

Martina Rohrbach, Beat Gnädinger (Hg.)

Der Zürcher Globus

Projekt Globus-Replik 2007–2009, Dokumentation

Inhalt

Das Projekt.....	11
Auftrag und Projekt.....	12
Der Auftrag.....	12
Das Vorprojekt.....	12
Das Hauptprojekt.....	14
Öffentliches Interesse.....	16
Dank.....	16
Geschichte und Beschreibung des Objekts.....	19
Geschichte.....	20
Ausgangslage.....	20
Von der Kriegsbeute zur „Morgengabe“.....	20
Erste wissenschaftliche Beiträge und Restaurierung.....	21
Der Globus als Ikone des Kulturgüterstreits.....	22
Konstruktion und Terminologie.....	24
Einleitung.....	24
Konstruktion und Fertigungstechnik.....	24
Detaillierte Beschreibung der Konstruktionselemente.....	26
Sockeltisch.....	26
Globuskorb mit Getriebe und Horizontring.....	27
Meridianring und Meridianringstützen.....	29
Globuskugel.....	31
Zusammenfassung.....	33
Der Erd- und Himmelsglobus als Instrument.....	34
Problemstellung.....	34
Beobachtungen am Erdglobus.....	34
Der Erdglobus als Modell.....	34
Das Kartenbild.....	35
Die Klimazonen.....	36
Beobachtungen am Himmelsglobus.....	37
Der Himmelsglobus als Modell.....	37
Sonne und Jahreszeiten.....	38
Beobachtungen von Fixsternen.....	39
Beziehung zwischen Kalender und Tierkreis als Datierungsgrundlage.....	39
Verwendung des Objekts.....	41
Der Heiligenkalender auf dem Horizontring.....	42
Schlechte Lesbarkeit vieler Heiligennamen.....	42
Jeder Tag ist mit einem Heiligennamen zu versehen.....	43
Die wichtigsten Festtage in roter Auszeichnungsschrift.....	45
Aus dem Süden Deutschlands, aber mit niederländischen Einflüssen.....	45
Verschiedene Genitiv-Schreibweisen und -formen.....	46
Kleine verbleibende Unsicherheiten.....	46
Darstellungen auf den Streben.....	48
Einführung.....	48
Details.....	49
Strebe 1 a.....	49
Strebe 1 b.....	50
Strebe 2 a.....	51
Strebe 2 b.....	52
Strebe 3 a.....	54
Strebe 3 b.....	55
Strebe 4 a.....	57
Strebe 4 b.....	58
Strebe 5 a.....	59

Strebe 5 b	60
Strebe 6 a	61
Strebe 6 b	63
Flaggen.....	64
Terminologie.....	64
Die Seeschlacht von Lepanto.....	64
Flaggen und Kommandowimpel.....	64
Zeltplanen	65
Einzelnes Schiff.....	66
Streifenflagge.....	66
Zwei weisse Flaggen	66
Voruntersuchungen	69
Erfassung von Geometrie und Textur	70
Auftrag und Problemstellung.....	70
Datenerfassung	70
Photogrammetrie	70
Scannen mittels Streifenprojektion.....	71
Photogrammetrische Auswertung der Daten	72
Auswertung der Globuskugel	72
Auswertung der anderen Globusteile.....	74
Zusätzliche Auswertungsschritte	77
Erkenntnisse.....	77
Durchstrahlungsprüfung	78
Auftrag und Problemstellung.....	78
Röntgenuntersuchung	78
Interpretation der Bilder.....	79
Ergebnisse.....	81
Konstruktionspläne	82
Ziel und Zweck	82
Grundlagen	83
Vorgaben.....	85
Vorgehen.....	85
Problemstellungen	85
Durchschnittswerte mussten gefunden werden.....	85
Triangulationsdichte	86
Verdeckt-Berechnungen	86
Ergebnisse.....	90
Untersuchung der Malschichten	91
Einleitung.....	91
Methodik.....	92
Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse (μ -RFA)	92
Elektronenstrahl-Mikrosonde	93
Raman-Mikrospektroskopie	93
Fouriertransformierte Infrarotspektroskopie (FT-IR).....	93
Einschränkungen	94
Auswertung und Ergebnisse	95
Die Grundierung	95
Wasser – grün-blaue Farbtöne	95
Weiss	96
Gelb: Inseln und Kontinente.....	97
Gold	97
Rot und Rosa	99
Braune Mischfarben	100
Schwarz: Schrift	100
Bindemitteluntersuchung.....	101
Ergebnisse.....	101

Malschichtaufbau I: Befunde im Vorprojektstadium.....	103
Einleitung.....	103
Möglicher maltechnischer Aufbau.....	103
Anmerkungen zur originalen Farbigkeit.....	107
Malschichtaufbau II: Begutachtung vor der Ausführung.....	108
Auftrag, Vorgehensweise.....	108
Beobachtungen zu Schichtenaufbau, Maltechnik und Malstil.....	109
Allgemeines.....	109
Gestell.....	110
Kugel.....	110
Pigmente.....	111
Vergoldung/Blattmetallaufgaben.....	112
Gestell.....	112
Kugel.....	112
Analyse historischer Firnisse.....	113
Erste Untersuchungsergebnisse.....	113
Anforderungen an einen Firnis.....	114
Literaturauswahl.....	114
Testreihe.....	117
Mustertafel.....	117
Künstliche Lichtalterung.....	118
Empfehlung geeigneter Firnisse.....	120
Realisierung.....	121
Metallarbeiten.....	122
Auftrag und Problemstellung.....	122
Ausgeführte Arbeiten.....	122
Erkenntnisse.....	124
Holzkonstruktion.....	125
Auftrag.....	125
Material.....	125
Vorgehen.....	125
Erkenntnisse.....	129
Aufbau des Kugelmantels.....	132
Ausgangslage, Aufgabe.....	132
Aufbau der Globuskugel.....	133
Papiermaché zur Herstellung einer grossen Globuskugel.....	135
Überlegungen zur Herstellung des neuen Kugelmantels.....	137
Rekonstruktion des Kugelmantels.....	139
Einleitung.....	139
Innere Schale.....	139
Aufbereitung und Zuschnitt des Papiers für die äussere Schale.....	141
Herstellung der äusseren Schale aus Papiermaché.....	141
Fazit.....	146
Der Kreidegrund zwischen Papiermachémantel und Malerei.....	147
Einführung.....	147
Ausgeführte Arbeiten.....	148
Malerei: Grundlagen, Allgemeines, Globuskugel, Tisch.....	150
Grundlagen.....	150
Ausführung.....	151
Allgemein.....	151
Einritzen des Koordinatensystems.....	152
Bemalung der Globuskugel.....	153
Vergoldungen auf der Globuskugel.....	156
Bemalung des Gestells.....	157
Bemalung des Stundenrings.....	159
Fazit.....	160

