

# LEIPZIGER VOLKSZEITUNG

Proletarier aller Länder, vereinigt euch!

Organ der Bezirksleitung Leipzig der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands

Dezember 1969

Sonderausgabe

Preis 0,40 M

## SCHNELLER HÖHER WEITER



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20  
21 22 23 24 25 26 27 28 29 30  
31 32 33 34 35 36 37 38 39 40  
41 42 43 44 45 46 47 48 49 50  
51 52 53 54 55 56 57 58 59 60  
61 62 63 64 65 66 67 68 69 70  
71 72 73 74 75 76 77 78 79 80  
81 82 83 84 85 86 87 88 89 90  
91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

### Liebe Mädel und Jungen!

Wenn Ihr diese „Mathe-LVZ“ in den Händen haltet, trennen uns nur noch wenige Monate von den Feierlichkeiten zum 100. Geburtstag jenes hervorragenden Revolutionärs und Staatsmanns, der in einer Rede vor Komsomolzen die Aufforderung formulierte, „Lernen, lernen und nochmals lernen“. Ihr wißt alle, daß Wladimir Iljitsch Lenin diese Worte sprach, und jeder von Euch hat täglich Gelegenheit, sich an diese Worte zu halten. Lenin ehren heißt heute eben, sein Bestes zu geben in der Schule und in der gesellschaftlichen Tätigkeit, heißt, kühn und klug die Aufgaben anzupacken, die das Leben für uns heute und in Zukunft bereit hält.

Als Lenin die Komsomolzen gemahnte, fleißig zu lernen, wußte noch niemand genau zu sagen, welche großen Leistungen die Bürger der Sowjetunion, des Staates, den Lenin begründete, in den nächsten Jahrzehnten zum Wohle der Menschheit vollbringen werden. Eines jedoch war gewiß: Mit der Existenz der Sowjetunion hatte eine neue Ära der Menschheitsgeschichte ihren Anfang genommen und die Maßstäbe dieser Epoche werden vom Lande Lenins gesetzt. So nimmt es nicht wunder, nein, es ist historisch gesetzmäßig, daß der erste Mensch im Kosmos ein Sowjetbürger war. Diese „Mathe-LVZ“ versucht, einen großen Bogen zu schlagen zwischen Lenin's Aufforderung an die jungen Sowjetbürger, den kosmischen Leistungen, die eben jene Sowjetbürger vollbrachten und vollbringen, und Euch, liebe Jungen und Mädchen, die ihr in gar nicht langer Zeit, ja, eigentlich schon heute selbst „kosmische“ Leistungen zu Ehren unserer sozialistischen DDR vollbringen werdet. German Titow und Valentina Tereschkowa sind heute weltberühmte Kosmonauten, weil sie mit Energie und Ausdauer Körper und Geist schulten und trainierten, aber auch deshalb, weil sich sich in der Mathematik und in der Physik gute Freunde geschaffen haben.

Für Euch soll diese „kosmische Mathe-LVZ“ ein kleiner Anfang sein, es ihnen gleich zu tun. Wieder haben sich der Verdiente Lehrer des Volkes Studienrat Johannes Lehmann, Mathematikfachlehrer Walter Unze (Leipzig), Mathematikfachlehrer Walter Träger (Döbeln) und der Verdiente Lehrer des Volkes Helmut Busch (Hartha) große Mühe gegeben, die Mathematik für Euch noch anziehender zu machen. Ihnen dafür Dank und Euch allen viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben wünschen

Redaktion und Verlag der Leipziger Volkszeitung



Valentina Tereschkowa, die erste Kosmonautin der Welt, in Leipzig begeistert begrüßt. (13.10.1969)

Unsere diesjährige Mathematik-LVZ, die wir dem 100. Geburtstag W. I. Lenins widmen, haben wir in den Dienst zweier Wissenszweige gestellt, in denen die UdSSR, ebenso wie in vielen anderen, in den letzten Jahren mit aufsehenerregenden Erfolgen aufwartete und die in besonders hohem Maße der Mathematik bedürfen: Astronautik und Aeronautik. Die kühnen Testpiloten und Astronauten, die mit ihren Flügen der Wissenschaft den Weg zu neuen Erkenntnissen ebneten, sind zum Vorbild unzähliger Jungen und Mädchen geworden. Was muß ein Kosmonaut wissen und können? Wie trainiert er? Wie wird man Kosmonaut? ... Auf diese und andere Fragen wird in nachstehendem Beitrag der berühmte Fliegerkosmonaut und zweifache Held der Sowjetunion G. Beregowoi eingehen.

Eine der wichtigsten Forderungen, die an künftige Kosmonauten gestellt wird, ist ein gut funktionierendes Gleichgewichtsorgan. Im Kosmos fehlt die uns vertraute Gravitation. Deshalb muß man ein hoch-

entwickeltes Gefühl der Orientierung im Raum haben. Wie kann man sein eigenes Gleichgewichtsorgan auf der Erde prüfen? Wenn ihr einmal auf einer Brücke über einem Fluß steht, so seht einmal eine Weile auf das Wasser, dann hebt plötzlich mit einem Ruck den Kopf und schaut nach

oben. Wenn die Brücke unter euren Füßen „weggleitet“, so bedeutet das, daß ihr ein schwaches Gleichgewichtsgefühl habt.

Der Organismus muß einen guten Vorrat an Muskelkraft haben. Die ersten Flüge der Kosmonauten ergaben, daß die Überbelastungen bei der Einsteuerung in die Umlaufbahn nicht so groß sind und von jedem Menschen unter den Bedingungen eines normalen Starts und einer normalen Landung ertragen werden können. Aber

beispielsweise bei einer Havarielandung steigen die Überbelastungen auf ein Mehrfaches an. Das Gewicht des Körpers erhöht sich auf das 10- bis 20fache. Ein wenig trainierter Organismus wird diesen Belastungen nicht gewachsen sein. Deshalb schenkt der künftige Kosmonaut der

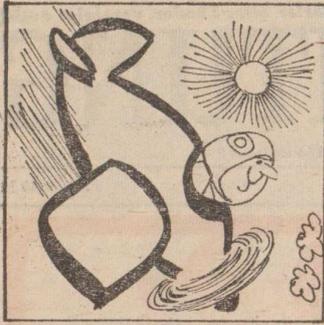
körperlichen Vorbereitung besonders viel Aufmerksamkeit.

Nehmen wir z. B. die Übungen im Looping. Der Mensch dreht sich mit 22 bis 23 U/min. Die Überbelastungen auf dem Niveau des Herzens erreichen 5 bis 5,5 Einheiten und wiederholen sich bei jeder Umdrehung: Unten ist sie minimal, oben fehlt sie gänzlich. Was bedeuten diese fünf bis sechs Einheiten? Wenn z. B. ein Mensch 100 kg wiegt, wird er bei der fünffachen Überbelastung 500 kg schwer.

Viel Training erfordert es auch, ehe der künftige Kosmonaut mit der Schwereelosigkeit fertig wird. Wer mit dem Tauchgerät eine solche Last mitnimmt, mit der man unter dem Wasser weder auftaucht noch untergeht, kann einen solchen Zustand erreichen. Versucht einmal in der Tiefe Purzelbaum zu schlagen. Wenn das noch bei Dunkelheit geschieht, werdet ihr nicht mehr wissen, wo der Boden und wo die Wasseroberfläche ist. Die Schwereelosigkeit kann man auch in einer einfacheren Situation erleben: Wenn auf einer Schaukel die Gondel senkrecht zur Erde steht. Der Augenblick, wenn sie stehenbleibt, während der Atem noch nicht stockt, bedeutet Schwereelosigkeit. Das sind nur einige wenige Details aus unserem täglichen Trainings- und Übungsprogramm, das vielfältig und hart ist, denn der Weg in den Kosmos ist nicht leicht. Um ihn zu bewältigen, sind große Anstrengungen, tiefe Kenntnisse und eine vorzügliche Gesundheit erforderlich.

### Wie wird man Kosmonaut? Von Fliegerkosmonaut G. Beregowoi

Preisausschreiben – mit Preisausschreiben – mit



## Aufgaben Aeronautik

**1(2)** Auf dem Rollfeld des Zentralflughafens Berlin - Schönefeld stehen drei Flugzeuge startbereit. Im ersten Flugzeug befinden sich 24 Reisende, in das zweite Flugzeug sind 12 Reisende eingestiegen, und im dritten Flugzeug haben 10 Reisende mehr Platz genommen, als im ersten und zweiten Flugzeug zusammen.

a) Wieviel Reisende befinden sich im dritten Flugzeug?  
b) Wieviel Reisende sind zusammen in den drei Flugzeugen?

**2(2)** Ein Hubschrauber unserer Nationalen Volkarmee brachte zwei Infanterieeinheiten zum Übungsplatz. Die erste Einheit besetzte genau alle 32 Plätze im Hubschrauber. Für die andere Einheit waren zwei Flüge nötig, weil nach dem ersten vollausgelasteten Flug noch 23 Genossen zu befördern waren. Wieviel Genossen der Nationalen Volkarmee gehörten insgesamt zu den beiden Infanterieeinheiten?

**3(2)** Zwei Flugzeuge wurden zum gleichen Zeitpunkt angepölpelt; sie waren dabei 30 Kilometer voneinander entfernt und flogen in entgegengesetzte Richtungen.

Wie groß war die Entfernung zwischen den beiden Flugzeugen, wenn in der gleichen Zeitspanne nach der Peilung das schnellere Flugzeug 25 Kilometer nach Osten und das langsamere Flugzeug 16 Kilometer nach Westen geflogen ist? Fertige zu dieser Aufgabe eine Zeichnung an!

**4(2)** Im Transitraum des Zentralflughafens Berlin - Schönefeld, dem Warteraum für Fluggäste, die ins Ausland fliegen, sitzen sechs Fluggäste an einem Tisch, und zwar vier Männer eine Mutter und ihr Kind.

Von diesen Fluggästen wollen einige nach Moskau, einige nach Prag und die übrigen nach Budapest fliegen.

Zwei Männer fliegen nach Prag und zwei nach Moskau. Das Kind fliegt mit seiner Mutter.

Wohin fliegt die Mutter?

**5(3)** Die Flugstrecke Berlin - Moskau beträgt etwa 1620 km. Berechne die durchschnittliche Fluggeschwindigkeit der IL-18 für diese Flugstrecke bei einer Flugzeit von drei Stunden!

**6(3)** Um 8 Uhr morgens startet in Moskau ein Flugzeug vom Typ IL-18 zum Flug nach Berlin. Die Maschine hat eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 540 Kilometern in der Stunde. Zur gleichen Zeit startet in Berlin eine Maschine vom Typ TU-124 zum Flug nach Moskau, und zwar mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 820 Kilometern in der Stunde. Welches der beiden Flugzeuge ist zum Zeitpunkt der Begegnung weiter von Berlin entfernt, die IL-18 oder die TU-124?

**7(3)** Der Pilot eines Postflugzeuges flog in drei Tagen 5960 Kilometer. Am ersten und am zweiten Tag flog er zusammen 3800 Kilometer. Wieviel Kilometer wurden am ersten Tag und wieviel am dritten Tag geflogen, wenn die Flugstrecke des zweiten Tages 2000 Kilometer betrug? Fertige zu dieser Aufgabe eine Zeichnung an!

**8(3)** Ein Düsenjäger unserer Nationalen Volkarmee legt in einer Minute 18 Kilometer zurück.

Welche Strecke würde er bei gleichbleibender Geschwindigkeit während eines Fluges von einer halben Stunde zurücklegen?

**9(3)** Bei der Erprobung des sowjetischen Flugzeugtyps „Iljuschin IL-18“ als Langstreckenflugzeug wurde eine Flugstrecke von 6700 Kilometern in zwei Etappen zurückgelegt.

Dabei war die erste Etappe 1700 Kilometer länger als die zweite. Wieviel Kilometer betragen die beiden Etappen?

**10(4)** Bei einem Rundflug über Moskau waren alle 50 Plätze des Flugzeugs vom Typ „Antonow An-24“ besetzt. Im Flugzeug befanden sich 6 Männer mehr als Frauen.

Wieviel Männer, wieviel Frauen nahmen am Rundflug teil?

**11(4)** Klaus baute sich ein Segelflugzeug-Modell. Er arbeitete in drei Tagen daran insgesamt 9 Stunden und 40 Minuten.

Am ersten und am zweiten Tag hat er für seine Bastelarbeit zusammen 5 Stunden und 55 Minuten gebraucht.

Wieviel Stunden beschäftigte sich Klaus am dritten Tag mit seiner Bastelarbeit?

**12(4)** Die Träume des Jules Verne (1828 bis 1905) in seinem phantastischen Roman „Reise um die Welt in 80 Tagen“ sind heute längst zur Wirklichkeit geworden.

