

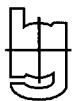
Kyrill von Gersdorff · Helmut Schubert
Stefan Ebert

Flugmotoren und Strahltriebwerke

Entwicklungsgeschichte der deutschen Luftfahrtantriebe von den Anfängen bis zu den internationalen Gemeinschaftsentwicklungen

unter Mitarbeit von Richard Faltermair, Kurt Grasmann (†),
Günther Heidrich, Karl Prestel (†), Wolfgang Weiler

4. ergänzte und erweiterte Auflage



Bernard & Graefe Verlag Bonn

Inhalt

Bildnachweis	IV	Der BMW IIIa setzt sich durch	36
Vorwort	7	Große Höhenmotoren	37
Vorwort zur vierten Auflage	8	Der Siemens-Gegenläufer, Fortschritte und Rückschläge	38
		Goebel- und Oberursel-Umlauf-Höhenmotoren	40
		Anfänge der Aufladung	40
TEIL 1: FLUGMOTOREN			
Anfänge des Flugmotors	9	<i>Zweitaktmotoren</i>	40
<i>Es begann mit dem Luftschiff</i>	9		
Daimler 1888 bis 1913	9	Flugmotorenentwicklung von 1919 bis 1945	42
Zunehmende Entwicklungsaktivität	10	<i>Siemens/Bramo- und BMW-Flugmotoren</i>	43
Maybach 1909 bis 1911	11	Vom Sh 4 zum Sh 14 A	44
Maybach im neuen Werk, 1912 bis 1919	11	Der Weg über die Jupiter-Lizenz	47
Die große Zeit der Verkehrsflugzeuge	13	Aus Siemens wird Bramo	48
Abschluß	14	Die Flugdiesel von Siemens und BMW	50
<i>Vorläufer der Flugmotoren bis 1913</i>	15	Die kleinen Luftgekühlten von BMW bis 1938	52
Die Autoindustrie wird aktiv:		Die großen BMW-Sternmotoren bis 1938	53
Argus, Daimler und NAG	15	Weiterbau in Frankreich	57
Andere Firmen folgen	17	Die Flüssigkeitsgekühlten von BMW bis BMW V a	57
<i>Die Kaiserpreiswettbewerbe 1913 und 1914</i>	17	Vom BMW VI bis zum BMW IX	58
Ergebnis des ersten Wettbewerbs	17	BMW-Entwicklungen nach 1938	62
Erfahrungen und zweiter Wettbewerb	18	Der erste deutsche Doppelsternmotor BMW 801	62
<i>Die Anfänge der Zündanlage</i>	20	Weiterentwicklung des BMW 801 für mittlere Höhen	65
		Entwicklung der Höhenmotoren	66
Flugmotoren des Ersten Weltkrieges	21	<i>Die Produktion des BMW 801-Motors</i>	67
<i>Reifmachung 1914/15</i>	21	Produktionsübersicht BMW 801	67
Militärische Kennzeichen im Ersten Weltkrieg	22	Lizenzfertigung des BMW 801-Motors	68
Der Umlaufmotor wird serienreif	22	Vom BMW 802 bis zum 805	69
<i>Weiterentwicklung 1915/16</i>	24	Der 4000-PS-Motor BMW 803	73
<i>Neue Standmotoren 1916/17</i>	26	(von Richard Faltermair)	
<i>Neue Umlaufmotoren bis 1916/17</i>	27	Weitere Projekte bis 10 000 PS	74
<i>Neue Höhenmotoren bis 1917</i>	30	Die Prüfstandsversuche des BMW 803 beginnen	74
Neue Motoren für die Groß- und Riesenflugzeuge	31	Der Übergang zum BMW 803 A	75
<i>Neue Antriebsmotoren ab 1916</i>	32	Der BMW 803 A kommt auf den Prüfstand	76
Neue Entwicklungen bei Benz und Daimler	33	Flugzeuge mit BMW 803 A-Motoren	76
Neue Entwicklungen	34	Fazit	76
<i>Neue Flugzeuge ab 1916/17</i>	34	<i>Die Entwicklung der Junkers-Flugmotoren</i>	77
Neue Motoren, aus der Not geboren	35	Die Junkers-Vergasermotoren bis zum L 5	77
Neue Konstruktion und Überbemessung	35	Die ersten 12-Zylinder-V-Motoren von Junkers	80
Neue neuen Anstoß	35	Ein neues Konzept – der Jumo 210	80
		Der 35-Liter-Motor Jumo 211	83
		Der Hochleistungsmotor Jumo 213	86
		Der Reihen-Sternmotor Jumo 222	90