Malerei auf den Korbstreben	162
Gemalte Zierapplikationen	162
Die Medaillons.....	163
Malerei auf dem Horizontring	172
Allgemeines	172
Kreis mit der Darstellung der Winde.....	173
Sternkreiszeichen.....	176
Dekorative Elemente	179
Schlussbetrachtung	179
Beschriftung.....	180
Chronologie	180
Beschreibung der Arbeit	180
Vorlagen	180
Umfang der Beschriftungsarbeit.....	181
Technik	185
Die Schrift.....	185
Schreibgründe.....	185
Schreibflüssigkeiten.....	187
Schreibwerkzeuge.....	189
Bemerkungen, Beobachtungen	191
Arbeitshaltung	191
Konklusion.....	191
Moderne Ergänzungen	193
Konstruktionsfehler am Original und Ergänzungen an der Replik.....	193
Aufbau.....	199
Transport und Aufbau	200
Transport.....	200
Aufbau	200
Anhang.....	209
Ergänzende Informationen zu den einzelnen Kapiteln	210
Geschichte und Beschreibung des Objekts	210
Konstruktion und Terminologie der einzelnen Elemente	210
Voruntersuchungen.....	212
Durchstrahlungsprüfung	212
Konstruktionspläne	219
Analyse historischer Firnisse	227
Realisierung	229
Bemalung, Vergoldung, Firnis	229
Bibliografie	233
Abbildungsverzeichnis.....	236
Tabellenverzeichnis	241
Projektbeteiligte	241
Gesamt- bzw. Hauptprojekt	241
Vorprojekt, Recherchen.....	242
Begleitende Funktionen, Zulieferer	243