Wenn Überschallflugzeuge mit einer Geschwindigkeit von  $2500 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  in den nächsten Jahren im Luftverkehr eingesetzt werden, steht einer Reise um die Welt in einem Tag, mit Umsteigen von Flugzeug zu Flugzeug, nichts mehr im Wege.

Berechne aus den Entfernungen zwischen den großen Flugplätzen die reine Flugzeit in Stunden zu diesem Zukunftsbild!

Moskau - Hanoi 7000 km  
Hanoi - Sidney 7500 km  
Sidney - Honolulu 8250 km  
Honolulu - Havanna 7750 km  
Havanna - Oran 8000 km  
Oran - Moskau 3750 km

**13(4)** Im August 1968 fanden in Magdeburg die V. Weltmeisterschaften im Motorkunstflug statt.

Von den 14 weiblichen Teilnehmern an diesem Wettbewerb errangen die ersten fünf folgende Punktzahlen:

1. Uhlig, Margit (DDR) 3371,40 Punkte  
2. Delcroix, Madeleine (Frankreich) 3331,90 Punkte  
3. Kirsanowa, Margerita (UdSSR) 3246,40 Punkte  
4. Solowjewa, Galina (UdSSR) 3223,90 Punkte

5. Fleck, Monika (DDR) 3213,00 Punkte  
a) Berechne die Differenz der Punktzahlen der beiden Teilnehmerinnen aus der DDR!

b) Welche Durchschnittspunktzahl ergibt sich für diese ersten fünf Siegerinnen des Wettbewerbs?

**14(4)** Ein Langstreckenflugzeug, das die Route Europa - Ostasien befliegt, befand sich 15 Stunden in der Luft. In den ersten 9 Stunden erreichte es eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 850 km je Stunde. Wegen ungünstiger Witterungsbedingungen konnte in der restlichen Zeit nur mit einer Geschwindigkeit von 720 km je Stunde geflogen werden.

Wie lang war die gesamte Flugstrecke?

**15(4)** Ein Überschallflugzeug unserer Nationalen Volkarmee legt in einer Sekunde eine Strecke von 400 m zurück.

Wieviel Kilometer Flugstrecke legt die Maschine in einer Viertelstunde zurück?

**16(5)** Auf dem Zentralflughafen Berlin-Schönefeld standen zu einem Zeitpunkt doppelt soviel viermotorige wie einmotorige Flugzeuge und doppelt soviel zweimotorige wie viermotorige Flugzeuge. Die Gesamtzahl der Motoren betrug 34. Wieviel Flugzeuge jeder Gattung waren auf dem Flugplatz zu diesem Zeitpunkt vorhanden?

**17(5)** Ein Düsenflugzeug legt in 3 Stunden eine Flugstrecke von 2550 km zurück; ein Propellerflugzeug schafft dagegen in einer Flugzeit von 5 Stunden nur eine Strecke von 2125 km.

Wievielmals so groß ist die Geschwindigkeit des Düsenflugzeuges im Vergleich zu der des Propellerflugzeuges?

**18(5)** Die französische „Super-Caravelle“ hat als Ausrüstung für den Kraftstoff einen Haupttank und einen Nebentank.

Der Haupttank faßt dreimal soviel Liter Kraftstoff wie der Nebentank.

Nachdem bei der voll aufgetankten Maschine aus dem Haupttank 11500 Liter und aus dem Nebentank 500 Liter verbraucht wurden, waren die Tankinhalte gleich.

a) Wieviel Liter Kraftstoff befanden sich vor dem Flug im Haupt- bzw. im Nebentank?

b) Wieviel Liter Kraftstoff können insgesamt getankt werden?

**19(5)** Zum Ferienaufenthalt an der Ostsee fliegt Familie N. mit der „Interflug“ von Leipzig nach Barth. Es sind 2 Erwachsene und 2 Kinder im Alter von 7 und 13 Jahren.

Der Flugpreis für einen Flug beträgt pro Person 73,- M.; Kinder unter 12 Jahren zahlen die Hälfte des Flugpreises.

Der Flug dauert von 16<sup>40</sup> Uhr bis 17<sup>55</sup> Uhr.

a) Wieviel Mark hat die Familie N. für die Anreise zum Ferienort zu bezahlen?

b) Bei gleichzeitiger Buchung des Fluges für die Rückreise gewährt „Interflug“ für die Inlandsreisen eine Preisermäßigung von einem Zehntel des Flugpreises.

Wieviel Mark würde Familie N. dabei einsparen?

c) Die Anreise mit der Eisenbahn dauert 10 Stunden und 5 Minuten.

Wieviel Zeit würde Familie N. bei Benutzung des Flugzeuges gewinnen?

**20(6)** Drei Fluggäste aus der DDR fliegen mit der TU 104 von Prag nach Kairo. Ihre Namen sind Baumann, Eichler und Hahn. Einer von ihnen ist Elektriker, einer Monteur und einer Ingenieur.

Aus ihrer Unterhaltung ist folgendes zu entnehmen:

a) Zwei von ihnen, Herr Baumann und der Ingenieur, sollen in Bombay eine von der DDR gelieferte Anlage aufbauen helfen.

b) Zwei von ihnen, Herr Hahn und der Elektriker kommen aus Berlin, während der dritte aus Dresden kommt.

c) Herr Eichler ist jünger als der Monteur. d) Herr Hahn ist älter als der Ingenieur. Wie heißt der Ingenieur, wie heißt der Elektriker, wie heißt der Monteur? (Die Lösung ist zu begründen!)

**21(6)** Ein Hindernis für große Fluggeschwindigkeiten bildet die Schallgeschwindigkeit (etwa  $1200 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ).

Bei Überschallgeschwindigkeiten wird oft die „Mach“-Zahl benutzt; sie gibt das Verhältnis zur Geschwindigkeit eines Flugzeuges zur Schallgeschwindigkeit an. Welche Geschwindigkeit in  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$  hat ein Flugzeug, wenn es

a) mit Mach 1,5,  
b) mit Mach 2,  
c) mit Mach 2,5 fliegt?

**22(6)** Im März 1969 stellte ein sowjetischer Hubschrauber vom Typ „W 12“ vier neue Weltrekorde auf.

Unter anderem brachte der Hubschrauber dabei die Weltrekordlast von 31030 kp in eine Höhe von 2950 m.

Welche physikalische Arbeit W wurde dabei verrichtet?

**23(6)** Am 31. Dezember 1968 startete das erste Überschall-Passagierflugzeug der Welt, die TU-144 der Sowjetunion, zum Probeflug. Der Düsenriese ist ein Wunderwerk der Technik; mehr als 40000 Geräte und Apparaturen gehören neben dem an Bord befindlichen automatischen Rechenzentrum zum Navigationssystem des Flugzeugs. Aus den zahlreichen technischen Daten dieses Flugzeuges und einiger anderer Flugzeugtypen sind in der nachstehenden Tabelle in Gegenüber-

stellung mit den Entwicklungsjahren einige herausgegriffen.

a) Setze die technischen Angaben des Motorflugapparates der Gebrüder O. u. W. Wright vom Jahre 1904 gleich 1 und berechne jeweils die Verhältniszahlen des Leistungsanstiegs aus den technischen Angaben der darauffolgenden Jahre!

b) Gib an, wieviel Stunden die Flugzeit (theoretisch!) für die Strecke - London (rund 3000 km) jeweils betragen würde.

**24(6)** Der sowjetische Hubschrauber „Yak-24“ (genannt „Fliegender Waggon“) kann 4000 kp Nutzlast befördern.

Wieviel kp Fracht insgesamt wurden bei einem Auftrag transportiert, wenn dazu drei dieser Hubschrauber eingesetzt waren,

von denen der erste zu  $\frac{4}{5}$ , der zweite zu  $\frac{7}{8}$  und der dritte zu  $\frac{15}{16}$  ausgelastet war?

**25(7)** Die Iljuschin IL-18 ist das in der Sowjetunion am meisten verwendete Verkehrsflugzeug. Sie wird außer dem in 14 anderen Ländern eingesetzt. Die IL-18 errang eine Reihe von Weltrekorden, u.a. gelang ihr der Langstreckenflug von Moskau nach Mirny in der Antarktis, wobei 25793 km in 44 Flugstunden zurückgelegt wurden.

Die technischen Daten sehen für diese Maschine u.a. vor:

Höchstgeschwindigkeit  $685 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

Maximale Reisegeschwindigkeit  $650 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

Wirtschaftliche Reisegeschwindigkeit  $625 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

a) Wieviel Prozent der wirtschaftlichen Reisegeschwindigkeit konnte die IL-18 auf ihrem Langstreckenflug erzielen?

b) Zeichne für diese drei Geschwindigkeiten im Weg-Zeit-Diagramm auf Millimeterpapier, lege dabei auf der Abszissenachse 500 km durch 2 cm und auf der Ordinatenachse eine Stunde durch 3 cm fest!

**26(7)** Die IL-18 legt die 1620 km lange Flugstrecke Berlin - Moskau in etwa 175 Minuten, die TU-104 in etwa 140 Minuten zurück. Der Flugpreis Berlin - Moskau in der E-Klasse (Economy- oder Touristen-Klasse) beträgt 176,- M.

Bei gleichzeitiger Buchung des Rückfluges sind insgesamt 335,- Mark zu zahlen.

a) Wieviel Prozent der Flugzeit werden bei Benutzung der TU-104 gegenüber der Flugzeit der IL-18 eingespart?

b) Wieviel Prozent des Flugpreises werden bei gleichzeitiger Buchung des Hin- und Rückfluges eingespart?

**27(7)** Ein Verkehrsflugzeug mit Kolbenmotoren legt 500 km in 90 Minuten zurück. Das sowjetische Düsenverkehrsflugzeug TU-104 benötigt für die gleiche Strecke 40 Minuten.

a) Welche Strecken legen beide Flugzeuge in 2 Stunden zurück?

b) Berechne für beide Flugzeugtypen die Flugzeit für 300 km!

**28(7)** Flugzeuge „bearbeiten“ heute in der Welt 110 Millionen ha landwirtschaftliche Fläche aus der Luft.

57% davon entfallen allein auf die sozialistischen Staaten. In der DDR sollen sich bis zum Jahre 1970 die Flugeleistungen für die Landwirtschaft gegenüber 1967 von 500000 ha auf 1,4 Millionen ha erhöhen.

a) Wieviel ha beträgt der Anteil der sozialistischen Länder an der „Bearbeitung“ gegenüber der ganzen Welt?

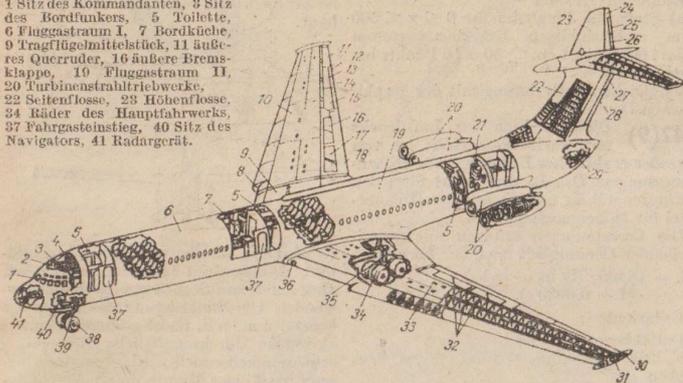
b) Wieviel Prozent beträgt die beabsichtigte Steigerung der „Bearbeitung“ in der DDR?

\*  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$  bedeutet: Kilometer pro Stunde.

	1904 Motorfl- apparat O. u. W. Wright (USA)	1920 F-13 Junkers (Deutsch- land)	1930 G-38 Junkers (Deutsch- land)	1940 DC-4 (USA)	1960 TU-114 (UdSSR)	1970 TU-144 (UdSSR)
1. Spannweite	8,20 m	17,8 m	44,0 m	44,0 m	51,0 m	25,0 m
2. Flugmasse	950 kg	1850 kg	24000 kg	29600 kg	165000 kg	130000 kg
3. Leistung	24 PS	185 PS	2000 PS	2400 PS	59200 PS	52000 PS
4. Geschwindigkeit	$60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	$140 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	$210 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	$350 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	$950 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	$2500 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
5. Passagiere (ohne Piloten)	1	4	34	40	220	120

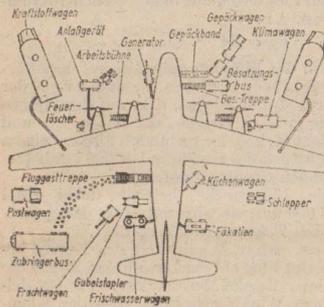


1 Sitz des Kommandanten, 3 Sitz des Bordflunkers, 5 Toilette, 6 Fluggastraum I, 7 Bordküche, 9 Tragflügelmittelstück, 11 äußeres Querruder, 16 äußere Bremsklappe, 19 Fluggastraum II, 20 Turbinenstrahltriebwerke, 22 Seitenflosse, 23 Höhenflosse, 24 Räder des Hauptfahrwerks, 37 Fahrgrasteinstieg, 40 Sitz des Navigators, 41 Radargerät.



