 50 mm-Grenze umgeschlagen, so dass die Prüfkörper um 37 mm (18 mm an jedem Ende) kürzer wurden.

Die eigentlichen Prüfkörper wurden auf die gleiche Weise modifiziert. Bei den Serien 1 und 2 (Plextol D 498 und Evacon R) wurden die Folien mit Sekundenkleber/Primer verklebt. Die Papierenden wurden bei Serie 1 mit Klucel E umgeklebt, doch faserte das Papier wegen der Feuchtigkeit auf. Bei Evacon R wurde stattdessen eine Kombination aus Uhu Stic und Tesafilm gewählt. Wegen der Langwierigkeit der Vorbereitungen wurden die Hölzchen bei allen übrigen Streifen (Serie 3 bis 8) sowohl am Folien- als auch am Papierende mit Acrykleber 360 HV eingeklebt. Die Gesamtlänge der Proben betrug danach nur noch 150 mm.

Das Messklima betrug bei Serie 1 und 2 21,5°C/43 % rF, bei Serie 4, 7 und 8 22°C/35 % rF, bei Serie 3 und 5 21°C/34 % rF. Bei 22°C/38 % rF waren die Messungen abgeschlossen. Im Protokoll im Anhang sind alle Beobachtungen bei den Messungen dokumentiert.

### A.12.3 Protokoll zu den Zugversuchen

„Klebung“ meint die zu prüfende Klebung, „Umklebung“ meint die die umgeklebten Enden der Streifen. Bei genauerer Beschreibung der Risse im Papier wird der Riss von links nach rechts betrachtet. Bruchstellen in Folie, Papier oder Klebstoff sind mit Abkürzungen (A: Adhäsion, Folie: F, Klebstoff: K, Papier: P) angegeben. In Klammern stehende Bruchstellen bedeuten fehlerhaften Proben, die Fehler sind den Bemerkungen zu entnehmen. Zwei Bruchstellen, bedeuten, eine weitere Schadensursache unmittelbar bevor stand, bzw. zwei Gefügeveränderungen beobachtet wurden.

Tabelle A.5: Protokoll zu den Zugversuchen.

Nr.	Bemerkungen	Bruchstelle
1 A	Folienende eingerollt wegen Sekundenkleber, Kleber bis dicht über der 50 mm Grenze, Faltenwurf in der Folie über Klammer; Klebung der Streifen, leicht versetzt, ein Ende schließt nicht ganz, Versagen rein AF, Kleber an Papier	(K)
1 B	Zerrissenes Papier überlappend verklebt mit Klucel E, mit Tesafilm gesichert, Bereich über der Freifläche 8 mm, Riss im Papier 10 mm über der Klebung, Dehnung der Tüte um 55 mm. Bewegung kurz vor dem Reißen. Bei Ruhelage hätte zuerst die Folie versagt	F/P
1 C	Folienriss dicht über Umklebung	F
1 D	Versagen rein AF, Kleber an Papier	K
1 E	Papierriss dicht unter Umklebung	P
1 F	umgeschlagene Papierkante ist nicht bis unten verklebt bogenförmiger Riss ca. 10 mm über der Verklebung	P
2 A	Folie bei Umklebung deformiert, Folie schält sich bei Klebung, Bruch rein AF, Kleber an Papier, Messerwert ersetzt	(K)
2 B	Klebung auf 5 mm gelöst, Breite nur noch 20mm, ganz schnell gerissen, Versagen rein AF, Kleber an Papier, Messerwert ersetzt	(K)
2 C	Trichter schlimmer verstopft als bei 2 D, Folienriss bei kleiner Verletzung	F
2 D	Papierriss 15 mm unter Umklebung, bogenförmig; Trichter verstopft, Messzeit nur ungefähr, viel zu lange	P
2 E	Papierriss 2 mm unter Umklebung schräg nach unten	P
2 F	Riss der Aufhängung der Sandflasche, Papierriss dicht unter der Umklebung waagrecht	(P)

Tabelle A.5: Protokoll zu den Zugversuchen.