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Gesamtansicht der zwischen 2007 und 2009 im Staatsarchiv des Kantons Zürich hergestellten Replik des St. Galler Erd- und Himmelsglobus (Bild: Matthias Jurt, 2009).	1
Abb. 2:	Die erste Märzhälfte mit Kalendertagen, Wochentags-Aequivalenten und Namenskalender auf dem Horizontring der Globus-Replik. Der originale Horizontring, insbesondere dessen Oberseite als besonders exponierte Fläche, ist stärker vergilbt, verschmutzt und berieben als die meisten anderen Globusteile. Entsprechend aufwändig war dessen Replizierung – und entsprechend deutlich präsentieren sich die Unterschiede zwischen Original und Replik. (Bild: Matthias Jurt, 2009).	11
Abb. 3:	In die Schmalseite des Meridianrings ist teilweise eine Zahnung eingearbeitet. Sie ist Teil einer Neigemechanik, die wohl schon recht früh nicht mehr richtig funktionierte (Foto: Donat Stuppan, Schweizerische Landesmuseen, 2009).	19
Abb. 4:	Der St. Galler Globus im Erdgeschoss der Zürcher Wasserkirche. Zwar nur Teil einer grösseren Darstellung, ist der Globus aufgrund seiner relativ hohen Konstruktion, der Form der Korbstreben und des Stundenrings doch ziemlich eindeutig identifizierbar (Bild: „Das Innere der Wasserkirche in der Neuzeit, 1847“. Gestochen von Franz Hegi (1774–1850), Quelle: ZBZ Grafische Sammlung GRA 4.9).	21
Abb. 5:	Gesamtansicht des Originals (Foto: Donat Stuppan, Schweizerische Landesmuseen, 2009).	25
Abb. 6:	Korbstrebe mit umlaufender Profilleiste. Die Verbindung zur Tischplatte ist mittels durchgehender Zapfen gegeben (Foto: Donat Stuppan, Schweizerische Landesmuseen, 2006).	27
Abb. 7:	Zapfen mit Keil unterhalb der Tischplatte zur Sicherung der Korbstrebe (Foto: Donat Stuppan, Schweizerische Landesmuseen, 2009).	27
Abb. 8:	Trägerholz mit Holzdübel unterhalb des Horizontrings zur Sicherung der Korbstreben (Foto: Donat Stuppan, Schweizerische Landesmuseen, 2009).	28
Abb. 9:	Drehmechanik des Getriebes mit grossem Zahnrad und Halterung für die fehlende Handkurbel mit demontierter Kugel (Foto: Donat Stuppan, Schweizerische Landesmuseen, 2009).	28
Abb. 10:	Drehmechanik des Getriebes mit grossem Zahnrad und Halterung für die fehlende Handkurbel mit Kugel und Meridianring (Foto: Donat Stuppan, Schweizerische Landesmuseen, 2009).	28
Abb. 11:	Getriebe mit kleinem Zahnrad, das in die Zahnung des Meridianrings greift, bei demontierter Kugel (Foto: Donat Stuppan, Schweizerische Landesmuseen, 2009).	29
Abb. 12:	Detailaufnahme der Zahnung an der Aussenkante des Meridianrings (Foto: Donat Stuppan, Schweizerische Landesmuseen, 2009).	30
Abb. 13:	Zwei seitlich auf dem Tisch angebrachte Stützen mit Gleit- und Lagerrollen tragen den Meridianring und die Kugel (Foto: Donat Stuppan, Schweizerische Landesmuseen, 2009).	30
Abb. 14:	Durch das Aufliegen der Globuskugel auf dem Meridianring kommt es beim Drehen zu Reibungen und Fehlstellen in der Oberfläche. Die Abbildung zeigt bereits bestehende Schäden (helle Abriebstellen) (Foto: G. Petrak, Sammlungszentrum Affoltern, 2007).	31
Abb. 15:	Blick ins Innere der Kugel, die bei der Restaurierung 1961 letztmals geöffnet wurde. Die Abbildung zeigt die Konstruktion der südlichen Halbkugel (Foto aus: Grenacher, 1961, Tafel 36).	32
Abb. 16:	Konstruktionszeichnung einer Halbkugel. Im unteren Bereich (gestrichelter Rahmen) ist die Befestigung des Metallgewindes eingezeichnet (Rekonstruktion: Daniel Minder; Zeichnung: Hansueli Lehmann, 2007).	32
Abb. 17:	Röntgenaufnahme der Polachse mit Trapezgewinde, Befestigungsplatte und Schrauben (Foto: Thomas Lüthi, EMPA Dübendorf, 2007).	33
Abb. 18:	Skalen am replizierten Meridianring von innen nach aussen: geografische Breiten, Klimazonen mit Angaben zur Sonnenscheindauer, astronomische Breiten (Bild: Matthias Jurt, 2009).	37
Abb. 19:	Skalen am replizierten Horizontring von innen nach aussen: Azimutskala für Himmelskoordinaten, Himmelsrichtungen mit Winden, Gradeinteilung auf der Ekliptik, Tierkreis, Heiligenkalender, Wochentag-Aequivalente, Kalenderdaten, Monate (Bild: Matthias Jurt, 2009).	40
Abb. 20:	Die gut lesbaren Heiligennamen vom 29. Juli bis zum 14. August auf dem Original (Bild: ETHZ, 2007).	43
Abb. 21:	Die Heiligennamen vom 29. Juli bis zum 18. August auf der Replik (Bild: CESG-Repro, Urs Baumann, 2009).	43
Abb. 22:	Die nicht mehr lesbaren Heiligennamen vom 10. bis ca. zum 23. Oktober auf dem Original (Bild: ETHZ, 2007).	44
Abb. 23:	Die Heiligennamen vom 8. bis zum 23. Oktober auf der Replik (Bild: CESG-Repro, Urs Baumann).	44
Abb. 24:	Gesamtansicht Korbstrebe 1, Seite a (Bild: ETHZ, 2007).	49
Abb. 25:	Vermessung von Sternpositionen auf einem Himmelsglobus mit einem Stechzirkel. Amman, 1568.	50
Abb. 26:	Gesamtansicht Korbstrebe 1, Seite b (Bild: ETHZ, 2007).	50
Abb. 27:	Gesamtansicht Korbstrebe 2, Seite a (Bild: ETHZ, 2007).	51
Abb. 28:	Quadratische Horoskopfigur, Keplers Horoskop für Wallenstein, 1608.	51
Abb. 29:	Gesamtansicht Korbstrebe 2, Seite b (Bild: ETHZ, 2007).	52