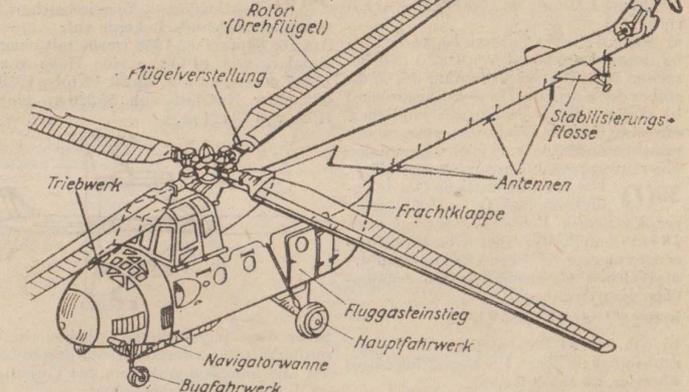
Sowjetisches Langstreckenflugzeug IL-62

### Wartung und Abfertigung eines großen Verkehrsflugzeugs



### Flugpreise (für Bürger der DDR)

von/ nach/to Berlin	class*	Mark**	
		→	←
Algiers	F	600,-	1200,-
Algiers	Y	468,-	936,-
Bagdad	F	1565,-	2974,-
Bagdad	Y	1083,-	2058,-
Bamako	F	1777,-	3377,-
Bamako	Y	1095,-	2081,-
Beirut	F	1283,-	2438,-
Beirut	Y	871,-	1655,-
Belgrade	Y	335,-	670,-
Bucharest	Y	169,-	322,-
Budapest	Y	80,-	170,-
Cairo	F	1283,-	2438,-
Cairo	Y	871,-	1655,-
Conakry	F	1859,-	3533,-

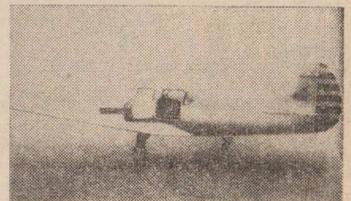


Sowjetische Hubschrauber der Mi-Klasse (Mi-4)

von/ from nach/ to Berlin	class*	Mark**	
		→	←
Conakry	Y	1130,-	2147,-
Damaskus	F	1283,-	2438,-
Damaskus	Y	871,-	1655,-
Kiew	Y	139,-	265,-
Leningrad	Y	142,-	270,-
Moscow	Y	176,-	335,-
Nicosia	F	1079,-	2051,-
Nicosia	Y	785,-	1492,-
Prag	Y	33,-	63,-
Sofia	Y	222,-	422,-
Tirana	Y	160,-	404,-
Warsaw	Y	64,-	122,-
Zagreb	Y	251,-	502,-

\* F - class = 1. Klasse  
 - Y - class = 2. Klasse (Economy-Class)  
 \*\* Flugpreis für Bürger der DDR

### JAK 18 t



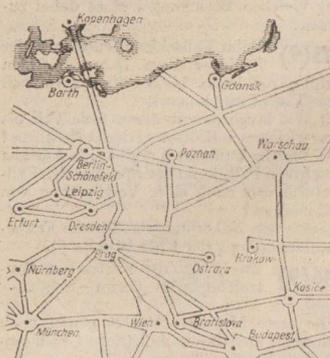
Jak 18 t - Reise- und Ausbildungsflugzeug:  
 1 zylinder-Sternmotor, Tankinhalt 150 kg, Besatzung: 1, Passagiere: 3, Ganzmetallbauweise, freitragender Tiefdecker, vollständig einziehbares Bugradfahrwerk, Spannweite 11,05 m, Länge 8,45 m, Leermasse 1200 kg, Zuladung 420 kg, Reisegeschwindigkeit 252/h, Startvollstrecke 200 m, Landevollstrecke 200 m, Dienstflughöhe 5000 m, Steigleistung 5m/s, Reichweite mit voller Nutzlast 600 km

### Interflug - Inlandnetz!



Unsere Karte zeigt eine 1547 Kilometer lange Reiseroute - sie entspricht der Strecke Berlin-Moskau oder Berlin-Budapest-Berlin. Auf dem Inlandflugnetz, Länge 8853 Kilometer, werden jährlich 323000 Passagiere befördert. Insgesamt fliegt die Interflug 30 Zielflughäfen in Europa, Afrika und im Mittleren Osten auf einer Strecke von 44000 Kilometern an. Im internationalen Reiseverkehr sind zweistrahlige Mittelstrecken-Verkehrsflugzeuge TU 134, Maschinen vom Typ IL 18 und AN-24 im Einsatz. Seit zwei Jahren gibt es auch die Direktverbindungen Budapest-Dresden und Wien-Dresden. In diesem Jahr wurden im Saisonflugplatz Heringsdorf über 50000 Urlauber abgefertigt.

### Aeroflot - größte Luftverkehrsgesellschaft der Welt



Die Aeroflot, ein sowjetisches Staatsunternehmen, ist die größte Luftverkehrsgesellschaft der Welt. Sie fliegt mit weit über 1000 Flugzeugen in 50 Länder. Sie erzielte bisher Beförderungsleistungen von über 50 Milliarden Passagierkilometern und mehr als 15 Milliarden Tonnenkilometer. Vor 50 Jahren beförderte Aeroflot im ersten Jahre ihres Bestehens 224 Passagiere. Heute entfallen 25% aller Lufttransporte der Welt auf die Aeroflot. Bei dem Wirtschaftsflug liegt der Anteil der Sowjetunion sogar bei 90 Prozent. Das Inlandnetz der SU hat eine Länge von fast 500000 Kilometer. Das ist eine Strecke, die mehr als zwölfmal um die Erde bzw. weit hinter den Mond führen würde.

### AN-24 schnell und bequem

Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit bei der Inlandbeförderung der DDR erhöhten sich mit Einführung der AN-24 wesentlich. Auf der Frühjahrsmesse 1965 wurde der Vertrag über den Kauf von sechs AN-24 unterzeichnet. Sie dienen als Ersatz für die seit 1956 eingesetzte IL-14. Die AN-24 hat gleichfalls 16 Sitzplätze mehr, eine größere Reisegeschwindigkeit und verursacht einen geringeren Wartungsaufwand. Man hat von allen Plätzen des Flugzeugs eine ausgezeichnete Sicht und sitzt bequemer als in der IL-14, da die Tragflächen den Rundblick nicht behindern. Der Rumpf der AN-24 ist breiter als bei der IL-14 und die Luftböigkeit geringer. Mit der druckdichten Kabine kann in einer größeren Höhe geflogen werden. Jedem Passagier werden 10 kg Freigepäck gewährt. Während für die Fahrt von Berlin nach Heringsdorf mit dem Pkw „Trabant“ für einen Sitz etwa 5 l Benzin benötigt werden, braucht die AN-24 für diese Strecke etwas über 23 l Kerosin je Sitz, hat allerdings 280 kg Leermasse zu befördern gegenüber 150 kg beim „Trabant“. Aber schließlich legt sie diese Strecke in 45 min zurück.

Daten der AN-24 W

Passagiere	48
2 Propellerturbinen (PTL)	
Rumpflänge	23,53 m
Spannweite	29,20 m
Höhe	8,32 m
Anrollstrecke	600 m
maximale Abflugmasse	21000 kg
Ausrollstrecke	540 m
Reisegeschwindigkeit	450 km/h
Reichweite bei	5500 km
Nutzlast	5200 kg

### Mehr Dünger aus der Luft

„Ein Glück, daß wir unsere Flieger haben...!“ Dieser Stoßseufzer von LPG-Vorsitzenden und Feldbaubrigadiers stieg besonders oft in diesem Frühjahr zum Himmel, wenn die Agrarpiloten der Interflug ihre Runden drehten. Kein Wunder, denn langanhaltender Regen und stauende Nässe machten den Einsatz von Traktoren und Düngerstreunern wochenlang unmöglich. Der Einsatz des Flugzeugs in der Landwirtschaft bringt aber noch weitere Vorteile: Die Leistung wird gegenüber herkömmlichen Arbeitsmethoden beim Düngen vervielfacht und beim Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln sogar verzehnfacht. Hinzu kommt, daß das Agrarflugzeug auch während der Vegetationsperiode für bestimmte Arbeiten eingesetzt werden kann, zum Beispiel für die Stickstoff-Spütdüngung bei Getreide. Auch Forstschädlinge werden besonders günstig aus der Luft bekämpft, denn eine Maschine schafft in einer Stunde 160 bis 190 Hektar.

Die Agrarpiloten der Interflug haben ihre Leistungen in den letzten Jahren ständig erhöht. Waren es 1960 167000 Hektar, die von ihnen „bearbeitet“ wurden, so stieg diese Fläche 1968 auf 744000 Hektar. Entsprechend dem wachsenden Bedarf der LPG und Kooperationsgemeinschaften soll diese Leistung bis 1975 verdoppelt werden, wobei daran gedacht ist, künftig noch die Bekämpfung der Krautfäule bei Kartoffeln und die Unkrautbekämpfung bei Hack- und Halbrüchten vom Flugzeug aus vorzunehmen. Damit werden in erheblichem Maße Arbeitskräfte und Kosten eingespart.

# Aufgaben Aeronautik

**29(7)** Im Sommer 1961 stellte der Dresdner Meister des Sports **Gerhard Wissmann** einen Segelflug-Rekord im Dreieck-Streckenflug auf. Er legte die Strecke Zossen - Storkow - Golben - Zossen in 1:1:30 Stunden (lies: 1 Stunde, 1 Minute und 30 Sekunden) zurück.

a) Miß auf einer geeigneten Karte die Entfernungen zwischen diesen Orten und berechne unter Berücksichtigung des Maßstabes der Karte die Dreieck-Flugstrecke!  
b) Welche Durchschnittsgeschwindigkeit erreichte **Gerhard Wissmann**, wenn zu der errechneten Entfernung noch 4 km infolge Kursänderungen hinzuzurechnen sind?

**30(7)** Die durchschnittliche Geschwindigkeit eines Düsenjägers unserer **Nationalen Volksarmee** beträgt etwa  $18 \text{ km} \cdot \text{min}^{-1}$ , die eines Überschallflugzeuges unserer **NVA** etwa  $25 \text{ km} \cdot \text{min}^{-1}$ .

a) Welchen Geschwindigkeiten entsprechen diese Angaben in  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  und in  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ?

b) Um wieviel Prozent liegt die Fluggeschwindigkeit des Überschallflugzeuges über der des Düsenjägers?

**31(7)** Die **Jak-18 T** ist ein beliebtes dreisitziges Schul- und Übungsflugzeug in der Sowjetunion. Von dieser Maschine kennen wir folgende technische Daten:

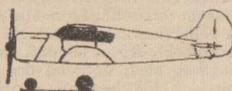
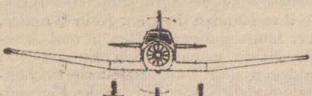
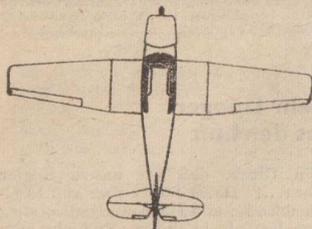
Spannweite	11,05 m
Länge	8,45 m
Triebwerk	Sternmotor mit 300 PS
Startmasse	1620 kg
Reisegeschwindigkeit	$252 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

a) In welchem **ganzzahligen** Verhältnis stehen Spannweite und Länge zueinander?

b) Welche maximale Leistungsbelastung in  $\text{kg} \cdot \text{PS}^{-1}$  ist für diese Maschine möglich?

c) Welcher Geschwindigkeit in  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  entspricht die Reisegeschwindigkeit der Maschine?

d) Rechne die Leistung des Triebwerks in  $\text{kpm} \cdot \text{s}^{-1}$  um.



**32(8)** Schlechtes, stürmisches Wetter beeinträchtigte den Flug einer **TU-104** in ihrer Reisegeschwindigkeit.

So benötigte die Maschine vom Flugplatz in A. nach dem Landeplatz B. eine Flugzeit von 2 Stunden und 54 Minuten. Der Rückflug von B. nach A. konnte bei besserem Flugwetter erfolgen; deshalb lag die Durchschnittsgeschwindigkeit jetzt bei einer Flugzeit von 2 Stunden und 24 Minuten um  $120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  höher.

a) Wie lang ist die Flugstrecke von A. nach B.?

b) Um welche Flugstrecke zwischen zwei europäischen Hauptstädten kann es sich dabei handeln?

