

FORTSCHRITT-
BERICHTE

VDI

Dipl.-Ing. Dirk Albert Steinebach, Ragow

Untersuchung zur Auslegung von luftatmenden Antriebs- systemen für horizontal star- tende Raumtransporter

Reihe **12**: Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Nr. **300**

Inhaltsverzeichnis

Seite:

Formelzeichen und Indizes

VII-IX

1.	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Das Raumtransporterkonzept am Beispiel von ELAC-1	2
1.3	Stand der bisherigen Forschungsarbeiten	4
2.	Modelle zur thermodynamischen Antriebsberechnung	10
2.1	Grundlegende Gleichungen	10
2.2	Thermodynamische Ebenendefinition des Antriebssystems	12
2.3	h-s-Diagramm der Triebwerksprozesse von TL- und SL-Triebwerken	14
2.4	Modelle der Antriebskomponenten und deren Berechnung	16
2.4.1	Vorkompression	16
2.4.2	Einlauf	16
2.4.3	Verdichter	19
2.4.4	Brennkammer	21
2.4.5	Turbine	23
2.4.6	Schubdüse	24
2.4.7	Realgaseffekte	24
2.5	Book-Keeping-Verfahren und Installationswiderstände	25
2.6	Auswahl des Berechnungsverfahrens zur Leistungsrechnung des TL-Triebwerks	30
2.7	Verfahren zur Leistungsrechnung des SL-Triebwerks	34
3.	Massenschätzung des Antriebs auf Basis der konstruktiven Auslegung	35
3.1	Konstruktionselemente des TL-Triebwerks	35
3.1.1	Turbine	38
3.1.2	Verdichter	42
3.1.3	Schaufeln, Scheibe und Schaufelfußkranz	48
3.1.4	Brennkammer	53
3.1.5	Welle, Lagerung, Lagerhalter und Gehäuse	58
3.2	Konstruktionselemente des SL-Triebwerks	61
3.2.1	Auslegung von Plattenstrukturen	62
3.2.2	Auslegung von Zylindern, Kegeln und Kegelstümpfen	66
3.2.3	Aufbau der einzelnen Konstruktionselemente	66

3.3	Kühlungssystem	69
3.4	Konventionelle und moderne Werkstoffe	73
4.	Algorithmen und Randbedingungen zur Antriebsauslegung	81
4.1	Schub-, Strömungsgeometrie- und Konstruktionsauslegung	81
4.2	Gesamtalgorithmus zur Auslegung des Kombinationsantriebs	88
4.3	Bestimmung der Auslegungspunkte	89
5.	Anwendung des Auslegungsverfahrens auf den Antrieb von ELAC-1	98
5.1	Fehlerschätzung	98
5.2	Leistungsrechnung des für ELAC-1 ausgelegten Antriebs	101
5.3	Parameterstudie der thermodynamischen Randwerte der Triebwerke	109
5.4	Variation der Auslegungspunkte	116
5.5	Optimierung der Betriebslinie im Verdichterkennfeld	119
5.6	Installationswiderstände des Antriebs	121
5.7	Schätzung der Antriebsmasse auf Basis der Konstruktionsauslegung	126
5.7.1	Verteilung der Masse im Antrieb	126
5.7.2	Einfluß verschiedener Werkstoffe auf die Massenverteilung	128
5.7.3	Massenmodell für die Konfigurationsanalyse	129
5.7.4	Einflüsse auf die Antriebsmasse und das Massenmodell	133
5.7.5	Variation der Triebwerkszahl	135
5.8	Integration des Antriebs in die Referenzkonfiguration ELAC-1	137
6.	Anwendung der Triebwerksauslegung auf andere Antriebskonzepte	141
6.1	Vorstellung der Antriebskonzepte	141
6.1.1	TL-Triebwerk mit Vorkühlung (TLVK)	141
6.1.2	Zweiwelliges Zweistrom-Turbo-Luftstrahl-Triebwerk (ZTL)	143
6.1.3	Turborakete (TR)	146
6.2	Vergleich der Antriebskonzepte hinsichtlich Thermodynamik und Massenaufteilung	147
7.	Zusammenfassung	157
8.	Literaturverzeichnis	161