Abb. 30:	Die Sanduhr als Vanitas-Symbol, Dorfkirche D-Schlemmin (Mecklenburg-Vorpommern), 1594.	53
Abb. 31:	Quadrant in Form eines Kreisquadranten. Apian, 1533.	53
Abb. 32:	Gesamtansicht Korbstrebe 3, Seite a (Bild: ETHZ, 2007).	54
Abb. 33:	Albumasar in der Darstellung auf der astronomischen Uhr der Nikolaikirche Stralsund, 1394.	54
Abb. 34:	Gesamtansicht Korbstrebe 3, Seite b (Bild: ETHZ, 2007).	55
Abb. 35:	Klappsonnenuhr, Elfenbein, 1561, vermutlich Nürnberg Museumslandschaft Hessen Kassel, Astronomisch-Physikalisches Kabinett.	56
Abb. 36:	Polyedersonnenuhr, sign. Frater Richardus 1699, Geo-Kosmos-Forschungszentrum Potsdam, Observatorium Niemegek.	57
Abb. 37:	Gesamtansicht Korbstrebe 4, Seite a (Bild: ETHZ, 2007).	57
Abb. 38:	Gesamtansicht Korbstrebe 4, Seite a (Bild: ETHZ, 2007).	58
Abb. 39:	Gesamtansicht Korbstrebe 5, Seite a (Bild: ETHZ, 2007).	59
Abb. 40:	Zylindersonnenuhr, Holzzylinder, um 1750, Geo-Kosmos-Forschungszentrum Potsdam, Observatorium Niemegek.	60
Abb. 41:	Gesamtansicht Korbstrebe 5, Seite b (Bild: ETHZ, 2007).	60
Abb. 42:	Gesamtansicht Korbstrebe 6, Seite a (Bild: ETHZ, 2007).	61
Abb. 43:	Armillarsphäre mit Himmelskreisen, darunter sitzend Claudius Ptolemäus und Johannes Regiomontan. Claudius Ptolemäus und Johannes Regiomontan. Epitome in Almagestum. Venedig 1496, Titelholzschnitt.	62
Abb. 44:	Gesamtansicht Korbstrebe 6, Seite b (Bild: ETHZ, 2007).	63
Abb. 45:	Seeschlacht auf dem originalen Erd- und Himmelsglobus (Bild: Donat Stuppan, Schweizerische Landesmuseen, 2006).	65
Abb. 46:	Einzelnes Schiff auf dem originalen Erd- und Himmelsglobus (Bild: Donat Stuppan, Schweizerische Landesmuseen, 2006).	66
Abb. 47:	Archimedes von Syrakus, einer der wichtigsten griechischen Gelehrten, im Renaissance-Idealporträt, mit Armillarsphäre, abgebildet auf Korbstrebe 1 a des Originals (Bild: SLM).	69
Abb. 48:	Streifenprojektionsscanner.	72
Abb. 49:	Mithilfe des Breuckmann-Scanners erfasste Teile (Fuss und Platte des Tisches, Korbstrebe).	72
Abb. 50:	Kamerastandpunkte und gemessene Punkte, die die Kugeloberfläche definieren.	73
Abb. 51:	Unterteilung der Globuskugel in einzelne Kacheln.	73
Abb. 52:	Projektion auf die Tangentialebene.	74
Abb. 53:	Drehmechanik für den Meridianring (Original).	75
Abb. 54:	Drehmechanik für den Meridianring als Punktwolke, wie sie nach der Kombination der einzelnen Scans zur Verfügung steht.	75
Abb. 55:	Drehmechanik für den Meridianring: Ergebnis der Erfassung als Oberflächenmodell.	76
Abb. 56:	Oberer zentraler Teil, „Nordpol“: Der senkrechte helle Balken ist die zentrale Achse durch die Kugel. Die linke Schraube wurde offensichtlich stark angezogen (leicht verbogene Teile), die rechte wurde etwas schräg gesetzt. Deutlich erkennbar ist der Unterschied zwischen den Nägeln nahe der Röntgenröhre (links) und auf der Gegenseite (rechts). Bild: Originalgrösse 20 x 23 cm (Bild: EMPA Dübendorf, 2007). S. a. Röntgenbilder im Anhang.	80
Abb. 57:	Unterer zentraler Teil, „Südpol“. Auch hier sind schräg stehende oder verbogene Teile klar zu sehen. Im mittleren Bildteil ragen zwei Nägel ins Nichts, der rechte ist sogar gespalten (wurde damit eine Positionierungshilfe für die Zentralachse befestigt?) Beim Teil rechts unten dürfte es sich um einen Teil des Getriebes handeln. Die horizontale Maserung in der oberen Bildhälfte zeigt Jahrringe des Holzes. Bild: Originalgrösse 20 x 23 cm (Bild: EMPA Dübendorf, 2007).	81
Abb. 58:	Konstruktionsplan des Kugelgerippes (Zeichnung: H. Lehmann, 2007). Die Konstruktionspläne sind im Anhang zu finden.	83
Abb. 59:	Grenzwerte des brauchbaren Bereichs für Triangulationsdichte.	83
Abb. 60:	Beispiel einer Punktwolke.	84
Abb. 61:	ETH-Bildmaterial des Horizonsrings.	84
Abb. 62:	Verzogenes Tischblatt des Originals.	85
Abb. 63:	Arbeitsschritte bei der Replizierung eines Zahnrads: Original, Oberflächenmodell, Punktwolke, Konstruktionsplan, replizierter Rohling.	85
Abb. 64:	Horizontring im fotogrammetrisch abgeleiteten 3 D-Modell, frei im Raum schwebend und mittels Hilfsebenen und -achse in die Grundrissebene gekippt, Verdeckt-Berechnung (2 D) durchgeführt, Mittelpunkt bestimmt und diverse Achsen gelegt, Massreihe aufgenommen und Durchschnittswert ermittelt.	86
Abb. 65:	Animationsansicht mit unvollständigen Teilen (deshalb nur zum Teil zum Messen geeignet).	87
Abb. 66:	3 D-„Mesh“ mit eher kleiner Auflösung, dadurch geringere Präzision. Z. T. räumlich verwirrend.	87
Abb. 67:	Verdeckt-Berechnung. Hierbei sind die Masse nicht real, weil es sich um eine 2 D-Projektion handelt.	87
Abb. 68:	Bildmaterial der ETHZ des gleichen Teils.	87
Abb. 69:	Ausschnitt aus einem fertigen Konstruktionsplan.	88
Abb. 70:	Hilfsebenen zur Ermittlung von Höhe und Ausladung.	88
Abb. 71:	Holzmechanik mit grossen Toleranzen.	89