**33(8)** Um den erforderlichen Auftrieb zu erhalten, sind im Freiballon oder im Luftschiff Gaszellen angebracht, in denen sich ein Traggas mit wesentlich geringerer Dichte als die der Luft befindet.

Der spezifische statische Auftrieb je  $\text{m}^3$  Traggas ist abhängig von der Differenz

der beiden Dichten und zwar nach der Formel

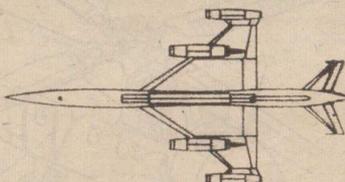
$$F_A = \rho_{\text{Luft}} - \rho_{\text{Traggas}}$$

a) Berechne den spezifischen Auftrieb eines mit Helium gefüllten Luftschiffes! (Entnimm die Zahlenwerte der Tabellensammlung!)

b) Welches Volumen Traggas (Helium) ist erforderlich, damit ein Luftschiff mit einem Gewicht von 222900 kp eine Nutzlast von 20000 kp tragen kann?

**34(8)** Das sowjetische Überschall-Bombenflugzeug „**Mjassischtschew**“ stellte u.a. folgende Rekorde auf:

Am 16. September 1959 wurde mit einer Nutzlast von 10000 kp eine Höhe von 15317 m erreicht und am 29. Oktober 1959 mit einer Nutzlast von 55220 kp eine Höhe von 13121 m.



Stelle diese physikalische Arbeitsverbesserung **Wim** in Koordinatensystem graphisch dar und berechne außerdem das Verhältnis dieser Arbeitsverbesserung.

**35(8)** Eine Aufgabe aus der **Bulgarischen Mathematik-Olympiade 1967** für Klasse 8 lautet:

In **Sofia** startete um 11 Uhr ein Passagierflugzeug zum Flug nach **Varna**. Eine halbe Stunde später startete vom gleichen Flughafen ein Militärflugzeug, das in **Varna** 5 Minuten früher als das Passagierflugzeug landete.

Um wieviel Uhr landeten beide Flugzeuge jeweils in **Varna**, und wie groß waren ihre mittleren Geschwindigkeiten, wenn die Geschwindigkeit des Militärflugzeuges 2,5 mal so groß wie die des Passagierflugzeuges war?

Die Entfernung von **Sofia** bis **Varna** beträgt 400 km Luftlinie. (Die Berechnung ist mit einer Genauigkeit von  $\pm \frac{1}{10}$  Minute durchzuführen!)

**36(8)** **Manfred** wohnt in der Nähe des **Zentralflughafens Berlin - Schönefeld**.

Beim Anflug und beim Start haben die Flugzeuge fast immer die gleiche Flughöhe, die **Manfred** gern wissen möchte.

Mit seiner Kamera, die ein Objektiv mit einer Brennweite von 50 mm hat, fotografiert er eine Maschine vom Typ **IL-14** genau in dem Augenblick, als sie sich senkrecht über ihm befindet. Auf dem Papierabzug seines entwickelten Filmes mißt er die Spannweite der Maschine mit 2 mm. Aus seinen Büchern ist ihm die wirkliche Spannweite der Maschine mit 31,70 m (rund 32 m) bekannt.

In welcher Höhe fliegt die **IL-14** bzw. auf welche Weise konnte er die Flughöhe ermitteln?

**37(8)** Die Geschwindigkeit zweier Flugzeuge verhalten sich wie 5:7.

Das erste Flugzeug benötigt für eine bestimmte Flugstrecke 18 Minuten.

Wie lange braucht das zweite Flugzeug für die gleiche Strecke?

**38(8)** Eine große Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft in der **DDR** düngte eine quadratische Ackerfläche von 350 ha vom Flugzeug aus.

Das Flugzeug überflog in einer Viertelstunde bei 6 m Arbeitsbreite 8 ha Ackerfläche.

a) Wie oft mußte das Flugzeug wenden?

b) Welche durchschnittliche Geschwindigkeit ergab sich daraus, wenn in den Angaben für die Arbeitsleistung des Flugzeuges auch mehrmaliges Starten zur Düngeraufnahme und die zusätzlichen Wendestrecken enthalten sind?

**39(8)** **Jochen** und **Olaf** bauen gemeinsam das Modell einer **TU-124**.

**Jochen** würde das Modell allein in 12 Stunden, **Olaf** dagegen allein schon in 8 Stunden fertigstellen.

Wieviel Zeit benötigen beide bei gemeinschaftlicher Arbeit am Flugzeugmodell?

**40(8)** a) Welche Geschwindigkeit in  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  besitzt ein Punkt des Erdäquators auf Grund der täglichen Erdumdrehung?

b) Überlege, ob ein Flugzeug in 24 Stunden eine Erdumkreisung in Äquatornähe ausführen könnte!

**41(9)** Die Flugbahn einer aus 600 m Höhe aus dem Flugzeug abgeworfenen Versorgungsbombe wird durch die Gleichung

$$y = 600 - \frac{1}{400} x^2$$

beschrieben. ( $x \triangleq$  horizontale Entfernung vom Abwurfpunkt in Metern,  $y \triangleq$  Höhe über dem Erdboden in Metern)

a) Berechne, wieviel Meter vom Abwurfpunkt entfernt die Versorgungsbombe den Erdboden erreicht!

b) Stelle die Flugbahn für  $0 \leq x \leq 500$  im rechtwinkligen Koordinatensystem dar! (Maßstab 1 cm  $\triangleq$  50 m; 6 Punkte bestimmen!)

Vergleiche die Rechnung mit der graphischen Darstellung.

**42(9)** Die Abnahme des Luftdrucks mit wachsender Höhe ist von großer praktischer Bedeutung für Höhenmessungen. Das Barometer ist für jeden Flugzeugführer unentbehrliches Hilfsmittel für Höhenmessungen.

Die Berechnungen erfolgen mit ausreichender Genauigkeit nach der Formel

$$h = 18400 \cdot (\lg b_u - \lg b_o) \cdot (1 + 0,0039 t)$$

Es bedeuten:

18400 barometrische Konstante  $b_u$  bzw.  $b_o$  Barometerstand unten bzw. oben

(1 + 0,0039 t) Temperaturkorrektur t Differenz aus  $t_u$  und  $t_o$ .

Ein Flugzeug startet auf dem Flugplatz in **Heringsdorf** zum Flug über die **Ostsee**. Der Flugzeugführer hat beim Start  $b_u = 760$  mm und  $t_u = 20^\circ\text{C}$  abgelesen.

In welcher Höhe befindet er sich über der **Ostsee**, wenn er einige Zeit später  $b_o = 720$  mm und  $t_o = 17^\circ\text{C}$  abliest?

**43(9)** Der Aufstieg eines **Stratosphärenballons** erfolgte bei  $b_u = 760$  mm und  $t_u = 15^\circ\text{C}$ .

Welche Höhe hatte der Ballon erreicht, als aus dem Ballon folgende Funksignale aufgezichnet wurden:

$b_o = 69$  mm,  $t_o = -45^\circ\text{C}$

Benutze zur Lösung der Aufgabe die **Barometrische Höhenformel**

$$h = 18400 \cdot (\lg b_u - \lg b_o) \cdot (1 + 0,0039 t)$$

deren Anwendung in den Vorbemerkungen zur Aufgabe Nr. 41 erläutert wurde.

**44(9)** Die **Tupolew TU-124** der Sowjetunion hat eine Landegeschwindigkeit von  $190 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Bei der Landung nimmt die Geschwindigkeit des Flugzeuges in jeder Sekunde um  $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  ab.

a) In welcher Zeit kommt das Flugzeug zum Stehen?

b) Welchen Bremsweg legt es dabei zurück?

**45(9)** Beim Fallschirmsprung muß der Springer etwa 75 m im freien Fall zurücklegen, bis der Fallschirm voll zur Entfaltung kommt.

a) Wie lange dauert dieser freie Fall bis zur wirksamen Eröffnung des Fallschirms?

b) Welche Fallhöhe h ergibt sich dagegen im freien Fall, wenn der Springer den Fallschirm erst nach einer Verzögerung von 12 s öffnet?

(Setze den Näherungswert für die Fallbeschleunigung  $g$  der Erde  $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ).

**46(9)** Zwei Flugzeuge starten vom **Zentralflughafen Berlin - Schönefeld**.

Die erste Maschine startet genau nach Norden; ihre durchschnittliche Geschwindigkeit beträgt  $330 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Die zweite Maschine startet genau nach Osten; ihre durchschnittliche Geschwindigkeit beträgt  $300 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

a) Wie groß ist die Entfernung zwischen beiden Flugzeugen in drei Minuten nach dem Start der zweiten Maschine, wenn die erste Maschine eine Minute später startet?

b) Wann beträgt die Entfernung zwischen beiden Flugzeugen 300 km, sofern der Start gleichzeitig erfolgt?

(Die Erdkrümmung soll bei diesen Berechnungen unberücksichtigt bleiben.)

**47(9)** Der sowjetische Flieger **K. Kokinaki** stellte auf seinen Flügen mit der einmotorigen Turbodieselmaschine **E 66** einen Geschwindigkeitsrekord auf. Er flog 100 km in 170 s.

a) Wie groß war seine durchschnittliche Geschwindigkeit in  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ?

b) Mit welchem möglichen Fehler ist dieser Wert behaftet, wenn die Entfernungs-

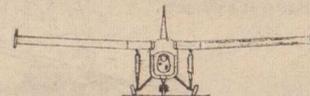
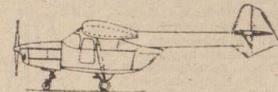
messung genau, die Zeitmessung aber mit einem Fehler von  $\pm 0,5$  s behaftet war?

**48(9)** In einem sowjetischen Lehrbuch befindet sich diese Aufgabe:

Ein Flugzeug fliegt von **Moskau** nach **Kiew** und kehrt sofort wieder zurück.

Unter welchen Bedingungen wird der Hin- und Rückflug schneller zurückgelegt, bei Windstille oder bei einem mit konstanter Stärke in die Richtung **Moskau - Kiew** wehenden Wind?

**49(10)** Das Mehrzweckflugzeug **IAR-818** der Volksrepublik **Rumänien** ist für niedrige Fluggeschwindigkeiten gebaut.



Es wird u.a. als Überwachungs-, Luftbild- und Düngerstreue-Flugzeug eingesetzt, aber auch zum Segelflugezugschlepp verwendet. Die Steigleistung des Flugzeuges beträgt  $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Es ist zu berechnen,

a) welche durchschnittliche Reisegeschwindigkeit erzielt wird, wenn das Flugzeug nach einer Minute maximaler Steigleistung dabei über dem Erdboden 2,4 km zurückgelegt, und

b) mit welchem Anstiegswinkel bei dieser Steigleistung geflogen wird.

**50(10)** Ein Flugzeug fliegt von **Kapstadt** nach **Sidney**. Abflugsort und Ziel liegen auf dem gleichen Breitengrad, d.h.

$\varphi_A = \varphi_Z = 34^\circ \text{ S}$ .

Will das Flugzeug sein Ziel auf dem kürzesten Weg erreichen, so muß es auf der Orthodrome fliegen, d.h. auf dem Bogen des größten Kreises, der Abflugort und Ziel miteinander verbindet, also auf einem Teilstück des amähernd 40000 km betragenden Großkreisumfangs.

Die Flugstrecke beträgt dabei rund 11000 km; sie wird mit Hilfe der **Sphärischen Trigonometrie** berechnet.

Eine andere Möglichkeit des Kurses bedeutet Flug auf der **Loxodrome**, das ist die Linie, die alle Meridiankurven unter gleichem Winkel schneidet, also der **Kleinkreisbogen**. Diese Linie stellt aber nicht die kürzeste Verbindung zwischen zwei Orten der Erdoberfläche dar, also auch nicht die kürzeste Flugstrecke zwischen **Kapstadt** und **Sidney**.

(Man veranschauliche sich den Sachverhalt am **Globus** unter Zuhilfenahme eines Fadens!)

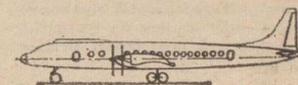
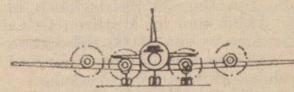
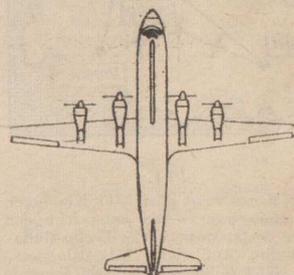
Berechne die Differenz der Flugstrecke auf **Orthodrome** und **Loxodrome**!

Die geographische Länge von **Kapstadt**  $\lambda_A = 18^\circ \text{ O}$ .

