

EINLEITUNG

Auf den folgenden Seiten sind Leistungstabellen und -diagramme dargestellt, so daß Sie erfahren können, welche Leistungen Sie von Ihrem Flugzeug unter verschiedenen Bedingungen erwarten können und so daß Sie andererseits eine eingehende und hinreichend genaue Flugplanung durchführen können. Die Werte in den Tabellen und Diagrammen wurden aus den Ergebnissen von Erprobungsflügen mit einem in gutem Betriebszustand befindlichen Flugzeug und Triebwerk errechnet, wobei durchschnittliche Pilotenfähigkeiten zugrundegelegt wurden.

Es ist zu beachten, daß die Leistungsangaben in den Diagrammen für Reichweite und Flugdauer eine Kraftstoffreserve für 45 Minuten bei der entsprechenden Triebwerkleistung einschließen. Die Werte für den Kraftstoffdurchfluß im Reiseflug basieren auf der Einstellung für empfohlenes armes Gemisch. Einige unbestimmbare Variablen, wie z.B. die Art der Verarmung des Gemisches, die Eigenschaften der Kraftstoffmessung, der Betriebszustand des Triebwerkes und des Propellers sowie Turbulenz können Änderungen der Reichweite und Flugdauer von 10% und mehr bewirken. Deshalb ist es wichtig, bei der Berechnung der für den jeweiligen Flug erforderliche Kraftstoffmenge alle verfügbaren Informationen auszuwerten und eine konservative Flugplanung durchzuführen.

ANWENDUNG DER LEISTUNGSTABELLEN UND -DIAGRAMME

Leistungsdaten sind entweder in Tabellen oder Diagrammen dargestellt, um den Einfluß der unterschiedlichen Variablen darzustellen. Ausreichend detaillierte Informationen sind in den Tabellen vorhanden, so daß auf der sicheren Seite liegende Werte ausgewählt und benutzt werden können, um eine bestimmte Leistung mit einer hinreichenden Genauigkeit zu berechnen.

FLUGPLANUNGSBEISPIEL

Das folgende Flugplanungsbeispiel benötigt Informationen aus verschiedenen Tabellen und Diagrammen, um die Leistungsdaten für einen typischen Flug zu berechnen. Folgende Daten sind schon bekannt:

Flugzeugkonfiguration:

Abflugmasse	1111 kg
Ausfliegbare Kraftstoffmenge	201 l

Startbedingungen:

Platzdruckhöhe	1500 ft
Temperatur	28°C
Windkomponente entlang der Startbahn ..	12 kts
Gegenwind	
Bahnlänge	1070 m

Reiseflugbedingungen:

Gesamtflugstrecke	320 NM
Druckhöhe	5500 ft
Temperatur	20°C
Voraussichtlicher Streckenwind	10 kts Gegenwind

Landebedingungen

Platzdruckhöhe	2000 ft
Temperatur	25°C
Bahnlänge	915 m

STARTSTRECKE

Für die Ermittlung der Startstrecke ist Abb. 5-5 zu verwenden, wobei zu berücksichtigen ist, daß die angegebenen Werte für das Kurzstartverfahren gelten. Auf der sicheren Seite liegende Werte erhält man, in dem in der Spalte bzw. Zeile mit dem nächsthöheren Massen-, Höhen- und Temperaturwert abgelesen wird. So sind z.B. beim vorliegenden Flugplanungsbeispiel die Startstreckenangaben für eine Abflugmasse von 1111 kg, eine Druckhöhe von 2000 ft und eine Temperatur von 30°C anzuwenden. Man erhält folgendes Ergebnis:

Startrollstrecke	388 m
Startstrecke über 15 m Hindernis	700 m

Diese Werte liegen eindeutig innerhalb der verfügbaren Startbahnlänge. Es kann jedoch zur Berücksichtigung des Windeinflusses noch eine Korrektur gemäß Anmerkung 3 der Startstreckentabelle durchgeführt werden. Bei einem Gegenwind von 12 kts ist die Startstrecke um einen Korrekturwert von:

$$\frac{12 \text{ kts}}{9 \text{ kts}} \times 10\% = 13\%$$

zu verringern.