Nr.	Bemerkungen	Bruchstelle
3 A	Klebung etwas faltig, Versagen rein AF, Kleber an Papier	K
3 B	Sand klumpt, manueller Druck, Folienriss entlang der Klebung, Gesamtlänge nach dem Riss 175 mm	F
3 C	Sand klumpt, manueller Druck, Papierriss schräg nach unten ab 12 mm unter der Umklebung	P
3 D	Sand klumpt, Papierriss schräg nach oben ab 10 mm unter der Umklebung bis an ihre Kante	P
3 E	Sand klumpt, Papierriss schräg nach oben ab 15 mm unter der Umklebung	P
3 F	Sand klumpt, Papierriss bogenförmig nach unten 3 mm unter der Umklebung	P
4 A	Trennung vor Versuch	-
4 B	Trennung vor Versuch	-
4 C	Nachgeklebt, Trennung vor Versuch	-
4 D	Versagen rein AF, Kleber an Papier	K
4 E	Nachgeklebt, Versagen rein AF, Kleber an Papier	K
4 F	Nachgeklebt, Trennung vor Versuch	-
5 A	Sand klumpt, Papierriss ungleichmäßig 10–20 mm über der Klebung schräg nach oben	P
5 B	Sand klumpt, Folienriss 15 mm über Umklebung, Gesamtlänge nach dem Reißen 145 mm	F
5 C	Sand klumpt, Papierriss ungleichmäßig 5-7 mm über der Klebung	P
5 D	Sand klumpt, Papierriss mit Stufe, halb waagrecht 8 mm über der Klebung, dann schräg nach unten	P
5 E	Sand klumpt, Papierriss dicht über Klebung bogenförmig gerissen	P
5 F	Sand klumpt, Papierriss 5 mm über der Überlappung halb schräg nach unten, halb gerade	P
6 A	Nachgeklebt, Versagen rein AF, Kleber an Papier	K
6 B	Verklebung mit der bedruckten Vorderseite (!) Folienriss, Gesamtlänge nach dem Reißen 230 mm (manuelles schälen löst Druckfarbe von Folie)	K/F
6 C	Gerissen beim Aufhängen	-
6 D	Versagen rein AF, Kleber an Papier	K
6 E	Versagen rein AF, Kleber an Papier	K

Tabelle A.5: Protokoll zu den Zugversuchen.

Nr.	Bemerkungen	Bruchstelle
6 F	Gerissen beim Aufhängen	-
7 A	Waagrecht deformiert, Papierriss 4 mm über Klebung, leicht schräg nach unten, Dehnung um 30 mm in der Folie	P/F
7 B	Senkrecht deformiert, Folienriss dicht bei der Umklebung Reißdehnung um 230 mm,	F
7 C	Senkrecht deformiert, Papierriss 4 mm über der Klebung, leicht schräg nach unten	P
7 D	Senkrecht deformiert, Papierriss 4 mm über der Klebung, leicht schräg nach oben	P
7 E	Senkrecht deformiert, Papierriss 4 mm über der Klebung, leicht schräg nach unten	P
7 F	Senkrecht deformiert, Papierriss 10 mm über der Klebung, schräg nach unten	P
8 A	Klebung leicht versetzt, schlecht, Folienriss dicht an Klebung	F
8 B	Folienriss in der Mitte der freien Fläche, Gesamtlänge nach dem Reißen 170 mm	F
8 C	Zu viel Kleber, dicke harte Schicht, Folienriss in der Mitte der freien Fläche, Gesamtlänge nach dem Reißen 220 mm	F
8 D	Folienriss 10 mm über der Klebung	F
8 E	Folienriss dicht über Klebung, extreme Dehnung, Länge der Hälften nach dem Reißen 250 und 245 mm	F
8 F	Kein Riss	-

## A.13 Kunststoffbestimmungstests nach Waentig

Bei der Anwendung der Testmethoden<sup>6</sup> ist es wichtig zu beachten, dass eindeutige Ergebnisse nur mit ungefüllten und ungefärbten Homopolymeren erhalten werden. Die Anwesenheit von Füllstoffen, Pigmenten oder anderen Zusätzen kann das Ergebnis verfälschen. Zusätze wie Weichmacher, Stabilisatoren, Füllstoffe oder Farbstoffe bzw. Pigmente sollten bei solch einfachen Versuchen nicht stören. Eine Vorstellung von den in Frage kommenden Werkstoffen, sollte vor Beginn der Tests bestehen. WAENTIG empfiehlt Tests an Referenzen und rät auch zu Wiederholungen der Tests.

**Fingernageltest** Der Fingernageltest unterscheidet lediglich zwischen PE und PP. Kratzt man mit dem Fingernagel über die Oberfläche des Objektes, so sind beim PE deutliche Spuren sichtbar, bei PP entstehen nur schwache Eindruckstellen.

**Dichte** Bei homogenen, porenlosen Stücken kann die Dichte eines Prüfteils durch das sog. Schwimmverfahren getestet werden. Dazu wird eine Probe in Flüssigkeiten verschiedener, bekannter Dichte gelegt und beobachtet, ob sie schwimmt, ganz zu Boden sinkt oder in der Flüssigkeit schwebt. Die Beobachtung sollte sofort nach Eingabe der Probe in die Prüfflüssigkeit erfolgen. Bei der Messung können Fehler durch mangelhafte Benetzung (besonders bei pulvrigen, körnigen Formmassen) und durch am Prüfobjekt haftende Luftblasen auftreten. Etwaige Luftblasen sind mit einer Nadel zu entfernen, eine bessere Benetzung kann mit einem Tropfen Spülmittel in der Prüfflüssigkeit erreicht werden. Die verschiedenen Flüssigkeiten sollten der Reihe nach verwendet werden. Die Größe des Probanden muss mindestens ein Korn oder ein Span des zu messenden festen, poren- sowie lunkerfreien Kunststoffes sein. Bei diesem Test können nur ungefärbte Proben verwendet werden, da Pigmente und Füllstoffe die Dichte verändern.