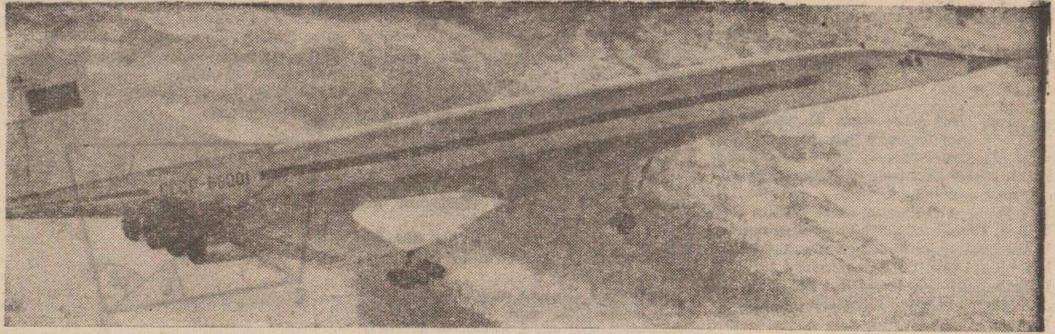
Die geographische Länge von **Sidney**  $\lambda_Z = 151^\circ \text{ O}$ .

Erdradius  $r = 6370 \text{ km}$ .

Iljuschin IL-18 (siehe Aufgabe 52)



# Reisen mit Überschall



Am 31. Dezember 1968 startete auf einem winterlichen Werkflugplatz in der Nähe von Moskau erstmals in der Welt ein Überschallverkehrsflugzeug – die sowjetische TU-144. Damit steht ein neues Zeitalter im Luftverkehr bevor. Der Überschallpassagier wird bei seinen Reisen in westlicher Richtung stets der Zeit voraus sein und schneller als der Lauf der Sonne sein. Wenn er beispielsweise mittags um 12,00 Uhr in Chabarowsk abfliegt, so wird er am selben Tag bereits um 8,00 Uhr früh Ortszeit in Moskau eintreffen.

Die Entwicklung der Transportmittel von der Postkutsche (10 km/h) über das Strahlflugzeug (900 km/h) zum Überschallflugzeug (3000 km/h) und weiter zum Hyperschallflugzeug (5000 bis 25000 km/h) und dem Weltraumschiff (28000 und mehr km/h) ist eine objektiv notwendige Tendenz. Das kommunikative Zeitalter, dessen Tor zu öffnen die Sowjetunion bereits begonnen hat, erfordert es, daß jeder beliebige Ort des Erdballs in zwei bis vier Stunden für den eiligen Reisenden (Politiker, Künstler, Kaufmann, Sportler, Angehörige von Schwärmen usw.) erreichbar ist und daß auch ein sicheres Massenlufttransportmittel für 1000 bis 15000 Personen (z. B. das Heliumluftschiff) geschaffen wird.

Eine echte Sensation für die Weltöffentlichkeit war es damals, als 1956 das erste einsatzbereite Strahlflugzeug der Welt, die sowjetische TU-104, in London landete und somit das Zeitalter des Strahlflugzeuges eröffnete. Das erste Überschallverkehrsflugzeug der Welt, die sowjetische TU-144, leitet nunmehr den Überschallluftverkehr ein. Mit dem Strahlflugzeug TU-104 wurde die bisherige Fluggeschwindigkeit von 300 bis 500 km/h auf 800 bis 1000 km/h erhöht; mit dem Überschallverkehrsflugzeug TU-144 dagegen wird dank menschlicher Intelligenz eine physikalische Barriere, die Schallgeschwindigkeit erstmals verkehrsmäßig überschritten.

Nach 1945 glaubte man, daß die Schallmauer für Luftfahrzeuge eine naturbedingte Geschwindigkeitsgrenze bilde. Der Verfasser dieses Beitrags erlebte es, daß Testpiloten, die damals Geschwindigkeiten über 1000 km/h zu erreichen suchten, ihre Kühnheit mit dem Leben bezahlen mußten. Auch *Captain Geoffrey de Havill-*

*and*, der Sohn des britischen Konstrukteurs der „Comet“, verunglückte am 27. September 1946 tödlich bei dem Versuch, die Schallmauer zu durchbrechen. Erst am 17. Oktober 1947 gelang es dem amerikanischen Testpiloten *Charles Yeager*, erstmals lebend die Schallmauer zu durchbrechen. Aber vom Testflugzeug bis zum einsatzbereiten Überschallverkehrsflugzeug ist es noch ein langwieriger Weg. Um ihr Überschallverkehrsflugzeug 1978 in die Luft zu bringen, haben die Amerikaner bereits ebensoviel Forschungsarbeit leisten müssen, wie sie für ihr Mondprogramm aufgewandt haben.

Die Schwelle, die mit dem Überschallluftverkehr überschritten wird, ist weit größer als der Umstieg vom Propellerflugzeug auf das Strahlflugzeug. Strahlflugzeuge fliegen in Höhen bis 12000 m, Überschallflugzeuge dagegen in Höhen von 20 km. Damit aber treten bereits Welt-raumbedingungen auf! Wer weiß schon, daß in 15000 m Höhe Wasser bereits bei 36°C siedet, also das Blut in den Adern zu kochen beginnt, der Blutstickstoff sich infolge des Unterdrucks verflüchtigt und damit der Tod in Sekundenschnelle eintritt. Das Drucksystem eines Überschallverkehrsflugzeuges muß daher technisch fehlerlos fungieren, sonst ereilt Passagiere und Besatzung der Raumtod. Im Strahlflugzeug bis 12000 m Höhe kann der Passagier noch nach der Sauerstoffmaske greifen, wenn der Kabinendruck infolge eines Motorschadens abfällt. Ein Überleben in Höhen über 15 km ist aber nur noch im Druckanzug möglich, denn in Sekundenschnelle wäre auch der Pilot bereits bewußtlos! Keine Luftverkehrsgesellschaft aber kann ihren Überschallpassagieren zumuten, daß sie Druck- oder Raumfahrerdress anlegen. TU-144-Testpilot *Eduard Jeljen* und seine Besatzung jedoch tragen auf den veröffentlichten Fotos Druckanzüge. Wir dürfen daraus schlußfolgern, daß mindestens ein Pilot stets einen Druckanzug tragen sollte; denn selbst bei langsam abfallendem Kabinendruck müßte der Pilot das Flugzeug möglichst in weniger als 20 Sekunden von 20000 auf unter 10000 m Höhe hinabstürzen lassen. Dabei würde durch die Fliehkräfte das Gewicht eines jeden Passagiers auf etwa 164 kp ansteigen, also für Herz- und Kreislaufkranke unerträglich sein. Ein Über-

schallverkehrsflugzeug muß daher nach dem Prinzip der mehrfachen Sicherheit konstruiert sein. Obgleich das erste Überschallflugzeug der Welt, die TU-144, heute ein Spitzenerzeugnis des gegenwärtigen Standes von Wissenschaft und Technik verkörpert, ist sie dennoch nur der erste Schritt hinter die Schallgrenze, also die „Postkutsche“ unter den künftigen Überschallflugzeugen. Die TU-144 ist noch in der konventionellen Aluminiumbauweise konstruiert, ihre Höchstgeschwindigkeit ist infolge der aerodynamischen Aufheizung (bis 150°C) auf maximal 2500 km/h begrenzt. In weniger als zehn Jahren wird daher die TU-144 von der zweiten Überschallgeneration mit etwa 3000 bis 5000 km/h abgelöst werden; diese muß bereits die „Hitzebarriere“ überwinden und darum an Stelle von Aluminium aus Titanlegierungen gefertigt sein. Aber auch diese Überschallflugzeuge der 2. Generation werden nur eine Übergangslösung sein, da sie ebenfalls noch mit dem Überschallknall belastet sind. Auf der Grundlage der Weltraumerfahrungen werden dann Hyperschallflugzeuge mit 7000 bis schließlich 25000 km/h in Flughöhen zwischen 40 und 150 km die Überschallflugzeuge völlig ablösen. Hyperschallflugzeuge, die bereits unter Weltraumbedingungen operieren, erzeugen dann auch nicht mehr den heute so lästigen Überschallknall. Neue hitzebeständige Kunststoffe werden bis dahin geschaffen werden müssen.

Luftfahrtexperten meinen, daß nach dem Jahre 2000 Orbitalflüge, wie sie heute nur die Kosmonauten unternehmen, auch für normale Fluggäste möglich sein werden. Damit wäre dann die Geschwindigkeitslücke geschlossen, die heute noch – materialbedingt – zwischen dem Strahlflugzeug und Sojus 5 klafft. Und die TU-144 ist der erste Schrittmacher dieser neuen Epoche des Luftverkehrs.

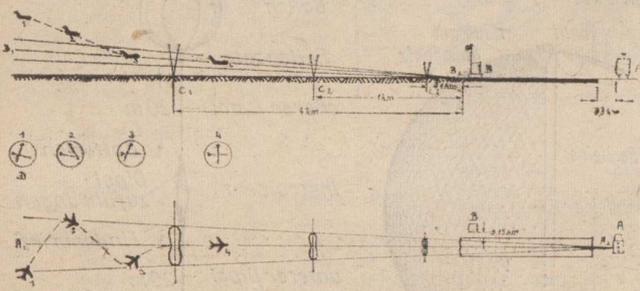
Ulrich Queck  
(aus Wochenpost 18/69)

## TU 144 – Königin der Luftriesen

Am 31. 12. 1968 startete das größte bisher auf der Welt entwickelte Passagierflugzeug zu einem ersten, 38-minütigen Testflug. Damit ist die Sowjetunion in der Entwicklung von Überschall-Verkehrsflugzeugen allen Ländern der Erde mehr als drei Jahre voraus. Maschinen dieses Typs werden in naher Zukunft solche Städte miteinander verbinden, welche mehr als 2000 km voneinander entfernt sind. Einige Zahlen und Fakten sollen die hohe Leistung der sowjetischen Wissenschaftler und Techniker aufzeigen: Die TU 144 ist das weit über hundredste Kind aus der Familie der Tupolew-Serie (siehe Vignetten).

Länge über alles	58 m
Spannweite	27 m
maximale Abflugmasse	130000 kg
Reichweite	6500 km
Reiseflughöhe	21 km
Höchstgeschw. etwa	2500 km · h <sup>-1</sup>
Landegeschwindigkeit	240 km · h <sup>-1</sup>
Startzeit (Abheben von der Piste)	25 s
Passagiere	120
Flugdauer Moskau-Paris	2,5 h
Vier Triebwerke je	13000 kp
Cockpitbesatzung	4 Piloten

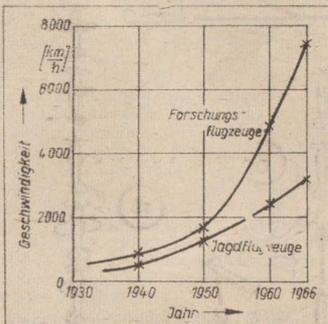
Alle lebenswichtigen Instrumente der „TU 144“ sind doppelt installiert. Die Temperaturdifferenz zwischen Kabineninnern und Kabinenaußenwand beträgt 100°C. Wegen besserer Sicht bei Start und Landung kann die Rumpfspitze in 10 Sekunden um 12° geneigt werden. Die Tu 144 beherbergt 40000 Geräte und Apparaturen. An Bord der Maschine arbeitet ein Rechenzentrum, das den Kurs berechnet und die notwendigen Informationen für den Landeflug liefert. 90% des Fluges erfolgt automatisch. Die Lebensdauer des Rumpfes und aller Systeme ist auf 30000 Flugstunden berechnet.



## Blindlandesystem

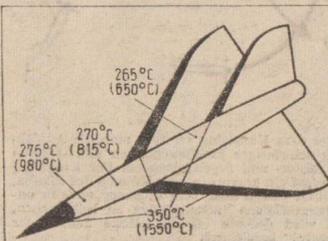
Blindlandungen mit Funkmeßsystemen sind sehr genau und erfordern außer einem Empfänger an Bord keinerlei Mittel. Der Flugweg wird mit Funkmeßstationen des Systems vom Dispatcherpunkt genau verfolgt und durch Kommandos, die vom Flugzeugführer ausgeführt werden müssen, korrigiert. Die Kommandos beziehen sich nur auf Kurs- und Höhenänderungen. Die notwendigen Geschwindigkeiten müssen vom Flugzeugführer selbst bestimmt und eingehalten werden.

