

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Inhalt der Arbeit und Fragestellungen	5
1.2	Zeitliche und räumliche Abgrenzung	7
1.3	Stand der Forschung	7
1.4	Übersicht zu wichtigen Primär- und Sekundärquellen	28
1.5	Methodik	34
1.5.1	Netzwerkanalyse bei Primär- und Sekundärquellen	34
1.5.2	Stoffgeschichte und Produktlinienanalyse	36
1.5.3	Material culture (studies)	41
1.5.4	Biographische, institutions- und unternehmenshistorische Facetten	44
1.5.5	Zeitzeugeninterviews	47
1.5.6	Eigener methodischer Ansatz – Typologie	50
1.6	Aufbau der Arbeit	53
1.7	Begriffe und Definitionen von Verbundwerkstoffen	55
1.8	Begriffsklärung – Werkstoff versus Hybridwerkstoff	59
2	Frühe Verbundwerkstoffe	67
2.1	Unikat aus der Steinzeit	68
2.2	Erste reproduzierbare Verbundwerkstoffe – faserverstärkte Ziegel	68
2.3	Erste Waffen – Verbundwerkstoffbögen	73
2.4	Papier-/Pappmaché – Verbundwerkstoff aus dem Mittelalter	76
3	Entwicklung von Verbundwerkstoffen im industriellen Kontext des 19. Jahrhunderts	83
3.1	Plastische Massen versus Preßstoff	83
3.1.1	Werkstofftechnisches Design von Plastischen Massen	88
3.1.2	Die Entwicklung von Vulkanfiber, einem frühen Schichtwerkstoff um 1850	90

3.2	Faserverbundwerkstoff Holz und die Entwicklung industriell gefertigter Holzverbundwerkstoffe	92
3.2.1	Furnierholz versus Sperrholz	95
3.2.2	Faser- und Spanplatte	98
3.3	Maschinenelemente als frühes Anwendungsfeld hybriden Werkstoffdesigns	106
3.3.1	Frühe Preßstoff- und Lagenwerkstoffe in den 1880er Jahren bis zur Jahrhundertwende	106
4	Verbundwerkstoffe im Kontext der Polymerchemie im 20. Jahrhundert ...	109
4.1	Zwischen Ästhetik und Funktionalität – Bakelit; die ersten Jahre bis Anfang 1930	110
4.1.1	Bakelit „beflügelt“	117
4.1.2	„Alte“ Werkstoffe in frühen Konzepten des Leichtbaus – die produktiven 1920er	125
4.1.2.1	John Dudley North	125
4.1.2.2	Albin Kasper Longren	129
4.2	Eine leistungsstarke Werkstoffmatrix durch Polymerchemie zu Beginn der 1920er Jahre	133
4.2.1	„Konstruierte Stabilität“ – geschichtete Preßstoffe, moderner Faserverbund	134
4.2.2	Maschinenelemente als „Faserverbund-Pioniere“ – Entwicklung zwischen 1925 und 1945	137
4.2.3	Erste deutsche Preßstoffgleitlagerforschung in Darmstadt und Dresden	139
4.3	<i>Römmler AG</i> versus <i>Dynamit Nobel AG</i>	146
4.3.1	Preßstoff, ein emanzipierter „Ersatzstoff“?	149
4.3.2	Geheime Kommandosache „Preßstoff“ – Einsatz von Preßstoffen in der Rüstungsforschung und -produktion in den 1930er und 1940er Jahren	152
4.3.2.1	Kompetenzstreitigkeiten im Kontext werkstofftechnischer Anwendungsfelder	156
4.3.2.2	Spezialaufträge der <i>Römmler AG</i> für Marine und Heer	160
4.4	Faserforschung zwischen fachlicher und politischer Ambivalenz – 1920 bis 1945	164
4.4.1	Friedrich Tobler – Botaniker, Faserforscher, Rohstoffexperte	172
4.4.1.1	Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) – geheimes Serienprodukt für die Luftwaffe aus den 1940er Jahren	177

4.4.2	<i>Institut für Werkstoffforschung der DVL – neue Werkstoffe und traditionelles Wissen – Forschungsarbeiten zwischen 1930 und 1945</i>	183
4.4.2.1	Akademisches Neuland fernab der Hochschulforschung	187
4.4.3	Faserforschung – das Institut für Werkstoffforschung der DVL und die Forschungsanstalt Graf Zeppelin	195
4.5	Fallbeispiel Luftfahrt – Neue Lasthorizonte bei fliegendem Gerät – der Faserverbund-Nurflügler der Gebrüder Horten von 1935	198
4.5.1	Einführung	198
4.5.2	Die Gebrüder Horten	201
4.5.3	Das Horten-Nurflüglermodell- <i>H Va</i> aus geschichtetem Preßstoff	211
4.5.4	Der „Verbund“-Nurflügler <i>IX V2/V3</i> der Gebrüder Horten	222
4.5.5	Verbundwerkstoffe und ihre konstruktiven Anwendungen im Ausland	230
5	Entwicklung hybrider Werkstoffsysteme in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts	237
5.1	Die Brücke in die Zukunft – glasfaserverstärkter Kunststoff und die Akafliegs	237
5.2	Neue Lasthorizonte aus „Schwarzem Gold“ – Anfang 1970	241
5.2.1	Durch studentisches Engagement zum CFK-Serienprodukt	241
5.2.2	Eine neue „werkstofftechnische Zeit“ für die zivile Luftfahrt	254
5.3	Forschung mit eingeschränkter Perspektive – Entwicklung von Verbundwerkstoffen in der DDR – 1954 bis 1980	262
5.3.1	Der Leichtbau wird neu „erfunden“	263
5.3.2	Von der Girlande zur leichten „Honigwabe“ der Luftfahrt	270
5.3.3	Verbundwerkstoffentwicklung im Vergleich – BRD und DDR	274
5.4	Lastentier für den Äther – das Projekt <i>SOFIA</i> – 1985–2009	281
5.4.1	Erste Schritte und geschichtliche Hemmnisse	284
5.4.2	„Schwarze“ Entscheidung und neue Wege auf alten Pfaden	287
5.4.3	Der „schwarz gerahmte“ Blick in die Vergangenheit und Zukunft	290
5.5	Hybridwerkstoffe mit anderer Trägermatrix und Verstärkungsmaterialien	295
6	Auswertung	299

Anhang	325
Quellen- und Literaturverzeichnis	327
Personenverzeichnis	369
Stichwortverzeichnis	373