**Einwirkung von Flammen** Bei der Brennprobe hält man eine kleine Probe des Werkstoffes in eine kleine Flamme und beobachtet die Brennbarkeit innerhalb und außerhalb der Flamme, das Abtropfen brennender oder geschmolzener Teile sowie den Geruch nach dem Verlöschen.

---

<sup>6</sup>WAENTIG (2004), S. 377–382.



## A.14 Kontakte

Tabelle A.6: Kontakte.

<b>Wissenschaftliche Betreuung</b>	
Lehrstuhl für Restaurierung, Kunsttechnologie und Konservierungswissenschaft Technische Universität München Katharina KUCHLMAYR Sekretariat Oettingenstr. 15 D-80538 München Tel +49 (0) 89 21124568 Fax +49 (0) 89 21124554 sekretariat@rkk.arch.tu-muenchen.de Prof. Erwin EMMERLING Ordinarius Tel +49 (0) 89 21124559	Doerner Institut, Bayer. Staatsgemäldesammlungen PD Dr. Heike STEGE Leitung der naturwissenschaftlichen Abteilung Barer Straße 29 D-80799 München Tel +49 (0) 89 23805 167 Fax +49 (0) 89 23805 156 stege@doernerinstitut.de
Materialprüfungsamt für das Bauwesen der Technischen Universität München Andreas GREUBEL Theresienstr. 90 D-80333 München Tel +49 (0) 89 289 23068 Fax +49 (0) 89 289 23057 greubel@lki.bv.tum.de	Instituut Collectie Nederland Drs. Thea VAN OOSTEN senior researcher, research department Postbus 76709 NL-1070 KA Amsterdam Tel +31 (0) 20 3054773 Fax +31 (0) 20 3054700 thea.van.oosten@icn.nl
Museum für Moderne Kunst MMK Frankfurt am Main Dipl. Restaurator Ulrich LANG Restaurierung Domstr. 10 D-60311 Frankfurt Tel +49 (0) 69 21233719 Tel +49 (0) 160 7452750 ulrich.lang@stadt-frankfurt.de	
<b>Restaurierung</b>	

Tabelle A.6: Kontakte.

Museum der bildenden Künste Leipzig Dipl. Restauratorin Sybille RESCHKE Restaurierung Leipzig Tel +49 (0) 341 21699925 sybille.reschke@web.de	Kunstmuseen Krefeld Dipl. Restaurator Sebastian KÖHLER Restaurierung Tel +49 (0) 2151 97558-122 sebastian.koehler@krefeld.de
Adolf-LUTHER-Stiftung Dr. Magdalena BROSKA wissenschaftliche Leitung Viktoriastr. 112 47799 Krefeld Tel +49 (0) 2151 27913 Fax +49 (0) 2151 802966 info@adolf-LUTHER-stiftung	Adolf-LUTHER-Stiftung Andreas S. WÜNKHAUS Viktoriastr. 112 47799 Krefeld Tel +49 (0) 2151 27913 Fax +49 (0) 2151 802966 info@wuenkhaus.de Tel +49 (0) 211 6581479
Sammlung GOETZ Dipl. Restauratorin Marianne PARSCH Restaurierung Schleißheimerstr. 89 85748 Garching Tel +49 (0) 89 54804725 Fax +49 (0) 89 54804727 marianne.parsch@sammlung-goetz.de	LUDWIG-Forum für internationale Kunst Aachen Julia RIEF/Christina SODERMANN Restaurierung Tel +49 (0) 241 1807130 Julia.rief@mail.aachen.de
Dipl. Restauratorin Lydia BEERKENS Restaurierung Woordsesteeg 11 NL 6605 JB Wijchen Tel +31 (0) 24 3662041 lydia.beerkens@planet.nl	
<b>Künstler, Händler</b>	
Galeria JABLONKA Kochstraße 60 D-10969 Berlin Tel +49 (0) 30 21236890 Fax +49 (0) 30 21236891 info@jablonkagalerie.com	Galerie NEU Lara BREKENFELD Phillipstr. 13 D-10115 Berlin Tel +49 (0) 30 2857550 mail@galerieneu.com SCOTT WEAVER Tel +49 (0) 176 20089005

Tabelle A.6: Kontakte.