Der Kurs- und Gleitbahnsender (B) strahlen Diagramme aus, die sich zum sogenannten Kurspfad (A<sub>1</sub> – A<sub>2</sub>) und Gleitpfad (B<sub>1</sub> – B<sub>2</sub>) formieren. Im Flugzeug wird die Lage des Kurs- und Gleitpfades durch ein Zweizeigergerät (D) angezeigt. Die von diesem Gerät angezeigten „Kommandos“ (1, 2, 3, 4) werden vom Flugzeugführer ausgeführt. Dadurch erreicht das Flugzeug genau den Aufsetzpunkt. Funkmacher (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>) helfen bei der Entfernungsbestimmung auf der Gleitbahn. Die Fehler übersteigen nicht 40 m in der Richtung und 1° in der Gleitbahn.

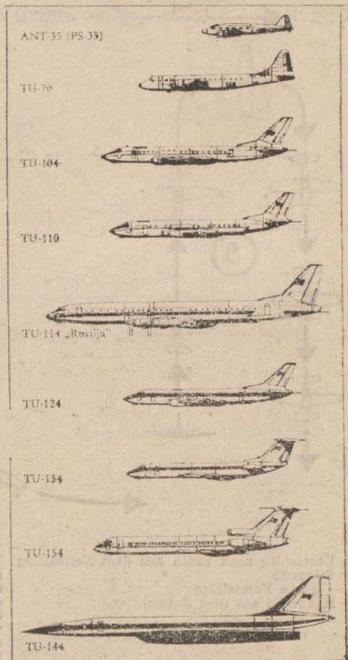


Entwicklung der Höchstgeschwindigkeit von Flugzeugen

## Hitzegefährdete Teile am Flugzeug



## Tupolew-Serie 1924 bis 1967



# Aufgaben Aeronautik

**51(10)** Der Kurs eines Flugzeuges in der eigentlichen Flugrichtung wird als Steuerkurs  $\alpha_s$ , die Geschwindigkeit in dieser Richtung als Eigengeschwindigkeit  $c$  bezeichnet. Der Wind wirkt unter einer bestimmten Windrichtung und mit einer bestimmten Windstärke  $w$  der Windgeschwindigkeit  $w$  beschleunigend oder verzögernd auf das Flugzeug ein und treibt das Flugzeug aus der beabsichtigten Flugrichtung heraus. Dadurch fliegt das Flugzeug in eine andere Richtung. Diese Richtung heißt Kurs über Grund oder Kartenkurs  $\alpha_k$ . Die Geschwindigkeit in dieser Richtung heißt Geschwindigkeit  $v$  über Grund. Das Geschwindigkeitsdreieck ABC heißt Winddreieck, der  $\sphericalangle$  CAB Abtrieb, bzw. in umgekehrter Richtung Vorhaltwinkel.



Ein Lufttaxi der „Interflug“ fliegt mit einer Geschwindigkeit  $c = 240 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

- von Karl-Marx-Stadt nach Berlin-Schönefeld (175 km),
- von Berlin-Schönefeld nach Barth (225 km),
- von Erfurt nach Karl-Marx-Stadt (135 km),
- von Berlin-Schönefeld nach Dresden (165 km).

Es herrscht Südwind mit Windstärke  $7 (w \approx 47 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1})$ . Berechne in jedem Falle den Kartenkurs  $\alpha_k$ , die Geschwindigkeit  $v$  über Grund, die Abtrieb  $\phi$ !

(Der Kartenkurs ist dem Atlas zu entnehmen!)

**52(10)** Eine Maschine vom Typ IL-18 der „Interflug“ ( $c = 320 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) fliegt von Dresden nach Erfurt (190 km). Der Kartenkurs  $\alpha_k$  beträgt  $267^\circ$ . (Die Winkelangabe erfolgt N über O.)

Es herrscht NW-Wind mit einer Windgeschwindigkeit  $w = 50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Bestimme die Geschwindigkeit  $v$  über Grund, den Vorhaltwinkel und die Flugzeit!

[Benutze zur Lösung dieser Aufgabe die Vorbemerkungen und die Skizze des „Winddreiecks“ zur Aufgabe Nr. 51(10)!]

**53(10)** Eine Maschine vom Typ IL-14 der Interflug ( $c = 320 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) fliegt von Barth nach Berlin-Schönefeld (225 km). Es herrscht Westwind der Stärke  $8 (w \approx 54 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1})$ . Berechne den Kartenkurs  $\alpha_k$ , die Geschwindigkeit  $v$  über Grund und die Abtrieb  $\phi$ !

[Benutze zur Lösung dieser Aufgabe die Vorbemerkungen und die Skizze des „Winddreiecks“ zur Aufgabe Nr. 51(10)!]

**54(10)** Aus einer Flughöhe von 3000 m sieht man ein Schiff vor Anker unter einem Neigungswinkel  $\alpha = 4,3^\circ$ . Nach wieviel Minuten bzw. Sekunden wird das Schiff bei geradlinigem Anflug, konstanter Flughöhe und der durchschnittlichen Geschwindigkeit von  $720 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  überflogen?

**55(10)** Aus einem Fesselballon B sieht ein Beobachter bei Windstille einen 500 m vom Verankerungspunkt in der Ebene entfernt liegenden Geländepunkt P unter einem Tiefenwinkel  $\varepsilon = 58^\circ$ . Berechne die Höhe  $h$  des Ballons!

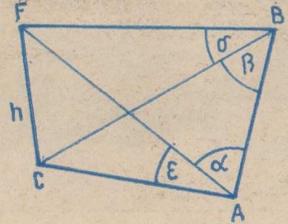
**56(10)** Ein Flugzeug startet in Berlin zu einem Flug um die Erde; es verbleibt während des Fluges auf demselben Breitengrad. Die durchschnittliche Flughöhe soll 7000 m betragen, die durchschnittliche Geschwindigkeit  $650 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

- Welche Flugstrecke ist zurückzulegen?
- Welche Zeit ist für diesen Flug erforderlich?

Zur Lösung der Aufgabe sind zu verwenden: Erdhalbmesser  $r = 6370 \text{ km}$ , geographische Breite von Berlin  $\varphi = 52^\circ 30'$ .

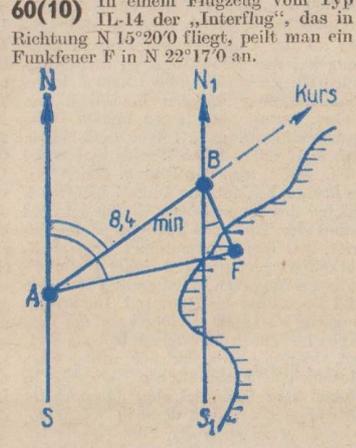
**57(10)** Bei einem Ballonflugwettbewerb sah man einen Luftballon, der gerade senkrecht über einem Turme schwebte, unter dem Erhebungswinkel  $\varepsilon = 63^\circ 18'$ . Vom gleichen Standort aus bestimmte man den Erhebungswinkel  $\varepsilon'$  der Turmspitze mit  $20^\circ 45'$ . Aus den Angaben einer Spezialkarte ist die Turmhöhe  $a = 79,5 \text{ m}$  ersichtlich. In welcher Höhe befand sich der Ballon zur Zeit der Messungen?

**58(10)** Ein Flugzeug F fliegt einen Flugplatz A an und möchte seine Entfernung  $x$  vom Ziel wissen. Es peilt zu diesem Zweck diesen Platz A und noch zwei andere Flugplätze C und B funktelegraphisch an, deren gegenseitige Lage bekannt ist.



$AC = s_1 = 92,2 \text{ km}$   $BC = s_2 = 331,2 \text{ km}$   
 $\sphericalangle ACB = \gamma = 159,5^\circ$   
 Die vermessenen Winkel sind:  
 $\sphericalangle AFC = \alpha = 33^\circ$   $\sphericalangle BFC = \beta = 49^\circ$   
 Wie weit ist das Flugzeug F vom Flugplatz A entfernt?

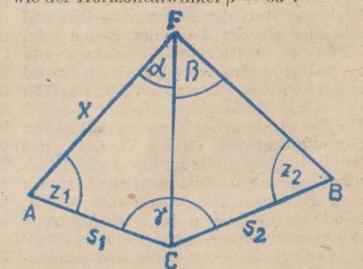
**59(10)** Aus einem Hubschrauber in 250 m Höhe werden die Ufer eines Flusses anvisiert. Das diesseitige Ufer wird unter dem Tiefenwinkel  $\alpha = 35^\circ$ , das jenseitige Ufer unter dem Tiefenwinkel  $\beta = 21,2^\circ$  gesehen. Wie breit ist der Fluß an dieser Meßstelle?



Nach einem Flug von 8,4 min bei einer Geschwindigkeit von  $320 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  peilt man das Feuer erneut an, jetzt in  $S 30^\circ 15' O$ . Wie weit war das Flugzeug zur Zeit der Peilungen von dem Funkfeuer entfernt? Anleitung zur Lösung:

$\sphericalangle NAB = 15^\circ 20'$   $\sphericalangle NAF = 22^\circ 17'$   
 $\sphericalangle FBS_1 = 30^\circ 15'$   
 $N 15^\circ 20' O$  Flugrichtung heißt, daß die Flugrichtung  $15^\circ 20'$  von der Nordrichtung nach Osten abweicht usw.

**61(10)** Ein Flugzeug F wird gleichzeitig von zwei Punkten A und B, die 1500 m voneinander entfernt sind und in derselben Horizontalalebene liegen, anvisiert. Dabei werden folgende Winkel gemessen: in A der Erhebungswinkel  $\varepsilon = 35^\circ$  und der Winkel  $\alpha = 78^\circ$ , den die in die Horizontalebene projizierte Visiereinrichtung AC mit der Richtung der Standebene AB bildet (ein sogenannter Horizontalwinkel), und in B der Erhebungswinkel  $\delta = 32,5^\circ$ , sowie der Horizontalwinkel  $\beta = 63^\circ$ .

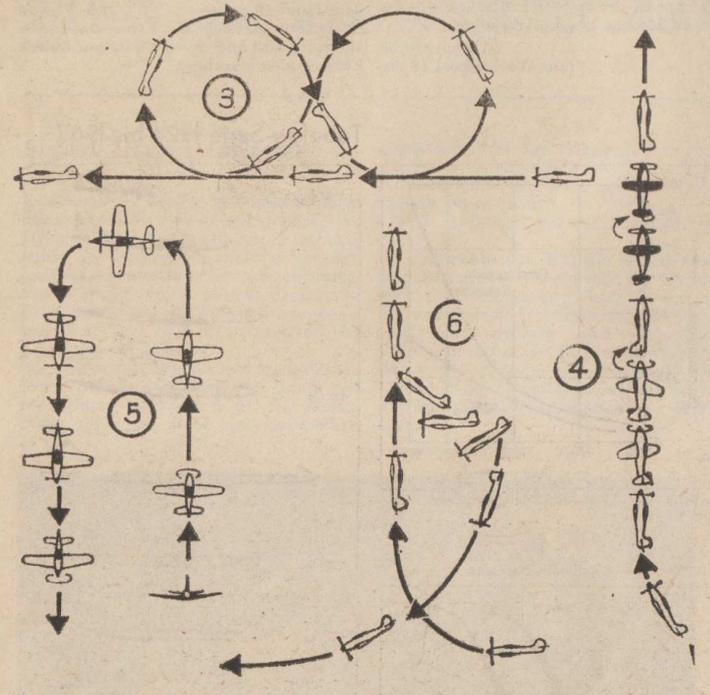


Wie weit ist das Flugzeug von A und B entfernt, und in welcher Höhe über der Horizontalebene befindet es sich?

**62(10)** Ein Flugzeug F auf Kurs SW wird 9<sup>15</sup> Uhr von den Flughäfen Berlin (B) und Leipzig (L) angepeilt (Standort F<sub>1</sub>) und erneut 9<sup>45</sup> Uhr (Standort F<sub>2</sub>). Es werden vermessenen:

$\sphericalangle BLF_1 = 37,17^\circ$   $\sphericalangle LBF_1 = 98,83^\circ$   
 $\sphericalangle BLF_2 = 64,17^\circ$   $\sphericalangle LBF_2 = 35,83^\circ$   
 Es ist bekannt:  $BL = 145 \text{ km}$ .  
 Wie groß ist die Stundengeschwindigkeit des Flugzeuges? Überprüfe die erforderliche Zwischenlösung für die Flugstrecke an einer Skizze im geeigneten Maßstab!