Abb. 72:	Unregelmässigkeiten am Objekt: ein Vergleich zwischen dem Plan bzw. den Erläuterungen für die Handwerker und dem Originalteil.	90
Abb. 73:	Das Röntgenfluoreszenzspektrometer im Einsatz (Bild: SLM 2007).....	92
Abb. 74:	See in Mexiko (Bild: SLM 2007).....	96
Abb. 75:	Messstelle für Gelb in Patagonien (Bild: SLM 2007).....	97
Abb. 76:	Messstellen für den Schichtaufbau eines Wendekreises (Bild: SLM 2007).....	98
Abb. 77:	Messung der goldenen Sternoberfläche. Der rote Zeigerahmen markiert den Messfleck, auf den mithilfe eines Laserstahls (roter Fleck im Rahmen) fokussiert wird (Bild: SLM 2007).....	99
Abb. 78:	Die Pfeile zeigen auf einige Fluorit-Körnchen (Bild: SLM 2007).....	100
Abb. 79:	Elementverteilung eines Teils (0.25 x 0.25 mm) des Querschliffs der abgefallenen rosa Farbschichten für Blei, Calcium und Fluor. Die perfekte Überlappung von Calcium und Fluor beweisen die Anwendung von Fluorit als Pigment. Fluorit war mit Bleiweiss oder Calciumcarbonat gemischt (Bilder: SLM 2007).....	100
Abb. 80:	Messstelle Schrift (Bild: SLM 2007).....	101
Abb. 81:	Detail Malerei auf Horzontring. Die Grundfarbe wurde direkt, ohne (sichtbare) Grundierung auf das Holz aufgetragen (Bild: SLM, 2007).....	104
Abb. 82:	Detail Malerei auf Korbstrebe. Frühschwundrisse, vor allem in den dunklen Farben (Bild: SLM, 2007).....	104
Abb. 83:	Vorgeritzte Längen- und Breitengrade. Der Verlauf der Küste wurde hier nachträglich mit einer anderen Farbe korrigiert, bevor eine Inselgruppe aufgemalt wurde (Bild: SLM, 2007).....	105
Abb. 84:	Details wie Figuren und Gebirge wurden zuletzt gemalt, Inschriften wurden mit Feder geschrieben (Bild: SLM, 2007).....	106
Abb. 85:	Blattmetallaufgaben (Bild: SLM, 2007).....	106
Abb. 86:	Schichtenaufbau der Kontinente bei Neu-Guinea.....	111
Abb. 87:	FTIR-Spektrum, (Sammlungszentrum der Schweizerischen Landesmuseen, Konservierungsforschung, 2009).....	113
Abb. 88:	Firmislösungen mit Rezeptnummern: 1 Mastix in Balsamterpentinöl, 2 Mastix / Ethanol / Venezianer Terpentin / Balsamterpentinöl, 3 Rezept Coronelli Sandarak mit Balsamterpentinöl, 4 Sandarak / Mastix / Balsamterpentinöl / Ethanol, 5 Sandarak / Mastix / Venezianer Terpentin / Ethanol, 6 Dammar nach Kremer, 7 Venezianer Terpentin, 9 Kopallack nach Kremer.....	117
Abb. 89:	Mustertafel (Meergrün). Die rechte untere diagonale Bildhälfte zeigt die Musteraufstriche.....	118
Abb. 90:	Lichtalterungsanlage.....	119
Abb. 91:	Musteraufstriche auf Glasträgern. Die obere Hälfte der einzelnen Glasträger zeigt den ungealterten Firmis. Die untere Hälfte macht deutlich, wie sich der Firmis nach dem Alterungstest verändert hat. Die Nummerierungen der Glasträger beziehen sich auf die Rezeptnummern (vgl. Abb. 89 und Tab. 2) und den Proben mit gekochtem Leinöl (A, B und C).....	119
Abb. 92:	Das für über zwei Jahre teilweise zum Globusatelier umfunktionierte Fotoatelier des Staatsarchivs des Kantons Zürich. An der Wand Printvorlagen für die Kugeloberfläche, im Hintergrund das Achtelmodell der Kugel, auf dem zahlreiche Versuche gemacht wurden. In der rechten Bildmitte der erst grundierte Horzontring, im Vordergrund eine Auslegeordnung von Farbkeilen und Farben (Bild: StAZH 2008).....	121
Abb. 93:	Übersicht über die Metallteile. Links konische Holzschrauben aus Kupfer und Eisen, links der Mitte die Achse von Pol zu Pol mit aufgeschraubter Befestigungsplatte, vorn in der Mitte die Rohlinge für die Befestigung des Stundenrings, hinten in der Mitte der Stundenring selbst, rechts in der Mitte zylindrische Kupferschrauben mit Muttern, rechts vorn die Gleitplatte aus Messing zwischen Fuss und Tisch, in der hinteren Mitte weitere Kleinteile aus Messing. (Bild: Walter Hauser, 2008).....	123
Abb. 94:	Herstellung des Stundenrings (Bild: Matthias Jurt, 2007).....	123
Abb. 95:	Formgebung für eine Schraube im Gesenk (Bild: Matthias Jurt, 2007).....	124
Abb. 96:	Verschiedene Schraubensorten direkt nach der Fertigstellung (Bild: Matthias Jurt, 2007).....	124
Abb. 97:	Für den Grobzuschnitt der einzelnen Teile wurden Maschinen eingesetzt (Bild: Simon Oehrli, 2007).....	126
Abb. 98:	Hans Lüscher mit dem Handhobel an der Bearbeitung des Tisches. Sämtliche Oberflächen wurden manuell bearbeitet (Bild: Simon Oehrli, 2007).....	127
Abb. 99:	Die Kontaktlinie zwischen den beiden Halbkugel-Gerippen wird mit einem kleinen Hobel egalisiert (Bild: Matthias Jurt, 2007).....	127
Abb. 100:	Präzisionsarbeit von Simon Oehrli (links) und Hans Lüscher beim Bauen und Zusammensetzen der Globuskugel (Bild: Matthias Jurt, 2007).....	128
Abb. 101:	Das Bemalungsgestell, das für den Aufbau, die Bemalung und die Beschriftung der Globuskugel unentbehrlich war (Bild: Matthias Jurt, 2007).....	128
Abb. 102:	Gesamtansicht der hölzernen Globuskonstruktion (Bild: Matthias Jurt, 2007).....	130
Abb. 103:	Blick ins Innere der Globuskugel, die bei der Restaurierung 1961 geöffnet wurde. Die Abbildung zeigt die Konstruktion der südlichen Halbkugel (Bild aus: Grenacher, 1961, Tafel 36).....	132
Abb. 104:	Versuche für den Mantelaufbau mit unterschiedlichen Materialien (Bilder: Daniel Minder, 2007).....	133
Abb. 105:	Gerüst der Globuskugel (Bilder: Simon Oehrli, 2007; Daniel Minder, 2008).....	134