Dieses resultiert in den folgenden Entfernungen, berichtigt für Wind:

Startrollstrecke, kein Wind	388 m
Verringerung der Startrollstrecke	- 51 m
(388 m x 13%)	-----
Berichtigte Startrollstrecke	337 m

Startstrecke über 15 m Hindernis, kein Wind	700 m
Verringerung der Startstrecke (700 m x 13%)	- 91 m
Berichtigte Startstrecke über 15 m Hindernis	609 m

REISEFLUG

Der Reiseflug ist unter Berücksichtigung der Flugdauer, der Höhenwinde und der Flugleistungen zu wählen. Für das vorliegende Flugplanungsbeispiel wurden typische Werte für Reiseflughöhe und voraussichtlichen Streckenwind verwendet. Bei der Wahl der Triebwerkleistungseinstellungen für den Reiseflug müssen jedoch mehrere Punkte berücksichtigt werden. Dazu gehören die in Abb. 5-8 dargestellten Reiseleistungsdaten, das Reichweitendiagramm in Abb. 5-9 und das Flugdauerdiagramm in Abb. 5-10.

Das Reichweitendiagramm gibt die Beziehung zwischen Triebwerkleistung und Reichweite wieder. Niedrigere Leistungseinstellungen ergeben beträchtliche Kraftstoffeinsparungen und eine größere Reichweite. Für dieses Flugplanungsbeispiel wurde eine Reiseleistung von ca. 65% verwendet.

Eine Höhe von 6000 ft und eine Temperatur von 20°C über Standardtemperatur werden für Abb. 5-8, Reiseleistungsdiagramm, angenommen, da diese Werte der geplanten Höhen und der zu erwartenden Temperatur am nächsten liegen. Die ausgewählte Motordrehzahl beträgt 2200 1/min. Folgende Werte werden dann ermittelt:

Leistung	64%
Wahre Geschwindigkeit	109 kts
Kraftstoffdurchfluß im Reiseflug	27,6 l/h

ERFORDERLICHE KRAFTSTOFFMENGE

Die gesamte für den Flug erforderliche Kraftstoffmenge kann anhand der Leistungsangaben in den Abbildungen 5-7 und 5-8 berechnet werden. Für das vorliegende Flugplanungsbeispiel ist aus Abb. 5-7 ersichtlich, daß für einen normalen Steigflug von 2000 ft auf 6000 ft 5,3 l Kraftstoff erforderlich sind. Die während des Steigfluges zurückgelegte Strecke beträgt 10 NM. Diese Werte gelten für Standardtemperatur und sind für die meisten Flugplanungszwecke ausreichend genau. Es kann jedoch zur Berücksichtigung der Temperatur eine Korrektur gemäß der Anmerkung in der Steigflugtabelle durchgeführt werden. Eine Abweichung von der Standardtemperatur wirkt sich ungefähr so aus, daß infolge der geringen Steiggeschwindigkeit die Steigzeit, Kraftstoffmenge und Steigstrecke für je 10°C Erhöhung gegenüber Standardtemperatur um 10% vergrößert werden. Wenn man beim vorliegenden Beispiel von 13°C über der Standardtemperatur (28°C - 15°C) ausgeht, ergibt sich folgende Korrektur:

$$\frac{13^{\circ}\text{C}}{10^{\circ}\text{C}} \times 10\% = 13\% \text{ Erhöhung}$$

Unter Einbeziehung dieses Faktors läßt sich der voraussichtliche Kraftstoffbedarf wie folgt berechnen:

Kraftstoffverbrauch für den Steigflug	5,3 l
Erhöhung wegen Abweichung von der Standardtemperatur (5,3 x 13%)	0,75 l

Berichtigter Kraftstoffbedarf für den Steigflug	6,05 l

Bei Anwendung des gleichen Verfahrens für die Korrektur der Steigflugstrecke ergeben sich 12 NM. (10 NM aus dem Diagramm + 1,2 NM Korrektur wegen Abweichung von der Standardtemperatur = 11,2 NM. Aufgerundet auf 12 NM.)