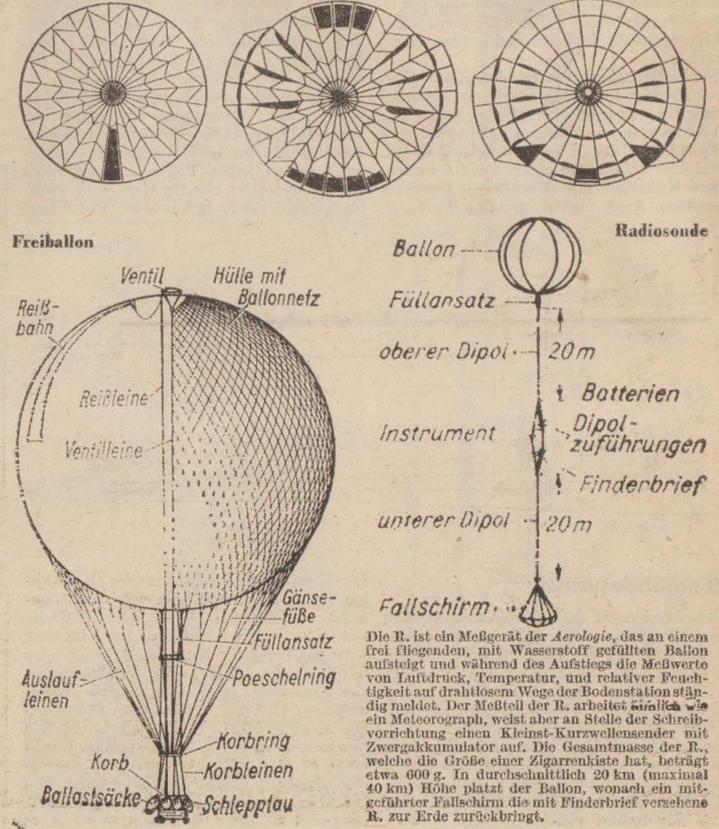
## Kunstflugfiguren



- Überschlag nach unten aus dem Normalflug
- Schraube
- Turn in Normalflug
- Männchen aus dem Normalflug

Unter dem Kunstflug versteht man die Ausführung schwieriger Flugbewegungen und -figuren mit Motor- und Segelflugzeugen. Der Kunstflug erfordert ein hervorragendes Können des Piloten, befähigt diesen aber, sein Flugzeug auch in unvorhergesehenen Flugzuständen zu beherrschen, und wird deshalb oft als „Hohe Schule der Fliegerei“ bezeichnet.

## Fallschirme - geometrische Wunderwerke



Die R. ist ein Meßgerät der Aerologie, das an einem frei fliegenden, mit Wasserstoff gefüllten Ballon aufsteigt und während des Aufstiegs die Meßwerte von Luftdruck, Temperatur, und relativer Feuchtigkeit auf drahtlosem Wege der Bodenstation ständig meldet. Der Meßteil der R. arbeitet so, wie ein Meteorograph, weist aber an Stelle der Schreibvorrichtung einen Kleinst-Kurzwellensender mit Zwergakkumulator auf. Die Gesamtmasse der R., welche die Größe einer Zigarrenkiste hat, beträgt etwa 600 g. In durchschnittlich 20 km (maximal 40 km) Höhe platzt der Ballon, wonach ein mitgeführter Fallschirm die mit Findexbrief versehene R. zur Erde zurückbringt.

**Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski**



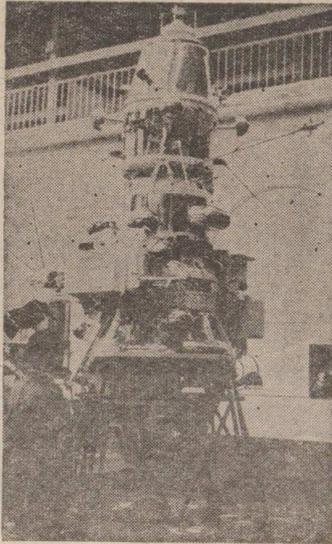
Fünf Grundgedanken des modernen Raketenbaus gehen auf ZIOLKOWSKI zurück:

1. Die Stromlinienform ist auch für eine Flüssigkeitsrakete die günstigste Gestalt. (Wenn heute moderne Raketen eine andere Form aufweisen, liegt es nicht daran, daß Ziolkowski irrt, sondern an der Tatsache, daß bei Überschallgeschwindigkeiten andere Formen günstiger sind.)
2. Der flüssige Sauerstoff, der in einer doppelten Außenwand zirkuliert, ist für die Kühlung der Außenhaut der Rakete beim Durchfliegen der Atmosphäre gut geeignet.
3. Die 1893 entwickelte Steueranlage mit Kreiseln und Strahlrudern hat sich als Autopilot oder Kurssteueranlage sowohl in der Luftfahrt als auch in der Raumfahrt bewährt.
4. Die 1929 veröffentlichte Methode zur Steuerung von Raumflugkörpern mit Hilfe von Selenzellen findet heute in der Raumfahrt als Astronavigation allgemeine Anwendung.
5. Das von Ziolkowski auf mathematischer Grundlage entwickelte Prinzip des „Raketenzuges“ wird in der modernen Raketechnik und Raumfahrt in Gestalt verschiedenartiger Systeme von Mehrstufenraketen genutzt.

**Definition**

„Unter einem Raketenzug verstehe ich die Vereinigung mehrerer einzelner Reaktionsgeräte... Nur ein Teil dieses Zuges fliegt in den Himmelsraum hinaus, die übrigen Teile, die nicht genügend Geschwindigkeit besitzen, kehren zur Erde zurück...“

**Der Mensch schenkt der Erde einen Weggenossen**

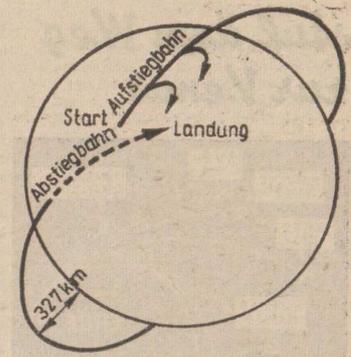


4. Oktober 1957

In einem sowjetischen Raketenversuchszentrum brüllt das Triebwerk einer riesigen Rakete auf. Ohrenbetäubender Lärm zerreißt die abendliche Stille. Selbst in ihrem Betonbunker fühlt die Startmannschaft das Beben der Erde. Gebannt sind die Augen der Wissenschaftler auf die Fernsehschirme gerichtet; und endlich – ganz langsam hebt sich der große schlanke Raketenkörper von der Startplattform. Die glühendheißen Verbrennungsgase, die mit mehrfacher Schallgeschwindigkeit aus dem Triebwerk der Rakete gejagt werden, peitschen die Erde. Tonne um Tonne Treibstoff wird verbrannt, und nun schneller, immer schneller steigt die Rakete himmelwärts. Nach zwei Minuten etwa hat sie bereits eine Höhe von sechzig Kilometern erreicht. Dann sind die Tanks der ersten Raketenstufe leer. Da teilt sich die Rakete. Die ausgebrannte Stufe fällt zur Erde zurück, der Rest steigt – von einem zweiten, kleineren Aggregat angetrieben – weiter in die Höhe. Immer noch schneller wird der rasende Flug zum Himmel. Einige hundert Kilometer über der Erdoberfläche teilt sich die Restrakete noch einmal, und schließlich – in einer Höhe von neunhundert Kilometern – wird aus dem letzten weiterfliegenden Raketen-

**J. Gagarin – der erste Mensch im Kosmos**

Am 12. April 1961 gingen die Pläne und Träume des russischen Gelehrten Ziolkowski in Erfüllung. Juri Alexejewitsch Gagarin, ein sowjetischer Fliegermajor, legte seinen kosmischen Anzug an, verabschiedete sich von seinen Freunden und bestieg das Raumschiff „Wostok I“ in der Spitze einer Mehrstufenrakete. Dann startete unter gewaltigem Zischen und Brausen die mächtige Mehrstufenrakete von der Erde ins Weltall und brachte den mutigen Raumfahrer auf die Bahn um die Erde. Nachdem er einmal die Erde in einer Höhe von 327 km umkreist hatte, landete er nach einer Flugdauer von 108 Minuten wieder auf sowjetischem Boden.



eine Kugel mit vier langen Stacheln herausgeschossen.

Wenige Stunden nach diesem erfolgreichen Start des ersten künstlichen Mondes geht die Nachricht davon in alle Länder der Erde. Die Rundfunkstationen unterbrechen ihre Programme und bringen Sonderberichte. Alle Zeitungen widmen dem kleinen Mond lange Artikel. Millionen Menschen hören und lesen die ersten Einzelheiten über den „Stern aus Menschenhand“. Sie erfahren, daß das Mondbaby einen Durchmesser von 58 Zentimetern hat, daß es 83,6 Kilogramm wiegt und daß es von seinen Schöpfern, von den sowjetischen Wissenschaftlern und Ingenieuren, „Sputnik“ genannt wird – das heißt auf deutsch „Weggenosse“. Und dieser Name umkreist die Erde fast ebenso schnell wie der künstliche. Der 4. Oktober 1957 ist der Beginn eines neuen Zeitabschnitts, in dem mit bisher unvorstellbaren Maßstäben gerechnet werden muß. In jeweils 96,2 Minuten hat der Sputnik einmal unsere Erde umkreist.

Überall zwischen dem nördlichen und südlichen Polarkreis stehen in diesen Tagen Menschen auf der Straße, auf den Dächern und Anhöhen, um den „fliegenden Sowjetstern“ mit eigenen Augen zu sehen. Wenn auf der Erde Abend- und Morgendämmerung ist, der Sputnik aber noch von der Sonne beschienen wird, kann er tatsächlich mit bloßen Augen gesehen werden. Das spricht sich schnell herum.

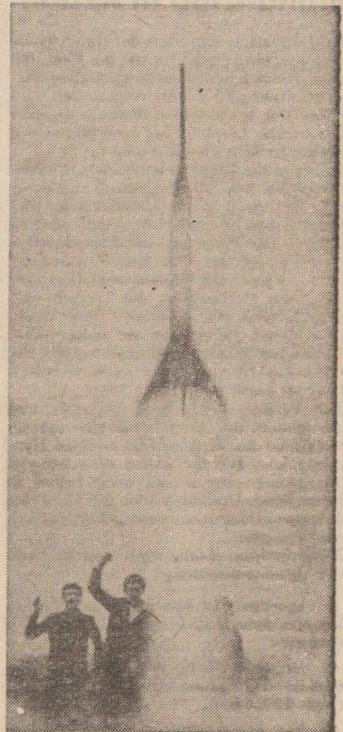
Wer jedoch kein Glück hat und den Sputnik nicht sieht, etwa weil dichte Wolken die Sicht versperren, der kann ihm wenigstens hören, denn pausenlos werden von seinen beiden Sendern kurze Funkzeichen ausgestrahlt. Pausenlos funkt er wissenschaftliche Meßergebnisse zur Erde.

Viele Rundfunkstationen nehmen die klaren Funkzeichen auf Tonbänder auf und spielen sie ihren Hörern vor. So kommt es, daß Millionen Menschen statt der üblichen Tanzmusik in ihren Rundfunkgeräten die Botschaften aus dem Weltraum hören.

Aber das Mondbaby erobert nicht nur die Herzen der einfachen Menschen. Vor allem sind es auch die Wissenschaftler, die den sowjetischen Vorstoß in den Weltraum bewundern, und viele von ihnen beglückwünschen ihre sowjetischen Kollegen mit bewegten, herzlichen Worten zu ihrem Erfolg. (Aus: Feuerpeile im Weltraum)

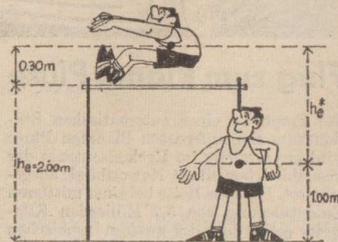
**Junge Kosmonauten**

In der ukrainischen Akademie der Wissenschaften gibt es seit 5 Jahren eine „kleine Akademie“. Sie verfügt über Forschungslabors, Werkstätten, Sternwarte und sogar über ein eigenes Präsidium. Das Alter ihrer „Ordentlichen Mitglieder“ schwankt zwischen 12 und 19 Jahren. Junge Agronomen, Chemiker, Biologen, Kybernetiker haben die Möglichkeit, sich allseitig unter Anleitung von Wissenschaftlern zu informieren und praktisch zu arbeiten.



Unser Foto: Die ersten kosmischen Schritte zukünftiger Fachleute für Raketenbau und Kybernetik

**Sport auf dem Mond**



Wollen wir sportliche Leistungen, die in Berlin, Moskau oder Mexiko erzielt wurden, vergleichen, so vergleichen wir nur die erreichten Weiten oder Zeiten. Ganz anders ist die Situation, wenn der eine Wettkämpfer auf der Erde und der andere auf dem Mond startet... Denn die Mondbeschleunigung  $g_m$  beträgt rund ein Sechstel der Erdbeschleunigung  $g_e$ . Damit wir uns die sportliche Betätigung künftiger Mondfahrer vorstellen können, denken wir uns auf unserem Erdtrabant eine Sporthalle errichtet, in der sich Luft heimischer Zusammensetzung mit gewohnter Temperatur und gewohntem Druck befindet... Ein Mensch, der auf der Erde gerade noch 100 kg tragen kann, kann auf dem Mond gerade noch die sechsfache Masse, also 600 kg, tragen... (s. Abb.) Wie hoch springt ein Mensch, der auf der Erde 2,00 m hochspringen kann, auf dem Mond?