Abb. 106:	Versuche mit verschiedenen Papiermaché-Techniken am Modell (Bild: Martina Rohrbach, 2008).....	136
Abb. 107:	Zusammenfügen von Schindelsegmenten zu -schalen (Bilder: Matthias Jurt, 2008).....	140
Abb. 108:	Auf die erst auf den Sparren festgeleimten und damit noch durchhängenden Leinenstücke wurden die Schindelschalen aufgenagelt (Bilder: Martina Rohrbach, 2008; Daniel Minder, 2008).....	140
Abb. 109:	Die kaschierten Lärchenschindelsegmente werden beidseitig mit Rohleinen überzogen (Bilder: Martina Rohrbach, 2008; Beat Gnädinger, 2008).....	141
Abb. 110:	Vorbereitete Papierschnitze und erste Papierschnitt (Bilder: Matthias Jurt, 2008; Martina Rohrbach, 2008).....	142
Abb. 111:	Bei der Kontrolle der Rundung mit einer Schablone wird eine Delle sichtbar (links). Deren Ausgleich erfolgte mittels Anbringen von weichen Kartonschichten (Bilder: Martina Rohrbach, 2008).....	142
Abb. 112:	Daniel Minder und Martina Rohrbach beim Aufbringen von Gips zum Ausgleich von Unebenheiten (Bild: Alena Dell'Orefice, 2008).....	143
Abb. 113:	Überschüssiges Material wird mithilfe eines Drehstahls, später mit einer Oberfräse, im Bemalungsgestell abgetragen (Bild: Alena Dell'Orefice, 2008).....	144
Abb. 114:	Schicht um Schicht kam die Globuskugel der idealen Form näher (links). Die für den Haupt- und den Polbereich unterschiedlichen Schnitzsorten (Mitte); Alena Dell'Orefice beim Schleifen (Bilder: Martina Rohrbach, 2008).....	145
Abb. 115:	Nachdem die vorletzte Mantelschicht aufgebracht war, wurde die Kugel entlang der Äquatorlinie in zwei Hälften gesägt (links und Mitte). Die Kanten wurden vor dem Aufbringen der letzten Papierschnitt verleimt (Bilder: Matthias Jurt, 2008; Daniel Minder, 2008).....	145
Abb. 116:	Blick in eine Kugelhälfte der Replik vor Auftrag der letzten Papierschnitt. Es ist gelungen, dem Original in Bezug auf Materialität, Geometrie und Herstellungsweise sehr nahe zu kommen (Bild: Martina Rohrbach, 2008).....	146
Abb. 117:	Markus Schöni beim Ansetzen des Kreidegrundes (Bild: Matthias Jurt, 2008).....	148
Abb. 118:	Letzte Arbeiten am Kreidegrund der Globus-Kugel im Bemalungsgestell. Gut sichtbar ist die Äquatorlinie (Bild: Martina Rohrbach, 2008).....	149
Abb. 119:	René Maître, Bernd Pape und Ina Link (v. l. n. r.) beim Bemalen der Globuskugel im Atelier des Staatsarchivs Zürich (Bild: Martina Rohrbach, 2009).....	152
Abb. 120:	Einritzen der in den Kreidegrund (Bilder: Daniel Minder, 2008; Martina Rohrbach, 2008).....	152
Abb. 121:	Die Oberflächentextur der im Farbton des Meeres bemalten Kugel im Streiflicht (Bild: Matthias Jurt, 2008).....	153
Abb. 122:	Mit Kreidepapier auf die in der Farbe des Meeres aufgepauste Kontinente und Ländergrenzen (Bild: Ina Link, 2008).....	154
Abb. 123:	René Maître beim Aufmalen der Kontinente; Aufgemalte Länder; Eva Martin beim Durchpausen von Städtesymbolen etc. (Bilder: Matthias Jurt, 2008; Martina Rohrbach, 2008; Ina Link, 2008).....	154
Abb. 124:	Europa als Halbfabrikat: Die Küsten sind konturiert, Städte, Flüsse und Gebirge aufgepaust oder bereits gemalt. Zudem sind die Zinnober-Grundierungen für die „Himmelselemente“ ein erstes Mal ausgeführt (Bild: Ina Link, 2008).....	155
Abb. 125:	Ein Teil Europas mit Gewässern sowie Städte-, Gebirgs- und Waldsymbolen (Bild: Ina Link, 2009).....	156
Abb. 126:	Zinnfolie, aufgelegt auf eine Zinnober-Grundierung (Bild: Ina Link, 2009).....	156
Abb. 127:	Bernd Pape beim Vollenden der Dekorationsmalerei an den Tischstützen (Bild: Ina Link, 2009).....	157
Abb. 128:	Rankenmalerei auf einer Meridianringstütze. Werkstück in Bearbeitung, zusammen mit Printvorlage und elektronischem Bild (Bild: Ina Link, 2009).....	158
Abb. 129:	Detail des Stundenrings. Die Grundierung ist teilweise noch sichtbar; darunter liegt Bleiweiss als Korrosionsschutz. Der Bereich zwischen den vergoldeten Linien ist bereits teilweise ausgemalt (Bild: Ina Link, 2009).....	160
Abb. 130:	Bernd Pape beim Kopieren einer Korbstrebe neben dem Original im Schweizerischen Landesmuseum (Bild: Matthias Jurt, 2008).....	162
Abb. 131:	Darstellung des Archimedes auf Strebe 1 a des Originals und der Replik (Bilder: SLM, 2006; Matthias Jurt, 2009).....	163
Abb. 132:	Bücher in Medaillon 3 auf Strebe 1 a des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESG-Repro, Urs Baumann, 2009).....	164
Abb. 133:	Wissenschaftliche Instrumente in Medaillon 4 auf Strebe 1 b des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESG-Repro, Urs Baumann, 2009).....	164
Abb. 134:	Zirkel in Medaillon 3 auf Strebe 1 b des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESG-Repro, Urs Baumann, 2009).....	165
Abb. 135:	Messinstrumente in Medaillon 1 auf Strebe 2 a des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESG-Repro, Urs Baumann, 2009).....	165
Abb. 136:	Messinstrumente in Medaillon 4 auf Strebe 2 a des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESG-Repro, Urs Baumann, 2009).....	166
Abb. 137:	Messinstrumente in Medaillon 1 auf Strebe 2 b des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESG-Repro, Urs Baumann, 2009).....	166