Die Zweitakt-Diesel bis zum Juno 205	94	Die Breitenentwicklung bei Ladermotoren	
Vom Juno 206 bis zum 224	98	beginnt mit Lizenzbau	163
Daimler-Benz-Flugmotorenentwicklung	101	Getriebe und Mehrstufenlader	164
Der DB 600 – ein Vorläufer des DB 601	101	Die Daimler-Benz-Höhenzentrale	166
Der Einspritzer DB 601	102	Stauaufladung und weitere Schritte zur	
Die DB 601-Rekordmotoren	106	Leistungssteigerung	166
DB-603 – der große Mercedes-Benz-Flugmotor	109	Der Radiallader – Vom Gemischverteiler	
DB 605 – der kleine Mercedes-Benz-Flugmotor	113	zum Grenzlader	167
Die Doppelmotoren DB 606, 610 und 613	116	<i>Nutzung der Abgasenergie</i>	168
Die Daimler-Benz-Entwicklungen DB 604 bis 632	120	Probleme des Abgasturboladers	169
DB 608 – ein wenig bekannter Flugmotor	124	Die DVL- und Hirth-Abgaslader	171
Motoranlagen mit Gebläsekühler	124	BMW macht den Abgaslader serienreif	172
Vom Argus As 5 bis zum As 413	125	Die Abgasladerentwicklung bei Daimler-Benz	172
Der As 10	126	Das Ende der Abgasladerentwicklung	173
As 410 und As 411	128	<i>Leistungssteigerung der Flugmotoren durch</i>	
Hirth-Motoren – vom Zweitakter zum		<i>Zusatzeinspritzung</i>	174
Baukastenprogramm	131	Innenkühlung – Methanol/Wasser-Einspritzung	174
Der HM 60	132	Sauerstoffanreicherung – Das GM 1-Verfahren	175
Die 500er Typenreihe	133	<i>Vom Vergaser zur Einspritzanlage</i>	177
Typen-Konzentration bei Hirth	134	Die Vergaserentwicklung beginnt	177
Kleinflugmotoren für den Flugsport	136	Weiterentwicklung des Vergasers im	
BMW M2B15 »Bayern«-Kleinflugmotor	137	Ersten Weltkrieg	177
1924 bis 1929: Beginn des Flugsports	138	Gemischbildung bei Umlaufmotoren	178
1930 bis 1936: Motorsegler-Antriebe	140	Der BMW IIIa-Register-Höhenvergaser	180
1937 bis 1940: Schulung im Vordergrund	140	Die Vergaserentwicklung kommt fast zum Stillstand	180
Riedel-Triebwerks-Anlasser RBA/S10	142	Vorarbeiten zur Kraftstoffeinspritzung bis 1919	181
Weiterentwicklung des Riedel-Anlassers	144	Die Diesel-Einspritzung ab 1922	182
Großflugmotoren in Sonderbauart	144	DVL-Versuche zur Benzol-Direkteinspritzung	
MAN-Zweitakt-Diesel	144	ab 1930	184
KHD-Schnürle-Zweitaktmotoren	145	Das Daimler-Benz-Bosch-Einspritzsystem	184
Großflugmotoren des Zweiten Weltkrieges –		Die Junkers-Einspritzanlage	185
Einwellenmotoren	146	Die BMW-Einspritzanlage mit Deckel-Pumpe	187
Zweiwellenmotoren	147	Abschluß der Kraftstoffeinspritzung	188
Vierwellenmotoren	150	<i>Motorbedienung und Regelung</i>	188
Kamm-Gruppenmotoren und -ML-Triebwerk	153	Die Triebwerksbedienung	188
Abschluß der Großmotoren-Entwicklung	154	Von der Ladedruck-Begrenzung zur -Regelung	189
Drehschieber-Motorenentwicklungen	154	Gemischregelung für Vergaser und Einspritzpumpe	190
Flugmotorenvergleich international 1945	156	Die Daimler-Benz-Einhebel-Leistungssteuerung	192
Verbesserung der Motorenanlagen bis 1945	159	Das Kommandogerät des BMW 801	192
<i>Steigerung der Höhenleistung</i>	159	Das Junkers-Motorbediengetriebe	193
Die Anfänge des Höhenmotors	159	<i>Das Reclinier Motor-Kaltstartverfahren</i>	194
Daimler beginnt mit Auflade-Versuchen	159	Der Kaltstart im Fronteinsatz	195
Sondergruppe Noack für die Entwicklung der		Motorkühlung mit allen Mitteln bis 1945	197
Kreisellader	159	<i>Rückblick</i>	197
Lader-Neuentwicklungen der 20er Jahre	161	<i>Wandkühlung durch Flüssigkeiten</i>	198
Junkers greift die Laderentwicklung auf	161	Wasserkühlung	198
		Verdampfungskühlung	204
		Heißkühlung	205