Die resultierende Reiseflugstrecke ist:

Gesamtstrecke		320 NM
Steigflugstrecke	.....	-12 NM

Reiseflugstrecke	.....	308 NM

Bei dem zu erwartenden Gegenwind von 10 kts läßt sich die Geschwindigkeit über Grund für den Reiseflug wie folgt berechnen:

$$\begin{array}{r} 109 \text{ kts} \\ \underline{-10 \text{ kts}} \\ 99 \text{ kts} \end{array}$$

Folglich beläuft sich die für den Reiseflugteil der Flugstrecke erforderliche Zeit auf:

$$\frac{308 \text{ NM}}{99 \text{ kts}} = 3,1 \text{ Stunden}$$

Die für den Reiseflug erforderliche Kraftstoffmenge beträgt:

$$3,1 \text{ Stunden} \times 27,6 \text{ l/h} = 85,6 \text{ l}$$

Die Kraftstoffmenge für eine Reserve von 45 Minuten beträgt:

$$\frac{45}{60} \times 27,6 \text{ l/h} = 20,7 \text{ l}$$

Der gesamte errechnete Kraftstoffbedarf ergibt sich wie folgt:

Anlassen, Rollen und Startlauf	.....	4,2 l
Steigflug	.....	6,1 l
Reiseflug	.....	85,6 l
Reserve	.....	20,7 l

Gesamt Kraftstoffbedarf	.....	116,6 l

Während des Fluges kann dann anhand von Überprüfungen der Geschwindigkeit über Grund eine genauere Berechnungsgrundlage zur Ermittlung der für den Reiseflug erforderlichen Zeit und der zugehörigen Kraftstoffmenge gewonnen werden, so daß der Flug mit ausreichender Kraftstoffreserve beendet werden kann.

MAXIMALE STEIGGESCHWINDIGKEIT BEI EINER ABFLUGMASSE VON 1111 KG

Bedingungen:

Klappen eingefahren

Vollgas

Druck- Höhe ft	Steiggesch- windigkeit KIAS	Steigrate ft/min			
		-20°C	0°C	20°C	40°C
S.L.	79	830	770	705	640
2000	77	720	655	595	535
4000	76	645	585	525	465
6000	74	530	475	415	360
8000	72	420	365	310	250
10.000	71	310	255	200	145
12.000	69	200	145	---	---

ANMERKUNG:

1. Gemisch über 3000 ft verarmen, um maximale Drehzahl zu erzielen

Abb. 5-6 Maximale Steigrate

FÜR DEN STEIGFLUG ERFORDERLICHE ZEIT, KRAFTSTOFFVERBRAUCH UND STRECKE

Bedingungen:
 Klappen eingefahren
 Vollgas
 Standardtemperatur

Druck- Höhe ft	TEMP °C	Steig- geschwind. KIAS	Steigrate ft/min	Vom MSL aus		
				ZEIT MIN	Kraftst. l	Entfern. NM
S.L.	15	79	720	0	0,0	0
1000	13	78	670	1	0,15	2
2000	11	77	625	3	2,65	4
3000	9	76	575	5	4,54	6
4000	7	76	560	6	5,68	8
5000	5	75	515	8	6,81	11
6000	3	74	465	10	7,94	14
7000	1	73	415	13	9,46	17
8000	-1	72	365	15	8,36	21
9000	-3	72	315	18	12,87	25
10.000	-5	71	270	22	15,14	29
11.000	-7	70	220	26	17,41	35
12.000	-9	69	170	31	20,44	43

Anmerkungen:

1. Für Anlassen, Rollen und Start ist eine Kraftstoffmenge von 4,2 l hinzuzurechnen
2. Gemisch verarmt über 3000 ft für maximale Drehzahl
3. Für je 10°C über der Standardtemperatur sind die Werte für Zeit, Kraftstoffverbrauch und Steigstrecke um 10% zu vergrößern
4. Die angegebenen Strecken gelten bei Windstille

Abb. 5-7 Für den Steigflug erforderliche Zeit, Kraftstoffverbrauch und Strecke

REISELEISTUNG

Bedingungen:

Abflugmasse 1111 kg

Empfohlenes armes Gemisch bei allen Höhen (siehe Kapitel 4, Reiseflug)