Abb. 138:	Messinstrumente in Medaillon 4 auf Strebe 2 b des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESH-Repro, Urs Baumann, 2009).....	167
Abb. 139:	Messinstrumente in Medaillon 1 auf Strebe 3 a des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESH-Repro, Urs Baumann, 2009).....	167
Abb. 140:	Messinstrumente in Medaillon 4 auf Strebe 3 a des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESH-Repro, Urs Baumann, 2009).....	168
Abb. 141:	Messinstrumente in Medaillon 3 auf Strebe 3 b des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESH-Repro, Urs Baumann, 2009).....	168
Abb. 142:	Gelehrter in Medaillon 2 auf Strebe 4 a des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESH-Repro, Urs Baumann, 2009).....	168
Abb. 143:	Messinstrumente in Medaillon 3 auf Strebe 4 a des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESH-Repro, Urs Baumann, 2009).....	169
Abb. 144:	Wappen in Medaillon 4 auf Strebe 4 a des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESH-Repro, Urs Baumann, 2009).....	169
Abb. 145:	Messinstrumente in Medaillon 4 auf Strebe 5 b des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESH-Repro, Urs Baumann, 2009).....	170
Abb. 146:	Gelehrter in Medaillon 2 auf Strebe 6 a des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESH-Repro, Urs Baumann, 2009).....	170
Abb. 147:	Messinstrumente in Medaillon 4 auf Strebe 6 a des Originals und der Replik (Bilder: ETHZ, 2007; CESH-Repro, Urs Baumann, 2009).....	171
Abb. 148:	Erste Schicht der Winde auf dem Horizontring der Replik, davor die Fotovorlage des Originals (Bild: Martina Rohrbach, 2008).....	172
Abb. 149:	Der Windzyklus auf dem Horizontring (Skizze: René Maître, 2008).....	174
Abb. 150:	Die Nordwinde auf dem Horizontring der Replik (Bild: René Maître, 2009).....	174
Abb. 151:	Die Südwinde auf dem Horizontring der Replik (Bild: René Maître, 2009).....	175
Abb. 152:	Die Westwinde auf dem Horizontring der Replik (Bild: René Maître, 2009).....	175
Abb. 153:	Die Ostwinde auf dem Horizontring der Replik (Bild: René Maître, 2009).....	175
Abb. 154:	René Maître beim Malen des Sternkreiszeichens Waage auf dem Horizontring (Bild: Martina Rohrbach, 2008).....	176
Abb. 155:	Darstellung des Tierkreiszeichens Steinbock auf dem Horizontring der Replik (Bild: René Maître, 2009).....	177
Abb. 156:	Darstellung des Tierkreiszeichens Wassermann auf dem Horizontring der Replik (Bild: René Maître, 2009).....	178
Abb. 157:	Darstellung des Tierkreiszeichens Löwe auf dem Horizontring der Replik (Bild: René Maître, 2009).....	178
Abb. 158:	Beispiele von Marmormedaillons auf dem Horizontring der Replik (Bild: René Maître, 2009)....	179
Abb. 159:	Klaus-Peter Schäffel (links) und Luca Barcellona beim Beschriften der Globus-Replik. Als Vorlagen dienten digitale Fotografien und das Faksimile der Mercator-Karte von 1569 (Bild: Matthias Jurt, 2009).....	181
Abb. 160:	Ausschnitt aus dem Meridianring der Replik (Bild: Matthias Jurt, 2009).....	182
Abb. 161:	Südlicher Zipfel von Indien auf der originalen und der replizierten Globuskugel (Bilder: ETHZ, 2007; Martina Rohrbach, 2009).....	183
Abb. 162:	Einzelnes Schiff vor und nach der Endbearbeitung durch die Kopisten und Kalligrafen. Schon im provisorischen Stadium ein stolzes Schiff, erlangt dieses mit der federgezeichneten Takelage eine ungeahnte Plastizität und Lebendigkeit (Bilder: Martina Rohrbach, 2009).....	184
Abb. 163:	Luca Barcellona beim präzisen Zuschneiden einer Feder (Bild: Matthias Jurt, 2009).....	185
Abb. 164:	Die verschiedenen in Frage kommenden Tinten wurden auf Mustertafeln und Modell ausprobiert (Bild: Martina Rohrbach, 2009).....	187
Abb. 165:	Zur Beschriftung verwendete Materialien (Bild: Matthias Jurt, 2009).....	190
Abb. 166:	Meridianringstütze während der Bemalung. Gut sichtbar sind die abnehmbaren Halterungen für die Rollenachsen; in der Aussparung ist ein aufgebohrtes Langloch sichtbar, durch das die Zugstange geführt wird. In der Aufbohrung wird durch eine Mutter der nötige Zug aufgebaut, damit sich die beiden Stützen gegenseitig die Waage halten (Bild: Ina Link, 2008).....	195
Abb. 167:	Eine von zwei stabilisierenden Zugstangen aus Chromnickelstahl zwischen den Meridianringstützen. Die Stangen sind an ihren Enden mit Gewinden ausgestattet, die in Langlöcher in den Stützenflanken hineinlaufen. Von aussen wird über diese Gewinde der gewünschte Zug eingestellt (Bild: Matthias Jurt, 2009).....	195
Abb. 168:	Spindelzahnrad (Bild: Wikipedia).....	196
Abb. 169:	Ergänzter Antrieb: Stütze und Halterung mit Schlossschrauben, abziehbarer Griff, Achse mit ergänztem Zahnrad (Bild: Matthias Jurt, 2009).....	196
Abb. 170:	Stundenring an der Replik mit ergänztem Zeiger, gefertigt aus Chromnickelstahl und in der Form reduziert auf seine Funktion (Bild: Matthias Jurt, 2009).....	197
Abb. 171:	Die replizierte Nordhalbkugel in der Transportkiste (Bild: StiBi SG, 2009).....	199
Abb. 172:	Der Horizontring der Replik in der eigens angefertigten Transportkiste (Bild: StiBi SG, 2009)....	200
Abb. 173:	Die Tischplatte mit dem montierten Getriebe wird auf den Sockelschaft aufgesteckt (Bild: StiBi SG, 2009).....	201
Abb. 174:	Zusammenbau der Kugel: Einstecken der Polachse in die Südhalbkugel; Aufstecken der Nordhalbkugel auf die Polachse; Schliessen der Kugel durch Drehung der Polachse mittels Kurbel (Bilder: StiBi SG, 2009).....	202