<i>Direkte Wandkühlung durch Luft</i>	206	<i>Sonderflugtriebwerke</i>	253
Die Staukühlung	206	Wagners Rotations-Gegenläufer	253
Die Gebläsekühlung (»Zwangskühlung«)	209	Exzentertrieb von Huf-Limbach	254
<i>Kühlung des Schmierstoffs</i>	209	Wankel-Versuche	254
<i>Ladeluftkühlung steigert Füllung</i>	210	Weitere Wankel-Projekte	258
 		<i>Pulchs Motoren-Gegenkolben-Einspritzer und Siebenzylinder-Stern</i>	259
Diesel-Flugmotoren – eine Übersicht 1927–2004	212	Der Gegenkolben-Zweitakt-Vielstoffmotor Siebenzylinder-Sternmotor	259 261
Flugmotoren der Nachkriegszeit ab 1955	213	<i>Die Zoche »aero diesel«-Stern-Zweitakter</i>	261
<i>Der Neubeginn</i>	213	<i>Compound-Höhenantrieb von Grob/IABG</i>	263
<i>Erste Flugmotoren-Lizenzfertigung und Wartungsarbeiten</i>	213	Die Antriebstechnik	264
Lycoming-GO-480-Lizenzfertigung bei BMW	213	<i>Mit weiteren Projekten ins neue Jahrtausend</i>	265
Triebwerkbau	213	<i>Flugmotoren-Aktivitäten der DDR von 1952–1985</i>	266
Kolbenmotoren-Betreuung	214	<i>Trend des Kolbenflugmotors im ersten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts</i>	267
<i>Starthilfe für den Motorsegler</i>	214		
<i>Flugmotoren im Aufwind</i>	215		
<i>Im Kfz bewährt: Viertakt-Boxermotoren</i>	215	TEIL 2: STRAHLTRIEBWERKE UND WELLENLEISTUNGSANTRIEBE	
<i>Triebwerksimpulse durch Porsche</i>	216	Strahltriebwerke von 1936 bis 1945	269
Immer wieder Porsche in der Luftfahrt	216	<i>Heinkel-Triebwerke ab 1935</i>	273
Porsche PFM 3200, Konzept moderner	218	He S 3B – das erste fliegende TL-Triebwerk	275
Triebwerkstechnologie	219	He S 6 bis He S 8	277
Das fortschrittliche Konzept	221	He S 11, Triebwerk der höheren Schubklasse	280
Erfolge und Ausklang	222	ZTL- und ML-Projekte	282
<i>Die Limbach-Boxer-Familie</i>	222	<i>BMW-Triebwerke</i>	283
<i>Wahlweise mit Sauer-Motor</i>	226	Aus dem Projekt P 3302 wird BMW 003	284
<i>Weitere Boxer-Motoren</i>	227	BMW 018 und 028	290
<i>Kleine Zweitakter</i>	228	<i>Daimler-Benz-Triebwerke</i>	291
Beginn mit Solo (Hirth)	228	Das Zweistromtriebwerk DB 007	291
Göbler als Hirth-Nachfolger	230	Das PTL-Triebwerk DB/He S 021	293
Die König-Sternzweitakter	234	<i>Das 13 000-kp-Triebwerk von Daimler-Benz</i>	295
Limbachs Zweitakt-Boxer	236	<i>Junkers-Triebwerke</i>	298
ROTAX-Flugmotoren aus Österreich	237	Jumo 004 – Das erste Strahltriebwerk in Großserie	298
<i>Neue Dieselmotoren aus Sachsen – die Centurion-Flugmotoren der Thielert Aircraft Engines GmbH</i>	239	Jumo 012 und 022	303
<i>Auch beim UL – mit dem Automotor in die Luft</i>	242	Weitere Strahltriebwerkentwicklungen	305
Tabellen Viertakt-Boxer, -V 6 und Zweitakter, Wankel- und Dieseltriebwerke, Nicht mehr hergestellte ROTAX-Flugmotoren	243	<i>Focke-Wulf-Strahltriebwerksprojekt</i>	305
<i>Flugmotorenprojekte von Daimler-Benz</i>	250	<i>Verlusttriebwerke von Porsche und BMW</i>	306
DB-Diesel OM 442 LA als Flugmotor	250	<i>Raketenantriebe für Flugzeuge</i>	307
<i>Flugmotorenprojekte von BMW</i>	250	Pionierversuche von 1928 bis 1930	307
BMW V 8-Flugmotor 8050	250	Das erste Flugzeug mit Flüssigkeits-Raketenantrieb	308
12-Zylinder-Flugmotor	250	Walter-Raketentriebwerke	308
	250	Raketentriebwerke für Me 163 und Ba 349	309
	250	BMW-Raketentriebwerke	311