Druck Höhe ft	1/min	20°C UNTER STANDARDTEMP			STANDARD TEMPERATUR			20°C ÜBER STANDARDTEMP		
		%	KTAS	L/H	%	KTAS	L/H	%	KTAS	L/H
2000	2250	---	---	---	79	115	34,1	74	114	32,2
	2200	79	112	34,4	74	112	32,2	70	111	30,3
	2100	69	107	29,9	65	106	28,4	62	105	26,9
	2000	61	101	26,5	58	99	25,0	55	97	24,2
	1900	54	94	23,5	51	91	22,3	50	89	22,0
4000	2300	--	---	---	79	117	34,5	75	117	32,6
	2250	80	115	34,8	75	114	32,6	70	114	30,7
	2200	75	112	32,6	70	111	30,7	66	110	28,8
	2100	66	106	28,8	62	105	26,9	59	103	25,8
	2000	58	100	25,3	55	98	24,2	53	95	23,5
6000	1900	52	92	22,7	50	90	22,0	49	87	21,2
	2350	--	---	---	80	120	34,8	75	119	32,6
	2300	80	117	34,8	75	117	32,6	71	116	30,7
	2250	76	115	29,9	71	114	30,7	67	113	29,2
	2200	71	112	30,7	67	111	29,2	64	109	27,6
	2100	63	105	27,3	60	104	26,1	57	101	25,0
2000	56	98	24,2	53	96	23,5	52	93	22,7	

ANMERKUNG:

1. Die hier angegebenen Reiseschwindigkeiten gelten für ein mit Radschuhen ausgerüstetes Flugzeug. Verringern Sie die Geschwindigkeiten um 2 kts für Flugzeuge ohne Radschuhe.

Abb. 5-8 Reiseleistung (1 Blatt von 2)

REISELEISTUNG

Bedingungen:

Abflugmasse 1111 kg

Empfohlenes armes Gemisch bei allen Höhen (siehe Kapitel 4, Reiseflug)

Druck höhe ft	1/min	20°C UNTER STANDARDTEMP			STANDARD TEMPERATUR			20°C ÜBER STANDARDTEMP		
		%	KTAS	L/H	%	KTAS	L/H	%	KTAS	L/H
8000	2400	--	---	---	80	122	34,8	76	121	32,9
	2350	81	120	35,2	76	119	32,9	71	118	31,0
	2300	76	117	32,9	71	116	31,0	68	115	29,5
	2200	68	111	29,2	64	110	27,6	61	107	26,5
	2100	60	104	26,1	57	102	25,0	55	99	24,2
	2000	54	96	23,5	52	94	22,7	51	91	22,3
10.000	2350	76	119	33,3	72	118	31,0	68	117	29,5
	2300	72	116	31,4	68	115	29,5	65	113	28,0
	2250	68	113	29,5	65	112	28,0	61	109	26,8
	2200	65	110	28,0	61	108	26,5	59	105	25,4
	2100	58	102	25,0	55	100	24,2	54	97	23,5
	2000	52	94	23,1	51	91	22,3	50	88	22,0
12.000	2350	73	119	31,4	69	117	29,9	65	115	28,4
	2300	69	115	29,9	65	113	28,4	62	111	26,9
	2250	65	112	28,4	62	109	26,9	59	107	25,7
	2200	62	108	26,9	59	105	25,7	57	103	25,0
	2100	56	100	24,2	54	97	23,5	53	94	23,1

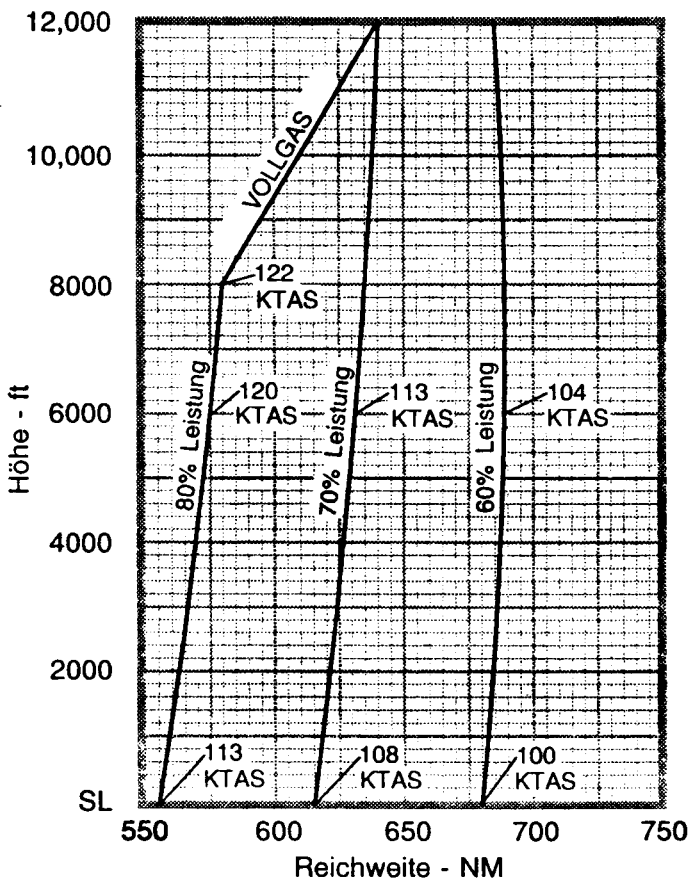
Anmerkung:

1. Die hier angegebenen Reisesgeschwindigkeiten gelten für ein mit Radschuhen ausgerüstetes Flugzeug. Verringern Sie die Geschwindigkeiten um 2 kts für Flugzeuge ohne Radschuhe.

Abb. 5-8 Reiseleistung (2 Blatt von 2)

REICHWEITE 45 MINUTEN RESERVE 201 L AUSFLIEGBARER KRAFTSTOFF

Bedingungen:
Abflugmasse 1111 kg
Empfohlenes armes Gemisch für den Reiseflug in allen Höhen
Standardtemperatur
Ohne Wind



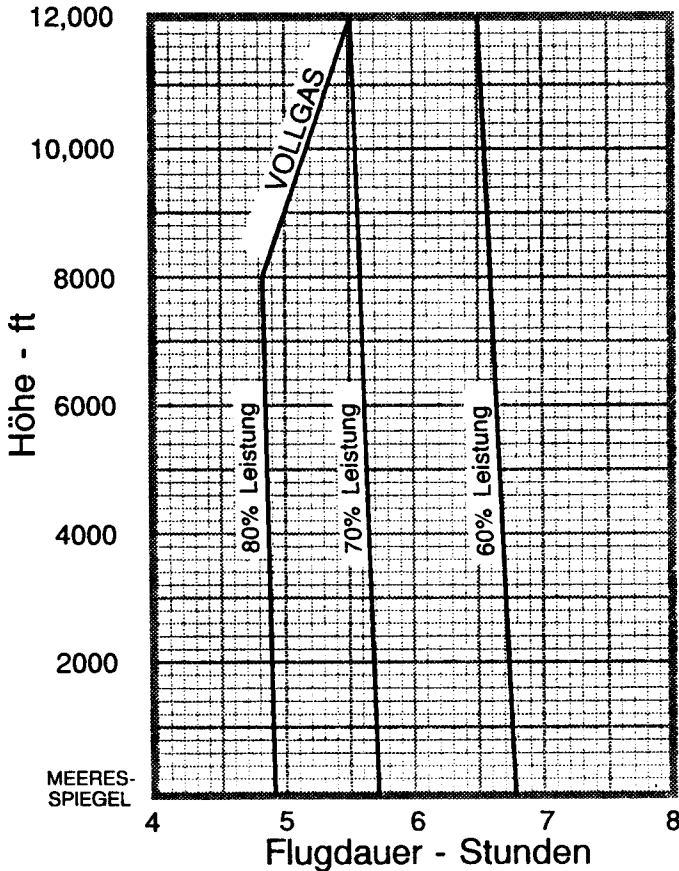
ANMERKUNG:

1. In diesem Diagramm sind die für Anlassen, Rollen, Start und Steigflug benötigte Kraftstoffmenge sowie die Steigstrecke berücksichtigt
2. Die Leistungen gelten für ein mit Radschuhen ausgerüstetes Flugzeug. Die Radschuhe erhöhen die Reisegeschwindigkeiten um ca. 2 kts.

Abb. 5-9. Reichweite

FLUGDAUER 45 MINUTEN RESERVE 201L AUSFLIEGBARER KRAFTSTOFF

Bedingungen:
Abflugmasse 1111 kg
Empfohlenes armes Gemisch für den Reiseflug in allen Höhen
Standardtemperatur



ANMERKUNG:

1. In diesem Diagramm sind die für Anlassen, Rollen, Start und Steigflug benötigte Kraftstoffmenge sowie die Steigzeit berücksichtigt.

Abb. 5-10. Flugdauer