Abb. 175:	Die zwei Hälften des Meridianrings werden an den Polen ineinandergeschoben und anschliessend verschraubt (Bild: StiBi SG, 2009).	203
Abb. 176:	Kugel und Meridianring werden von vier Personen auf den Unterbau gehoben; seitlich „navigieren“ zwei zusätzliche Personen (Bild: StiBi SG, 2009).	204
Abb. 177:	Die Korbstreben werden gemäss Nummerierung in den Tisch eingesteckt (Bild: StiBi SG, 2009).	204
Abb. 178:	Der Horizontring wird aufgesetzt. Die beiden Tische gewährleisten die richtige Arbeitshöhe für zwei der sechs Helfer (Bilder: StiBi SG, 2009).	205
Abb. 179:	Die sechs Führungshölzer auf der Unterseite des Meridianrings müssen auf den Streben sorgfältig und gleichzeitig abgesenkt werden (Bild: StiBi SG, 2009).	206
Abb. 180:	Quasi als Krönung wird der Stundenring auf den Meridianring geschraubt. Ganz am Schluss wird der Stundenzeiger aufgesteckt (Bild: StiBi SG, 2009).	206
Abb. 181:	Der fertig zusammengebaute Zürcher Globus im Juni 2009 in der Bibliothek des Staatsarchivs Zürich. Hier wurde das Objekt probeweise aufgebaut; letzte Feinessen konnten erst im fertig gebauten Zustand angebracht werden. Zudem musste der Firnis vor dem Transport nach St. Gallen einige Zeit bei Tageslicht durchtrocknen (Bild: Matthias Jurt, 2009).	207
Abb. 182:	Die Replik des Erd- und Himmelsglobus ist, genauso wie das Original, ein Einzelstück. Die meisten Arbeitsschritte, die an der Replik ausgeführt wurden, wurden deshalb in geeigneten Versuchsanordnungen primär und am Teilmodell final erprobt. Dazu gehörten insbesondere auch die Mal- und Schreifarbeiten. – Was an Unterlagen zum Projekt anfiel, wird vom Staatsarchiv des Kantons Zürich aufbewahrt, dazu gehören auch die abgebildeten Mustertafeln mit Malgründen, Farb- und Schreibproben, Bereibungsversuchen und Rezepten (Bild: Matthias Jurt, 2009).	209
Abb. 183:	Aufnahme Nr. 5, Peripherie bei Afrika.	212
Abb. 184:	Aufnahme Nr. 6, Nordpol I.	213
Abb. 185:	Aufnahme Nr. 7, Nordpol II.	213
Abb. 186:	Aufnahme Nr. 8, Südpol I.	214
Abb. 187:	Aufnahme Nr. 9, Südpol II.	214
Abb. 188:	Aufnahme Nr. 10, Kanaren.	215
Abb. 189:	Aufnahme Nr. 11, Kugelzentrum.	215
Abb. 190:	Aufnahme Nr. 12, Panama.	216
Abb. 191:	Aufnahme Nr. 13, Buenos Aires.	216
Abb. 192:	Aufnahme Nr. 14, Feuerland.	217
Abb. 193:	Aufnahme Nr. 15, Nordpol II/I.	217
Abb. 194:	Aufnahme Nr. 16, Nordpol II/II.	218
Abb. 195:	Aufnahme Nr. 17, Nordpol II/III.	218
Abb. 196:	Konstruktionsplan des Sockeltisches (verkleinert abgebildet).	219
Abb. 197:	Konstruktionsplan der Getriebeteile (verkleinert abgebildet).	220
Abb. 198:	Konstruktionsplan der Korb-Streben (verkleinert abgebildet).	221
Abb. 199:	Konstruktionsplan von Meridian- und Horizontring I (verkleinert abgebildet).	222
Abb. 200:	Konstruktionsplan von Meridian- und Horizontring II (verkleinert abgebildet).	223
Abb. 201:	Konstruktionsplan des Horizontrings (verkleinert abgebildet).	224
Abb. 202:	Konstruktionsplan der Globus-Kugel (verkleinert abgebildet).	225
Abb. 203:	Konstruktionsplan des Stundenrings (verkleinert abgebildet).	226

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Hypothetischer Aufbau der Globus-Malschichten	96
Tab. 2 Firnisrezepte I.	116
Tab. 3 Firnisrezepte II.	228
Tab. 4 Gegenüberstellung der Farbbefunde und -recherchen mit den verwendeten Farben	232