Galeria JABLONKA Uta FLICK Lindenstr. 19 D-50674 Köln Tel +49 (0) 221 2403426 Fax +49 (0) 221 2408132 Uta@jablonka.net rafael@jablonka.net	Hochschule für Bildende Künste Hamburg Andreas SLOMINSKI Tel +49 (0) 40 428989-359 Swaantje GÜNTZEL swaguentzel@gmx.de
Produzentengalerie Hamburg Admiralitätstrasse 71 D-20459 Hamburg Tel +49 (0) 40 378232 Fax +49 (0) 40 363304 www.produzentengalerie.com	Hochschule für Bildende Künste Hamburg Susanne DUDDA Tel +49 (0) 40 428989264 susanne.dudda@hfbk.hamburg.de
<b>Sammlungen</b>	
Colección de Arte Contemporáneo – Fundación „la Caixa“ Mar MANEN Registro Av. Marqués de Comillas 6-8 08038 Barcelona Tel +34 (0) 93 476 8607 Fax +34 (0) 93 4768664 mmmanen@fundaciolacaixa.es	Sammlung OLBRICHT Essen Gabriele LOHMANN Gabriele.lohmann@olbrichtcollection.com
Volkmar SCHNÖKE Klasdorferstraße 15837 Klasdorf Tel +49 (0) 33704 65432 Tel +49 (0) 30 31503610 info@schnoeke.de	FH Fulda Tel +49 (0) 661 9640157 Erwin JACOBS erwin.jacobs@t-online.de erwin.jacobs@01019freenet.de
Sammlung Gerd MITTENDORF Stauffenbergstr. 2 D-42477 Radevormwald	Stadtarchiv Passau Günther ECKERL Tel +49 (0) 851 396831 guenther.eckerl@passau.de

Tabelle A.6: Kontakte.

<p>Deutsches Verpackungsmuseum e.V.  Hauptstraße 22  D-69117 Heidelberg  Tel +49 (0) 6221 21361  Fax +49 (0) 6221 658414  info@verpackungsmuseum.de</p>	<p>Karl Ernst OSTHAUS Museum  Schaufenstermuseum  Melanie REDELBERGER  Tel +49 (0) 2331/2073135  Tel +49 (0) 178 8373921  schaufenster@keom.de  info@stadtmarketing-hagen.de</p>
<p>Familie Dr. WAITZ  Privatsammlung  Hamburg</p>	<p>Dr. Otto ROTHFUSS  Kunstverein  KISS Kunst im Schloss Untergröningen  e.V. (AdKV)  Temporäres Museum  Schlossberg  73453 Abtsgmünd-Untergröningen  Tel +49 (0) 7975 910241  Fax +49 (0) 7975 910245  info@kiss-untergroeningen.de</p>
<p><b>Folienherstellung</b></p>	
<p>Industrieverband Papier- und Folienver-  packung e.V. (IPV)  Bernhard SPROCKAMP  Große Friedberger Str. 44-46  D-60313 Frankfurt (Main)  Tel +49 (0) 69 281209  Tel +49 (0) 69 296532  E-Mail: info@ipv-verpackung.de  www.ipv-verpackung.de</p>	<p>DETTMER Verpackungen GmbH  Verpackungsfolien – Folienverpackungen  Andreas BERGMEIER  Leiter Entwicklung  Postfach 1309  D-49380 Lohne  Industriegebiet West Gewerbering  D-49393 Lohne  Tel +49 (0) 4442 93230  Fax +49 (0) 4442 932353  a.bergmeier@de-lo.de</p>

Tabelle A.6: Kontakte.

Hauptverband Papier- und Kunststoff- verarbeitung (HPV) e.V. Strubbergstraße 70 60489 Frankfurt Tel +49 (0) 69 9782810 Fax+49 (0) 69 9782813 info@hvp-ev.org	Industrieverband Kunststoffverpackun- gen e. V. Regine SIMON Kaiser-Friedrich-Promenade 43 61348 Bad Homburg Tel +49 (0) 6172 926601 Fax +49 (0) 6172 926670 info@kunststoffverpackungen.de r.simon@kunststoffverpackung.de
Folienentwicklung Dr. Helmut FRANK München Tel +49 (0) 89 8388789	SPAR Schenefeld Hamburg Tel +49 (0) 40 83940 EDEKA Hamburg Tel +49 (0) 40 8405210
Sigma-Aldrich Chemie GmbH Claudia HERMS Technischer Service/Verkauf Eschenstraße 5 D-82024 Taufkirchen Tel +49 (0) 89 65131477 Fax +49 (0) 89 65131409 claudia.herms@sial.com	Bundesministerium für Umwelt, Natur- schutz und Reaktorsicherheit Alexanderstraße 3 D - 10178 Berlin Tel +49 (0) 30 18305 0 Herr SCHMID-UNTERSEE Tel +49 (0) 30 18305 2572