<i>Staustrahlantriebe</i>	314	<i>Lizenzfertigungsprogramme ab 1960</i>	356
Staustrahlrohre von Sänger	314	Nachbau des General-Electric-Triebwerkes J79	356
Staustrahltriebwerk für ein Triebflügelprojekt	315	Fertigung des Bristol-Siddeley-Triebwerkes Orpheus Mk 803 D-11	360
<i>Pulso-Strahltriebwerke</i>	316	Tyne – Das leistungsstärkste Turboprop-Triebwerk der westlichen Welt	361
Argus-Schmidt-Rohr der V 1	316	Lizenzfertigung Lycoming T53 bei KHD	362
<i>Vergleich der Strahltriebwerke 1945</i>	320	Lizenzbau T64-MTU-7 in Deutschland	363
		Modifizierung Hubschraubertriebwerk T64 für CH-53 GS	364
Triebwerksentwicklungen in der sowjetischen Besatzungszone 1945/46	322	Lizenzbau Hubschraubertriebwerk Allison – Modell 250-MTU-C 20 B	365
TL-Triebwerk BMW 003	322	Erweiterung der Serienfertigung mit Eigenentwicklungen	366
TL-Triebwerk BMW 018	323	<i>Kleingastriebwerke von BMW</i>	367
TL-Triebwerk Jumo 004	323	BMW 6002 und 8025	367
TL-Triebwerk Jumo 012	323	BMW 6012	368
Diesel-Flugmotor Jumo 224	324	Weitere Anwendungen der BMW 6012 und 8026	369
ML-Triebwerk O-32 (P 130)	324	Zweistromtriebwerk BMW 8040	370
Pulsotriebwerk Jumo 226	325	BMW/MAN Turbo/MTU 6022	371
	327	<i>Entwicklungen der Klöckner-Humboldt-Deutz</i>	373
Deutsche Luftfahrt-Ingenieure im Ausland	327	Kleingasturbine KHD T 112 für VAK 191B	373
<i>Die Gruppen in Frankreich</i>	327	Turboluftlieferer KHD T 212	373
Bei der SNECMA in Decize, Paris und Villaroche	330	Hilfsgasturbine KHD T 312 für Tornado	374
Bei Turboméca am Rand der Pyrenäen	332	Schubtriebwerk KHD T 117, T 128 und T 317	376
Bei der SEPR in Villaroche	334	<i>Deutsche Beteiligung an Flugkörperantrieben</i>	377
<i>Deutsche Spezialisten in der Sowjetunion</i>	340	Turbostrahltriebwerk ETJ 1081	377
<i>Erprobung, Nachbau und Einsatz deutscher Turboflugtriebwerke nach 1945 im Ausland</i>	340	LCT 85-Antrieb für Flugkörper Polyphem von BMW Rolls-Royce	378
Einsatz und Weiterbau deutscher Turboflugtriebwerke in der UdSSR	340	<i>Turbostrahltriebwerksentwicklungen bei Heinkel und Junkers</i>	380
Deutsche Turboflugtriebwerke in Frankreich 1946 bis 1948	341	Heinkel He S 053	380
Nachbau Jumo 109-004B in der CSSR	343	Triebwerksstudien von Heinkel und Junkers	381
Japan nutzte die Technologie des BMW 109-003-Triebwerkes	343	Triebwerksentwicklungen bei Junkers	381
<i>Am Wüstenrand bei Heluan entsteht ein Strahltriebwerk</i>	345	<i>Der Wiederbeginn bei Daimler-Benz</i>	382
<i>Mit der Aktion »Paperclip« nach USA</i>	348	Projektarbeiten ab 1953	382
Bei Garrett-AiResearch	348	Erste Studien und Projektüberlegungen bei Daimler-Benz	383
Bei General-Electric	350	Daimler-Benz-Projekte von Luftfahrttriebwerken	383
Bei Avco Lycoming	351	Zweiwellen-TL- und PTL-Triebwerk	383
<i>In Spanien entsteht das INI 11-Triebwerk</i>	353	DB 720/PTL 6	383
		DB 721/PTL 10	385
Triebwerksentwicklungen der Nachkriegszeit	355	Projektstudie Zweiweg-Aftfan von Daimler-Benz	386
<i>Der Wiederbeginn in der Bundesrepublik Deutschland</i>	355	DB 730 und 731	386
Orenda-Wartung bei BMW Triebwerkbau	355	<i>Antriebskonzepte von Eugen Sänger</i>	388
Die Triebwerksindustrie versucht wieder Anschluß zu finden	355	<i>Strahltriebwerksentwicklungen in der DDR</i>	389
		Die Anfänge in der UdSSR	389
		Das Pirna 014-Triebwerk	389
		Weitere Triebwerksprojekte in Pirna	391

<i>Gemeinschaftsentwicklungen mit Rolls-Royce ab 1960</i>	395	<i>IAE V 2500 – ein internationales ziviles Triebwerk</i>	432
Rolls-Royce/MAN RB.153	395	Partnerunternehmen aus fünf Ländern	432
Rolls-Royce/MAN RB.145	397	IAE V 2500 Super Fan	433
Rolls-Royce/MAN RB.193-12	398	Das IAE V 2500 setzt sich auf dem Triebwerks-	
		markt durch	434
<i>Deutsche Hubtriebwerksentwürfe für</i>		VISTA-Projekt, ein möglicher V 2500-Nachfolger	434
<i>VSTOL-Flugzeuge</i>	400	Das »Select«-Upgrade des IAE V 2500	435
		Endmontage des IAE V 2500 in Deutschland	435
Triebwerksentwicklungen ab 1970	402	<i>Die Anfänge der Triebwerksfamilie BR 700</i>	437
		BMW wurde wieder eine Triebwerksfirma	437
<i>Turbo-Union RB.199 – Europas größtes militä-</i>		Die Triebwerksfamilie BR 700	437
<i>risches Triebwerksprogramm</i>	402	BR 710 in Serienfertigung und Einsatzerfahrungen	440
Die Anfänge des Programmes	402	Militärische BR 710-Anwendungen	441
Triebwerksauslegung	402	Serienfertigung BR 715	441
Konstruktive Besonderheiten	403	Weitere BMW Rolls-Royce-Triebwerksprojekte	441
Heckbläser für RB.199	404	Rolls-Royce Deutschland übernimmt erweiterte	
Meilensteine der Triebwerksentwicklung	407	Musterbetreuung von Triebwerken	442
Europäische Zusammenarbeit	407	<i>Triebwerksallianz mit Pratt & Whitney</i>	443
Serienversionen des RB.199-Triebwerks	408	Vom RTF 180 zum NSE	443
		Beteiligung am MTFE-Triebwerksprojekt	445
<i>25 Jahre Einsatzerfahrungen mit dem</i>		Vom SPW 14- zum SPW 16-Triebwerk	445
<i>RB.199-Triebwerk</i>	411	<i>Die Großtriebwerksfamilie PW 4000 für die</i>	
<i>Alpha Jet-Triebwerk Larzac 04</i>	411	<i>Boeing 777</i>	446
Erweiterung eines Kooperationsprogramms:		Mitarbeit am Großtriebwerk PW 4084	446
Larzac 04C20	412	Vom PW 4084 zum PW 4090	447
Larzac-Serieneinsatz und Ausmusterung in		PW 4098, das leistungsstärkste Triebwerk der	
Deutschland	412	PW 4000-Familie	448
<i>Hubschrauber-Triebwerke</i>	415	<i>Entwicklungsbeteiligung und Teilefertigung für</i>	
Hubschrauber-Triebwerksprojekte ab 1970	415	<i>das JT8D-Triebwerksprogramm</i>	448
Vom MTR 380- zum MTR 390-Triebwerk	415	<i>GP 7000 – Ein Antrieb für den Airbus A 380</i>	449
MTR 390-Entwicklung	415	Europa und die USA kooperieren in der	
Die Technologie-Demonstratoren GNT 1		Engine Alliance	449
und WD 1000	418	Entwicklungsablauf	450
MTR 390 Reif zur Serienfertigung	420	MTU-Beteiligung am GP 7000	451
Deutsche Beteiligung am Hubschraubertriebwerk		Komponentenerprobung	451
RTM 322	421	GP 7000-Erprobung und Zulassung	452
<i>Deutsche Beteiligung an zivilen Großtriebwerks-</i>		<i>Das PW 6000 – ein Antrieb für den Airbus A 318</i>	454
<i>entwicklungen</i>	423	Probleme beim PW 6000-Programmstart	454
Das erste Airbus-Triebwerk RB.207	423	Technische Änderungen beim PW 6000	454
Fertigung für das Airbus-Triebwerk CF6-50	423	Vorbereitung der Serienfertigung PW 6000	455
Mitarbeit an der Triebwerksfamilie CF6-80	424	<i>Gemeinschaftsentwicklungen mit</i>	
<i>Transatlantische Zusammenarbeit beim PW 2037</i>		<i>Pratt & Whitney Canada</i>	456
<i>und PW 2040</i>	427	Triebwerksfamilie PW 300	456
Anfänge der JT10D-Entwicklung	427	Die verschiedenen Versionen des PW 300-	
Vom JT10D zum PW 2037	428	Triebwerks	457
Konstruktive Besonderheiten des Triebwerks		MTU-Beteiligung am PW 500	459
PW 2037	428	<i>Triebwerks-Technologie-Programme für Groß-</i>	
Beteiligung der MTU am Triebwerk PW 2037	429	<i>triebwerke</i>	462
Erweiterung des PW 2037-Programmanteils		CRISP – ein ummanteltes Propfankonzept	462
der MTU	429	Das ADP-Triebwerkskonzept	464
F117-PW-100 für Boeing C-17A »Globemaster III«	429		
Erfahrungen mit dem PW 2037	430		

<i>Beteiligung am Joint Technology Demonstrator Program (JTDP)</i>	465	<i>Anfänge im Ersten Weltkrieg</i>	489
<i>EJ 200 – Ein europäisches militärisches Triebwerksprogramm</i>	466	<i>Propellerentwicklungen nach 1923</i>	489
Das EF-2000-Flugzeugprogramm	466	Einstellbare Propeller als Zwischenlösung	489
Das EF 2000	466	Die Propellerentwicklungen bei Junkers	489
Das EJ 200-Triebwerksprogramm	466	Breitblatt-Holzpropellerblätter	491
Die EJ 200-Triebwerkstechnologie	467	Die Entwicklungen bei den VDM	492
Die elektronische Triebwerksregelung des EJ 200	468	Die Entwicklungen bei Argus, Schwarz und Messerschmitt	493
EJ 200 mit Schubvektorisierung	470	Verstellpropeller für Großflugzeuge	494
Zulassung und Auslieferung des EJ 200	470	<i>Propellerentwicklungen nach 1955</i>	497
EJ 200-Simulation mit Raketen-Abgasstrahl	471	Der Wiederbeginn bei Hoffmann-Propeller in Rosenheim	497
MTU-Technologiebeiträge im EJ 200-Programm	472	Mühlbauer-Verstellpropeller aus Straubing	501
MTU Dreistufiger Fan für EJ 200	472		
Schubsteigerung EJ 200 mit F-HDV	473		
<i>APU-Entwicklung und Fertigung in Deutschland</i>	474	Stöckicht-Planetengetriebe für die Luftfahrt	506
Honeywell Aerospace GmbH, Raunheim	474	(von Günther Heidrich)	
Airbus A 320 APU von Garrett	475	Die ersten Flugmotoren-Planetengetriebe	506
Hilfsgasturbine GTCP 331-350	476	Stöckicht-Getriebe im Zweiten Weltkrieg	508
EFA 36-170 APU	477	Stöckicht-Getriebe nach dem Zweiten Weltkrieg	511
Hilfsgasturbine RE 220	477	Weiterentwicklungen außerhalb der Luftfahrt	512
<i>Vom M 138 zum EPI TP 400</i>	480	Weitere Entwürfe, Projekte und Anwendungen	512
Ein Antriebskonzept wird gesucht	480		
Antriebsvariante M 138 CR für A 400 M	482	Anhang	515
Technische Besonderheiten des TP 400-D 6	483	Abkürzungen, Begriffserläuterungen	515
Europrop TP 400-D6 macht Erstlauf	483	Umrechnungsfaktoren der Einheiten	517
<i>Beteiligung an nationalen und europäischen Triebwerkstechnologie-Programmen</i>	484	Zeittafel	517
Förderung der Antriebsforschung in Deutschland	484	Flugmotorenproduktion	521
Engine 3E – Zukunftstechnologie für neue Triebwerkskonzepte	484	Literaturverzeichnis	522
CLEAN-Demonstratorprogramm	485	Tabellenverzeichnis	537
MTU-Beteiligung am Getriebefan-Demonstratorprogramm ATFI	486	Firmenverzeichnis und -register	538
		Internet-Adressen	541
		Personenregister	542
		Sachregister	545
		Farbtafelverzeichnis	550
		Typenregister	551
TEIL 3: PROPELLER UND GETRIEBE			
Verstellpropeller-Entwicklung	489	Die Autoren	556