Aus den zusätzlich in der Skizze gemachten Angaben ist zu entnehmen, daß dieser Mensch beim Hochspringen seinen Schwerpunkt auf der Erde um

$$h_e^* = 1,3 \text{ m zu heben vermag.}$$

Unter der Voraussetzung, daß dieser Springer beim Hochsprung auf der Mondoberfläche seinen Körper die gleiche Absprungernergie zu vermitteln vermag wie auf der Erde, wird er dort gemäß der Formel

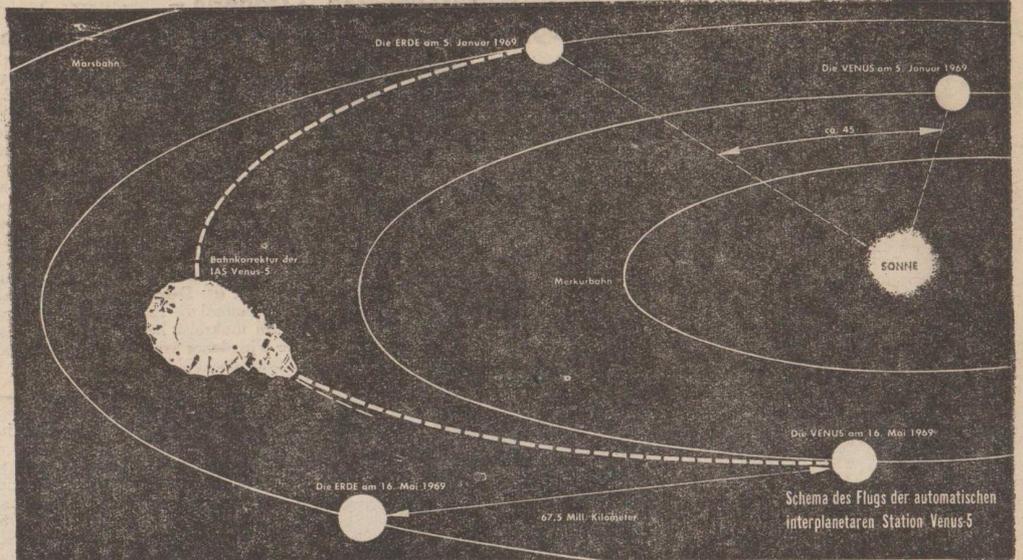
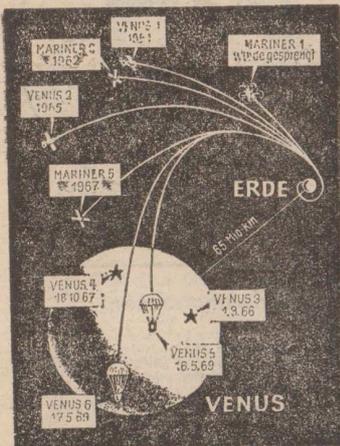
$$h_m^* = \frac{g_e}{g_m} \cdot h_e^*$$

seinen Schwerpunkt um  $h_m^* = 7,8 \text{ m}$  zu heben vermögen. Auf dem Mond wird dieser Springer, sofern er dort die Latte im gleichen Stil überquert, die Sprunghöhe  $h_m = h_m^* + 1 \text{ m} = 0,30 \text{ m} = 8,5 \text{ m}$  erreichen. (s. Abb.)



Am 13. Oktober 1969 weihte die erste Kosmonautin der Welt, V. Tereschkowa, in Leipzig. Unser Bild: Der alpha-Club überreicht ihr im Hotel „Deutschland“ eine Grußadresse und Materialien aus der Arbeit des Clubs.

# Auf dem Weg zur Venus



Bahnverlauf der Sonden Venus 5 und 6 sowie die Bewegungen der Erde und des Planeten Venus während der Flugperiode der sowjetischen Sonden

## alpha-Club in Aktion

Elf Jahre nach dem Start der ersten Sputniks ging eine Nachricht um die Welt, die von großen Könnern der sowjetischen Wissenschaftler und Konstrukteure und vom Stand der sowjetischen Technik zeugen: Die weiche Landung der interplanetaren Stationen Venus 5 und Venus 6.

Dieses große Ereignis haben wir in unserem alpha-Club (29. OS Leipzig) ausgewertet. Ein Stoß Zeitungsausschnitte und Fotos liegen in einer Mappe und wird in unseren Arbeitsgemeinschaftsnachmittagen ausgewertet. Wir haben dabei erkannt, welche enge Zusammenhänge zwischen der Mathematik, der Technik und der Astronautik bestehen. Für Euch, liebe Leser, haben wir auf dieser Seite Zahlen und Fakten zusammengestellt, die Grundlage für eine Mathematik-Wandzeitung an Eurer Schule sein könnten. Die Venus, der schöne Morgen- und Abendstern übte schon immer eine unüberwindliche Anziehungskraft auf den Menschen aus. Dichter haben sie besungen. Astronomen zog sie zu allen Zeiten in ihren Bann. Und doch blieb die Venus bis zu unseren Tagen einer der geheimnisvollsten Planeten. Mit jeder Venussonde wird unser Bild von der Venus vollständiger:

- Die Venus ist von der Sonne 108 Mill. km und von der Erde minimal 42 Mill. km entfernt.

- Der sowjetische Prof. Martynow bestimmte den Venusdurchmesser: 12400 km (Erde 12757 km).

- Die Atmosphäre des Planeten enthält etwa 97 Prozent Kohlendioxid (Erde: 0,05% CO<sub>2</sub>) und höchstens 0,4% Sauerstoff.

- Während des Niedergangs der Station Venus 5 und Venus 6 an Fallschirmen wurden Druck und Temperatur alle 40 bis 50 Sekunden registriert (Länge des Abschnitts rund 36 km). Aus den 50 bis 70 Messungen wissen wir: an der Oberfläche herrschen 25 bis 320 °C, der Druck liegt zwischen 0,5 und 27 Atmosphären.

- Die Funkverbindung der Stationen 5 und 6 mit der Erde wurde mit einer scharf bündelnden Antenne mit einem Parabolspiegel von etwa 2,3 m Durchmesser und zwei schwachbündelnden Antennen an der Station und acht Parabelantennen von je 16 m Durchmesser auf der Erde aufrecht erhalten. Frequenzbereich 922, 763 Megahertz. Von der Richtungsgenauigkeit gewinnt man eine Vorstellung, wenn man bedenkt, daß eine Abweichung von nur einer Bogensekunde bei der Entfernung bis zur Venus eine Ungenauigkeit von 300 km ergibt.

- Bei einem Radius von 6200 Kilometern beträgt die Masse der Venus 80% der Erdmasse.

- Obere Grenze der Venus-Atmosphäre 100 bis 200 km.

- Um die Entfernung der Venus von der Erde zu demonstrieren, seien einige Vergleichszahlen gezeigt (siehe Abb.):

- Die Entfernung der Venus von der Erde schwankt zwischen 42 und 259 Millionen Kilometern.

- Um ein Flugzeug in 300 Kilometern Entfernung zu orten, benötigt der Funkimpuls (einer Funkmeßstation) für Hin- und Rückweg 2 Millisekunden. Fliegt die Maschine z. B. mit einer Geschwindigkeit von 1800 km · h<sup>-1</sup>, dann verändert sie in dieser Zeit ihren Standort um nur 0,5 Meter. Aber bei einer Raumsonde, die bereits 60 Millionen Kilometer von der Erde entfernt ist, benötigt ein Funksignal einen

Hin- und Rückweg von 400 Sekunden. Bei einer Geschwindigkeit von 30 km · h<sup>-1</sup> legt sie in dieser Zeit aber 12000 km zurück.

- Nach Ablauf der aerodynamischen Bremsung beträgt die Geschwindigkeit 300 m pro Sekunde (vorher 10700 m · s<sup>-1</sup>). Erst dann öffnen sich der Brems- und Hauptfallschirm.

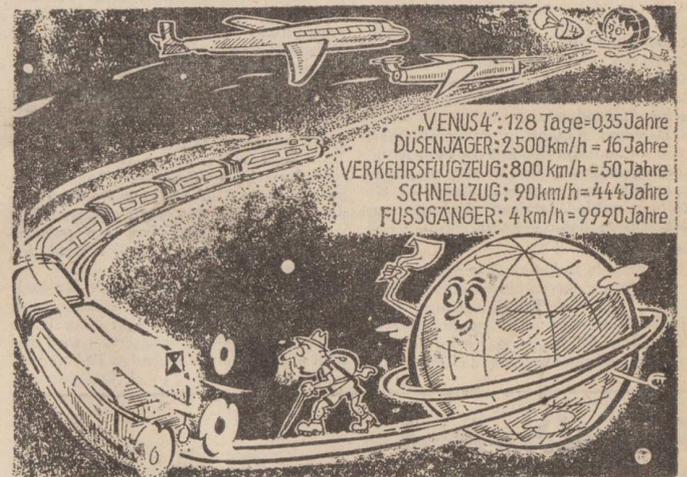
- Die von der Erde aus zu beobachtende Wolkenhülle, die keinen Blick auf

die Venusoberfläche zuläßt, beginnt ungefähr in 35 km Höhe und hat eine Stärke von 5 bis 10 km.

- Die Mindestgeschwindigkeit für den Abflug von der Erde zur Venus beträgt 11,5 km · s<sup>-1</sup>.

- Wir haben bemerkt, daß der Graphiker zur untenstehenden Zeichnung hätte schreiben müssen: 128 Tage  $\triangleq$  0,35 Jahre usf.

## Eine Reise zur Venus



## Flug zum Planet Pluto

Die Flugbahn einer automatischen Station zum sonnenfernsten Planeten Pluto wird gegenwärtig im Rechenzentrum der westsibirischen Stadt Nowosibirsk ausgearbeitet. Da diese Reise bei einer mittleren Erdentfernung von 5,7 Milliarden Kilometer selbst mit der zweiten kosmischen Geschwindigkeit dreißig Jahre dauern würde, untersucht die Zweigstelle der Sowjetischen Akademie der Wissenschaften eine andere zeitsparende Variante. Der kosmische Flugkörper soll durch die Gravitationsfelder der auf seinem Wege liegenden Planeten Jupiter, Saturn und Uranus zusätzlich so beschleunigt werden, daß sich die Reisedauer auf neun Jahre verkürzt. Ein günstiger Zeitpunkt für dieses Vorhaben ergibt sich wegen der ständigen Planetenbewegung nur über einen langen Zeitraum hinweg. Der nächste mögliche Termin für den Start einer automatischen Station zum Pluto, wäre im Oktober 1978. Die entsprechenden wissenschaftlichen und technischen Vorarbeiten haben bereits begonnen. Während Venus und Mars noch zu den Erdnachbarn gehören, ist der Flug zum Pluto ein Sprung über Planeten hinweg. Für diese, von den Fachleuten als „große Planetentour“ bezeichnete Reise ergeben sich besonders hohe wissenschaftliche und tech-

nische Anforderungen. So müssen die Steuerungssysteme und Triebwerke besonders leistungsfähig sein. Sie werden aus Kombinationen von herkömmlichen und Plasma-Triebwerken bestehen, wie sie in der Sowjetunion bereits in einem Wostok-Raumschiff und mit der Sonde 2 praktisch erprobt wurden. Während die Mars- und Venus-Sonden ihre Energie mit Hilfe von Sonnenbatterien gewinnen, ist wegen des zunehmenden Abstandes von der Sonne bereits bei einem Flug zum Jupiter diese Art der Energiegewinnung nicht mehr möglich. Statt dessen sind Radioisotope und Reaktorlagen notwendig, die sich ebenfalls in der Erprobung befinden.

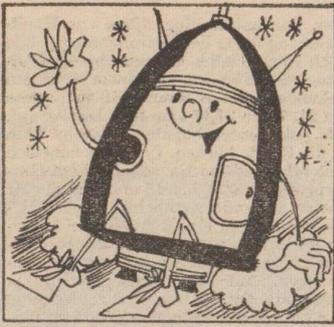
Besondere Aufmerksamkeit gilt der Funkverbindung, für die Laserstrahlen eingesetzt werden sollen, um besonders die Sendegeschwindigkeit zu erhöhen. Die Funkbrücke geht vom Pluto-Raumschiff zu einer die Erde umkreisenden Zwischenstation, wo diese Informationen umgewandelt werden. Mit herkömmlichen Funkaggregaten werden sie von dort zur Erde weitergeleitet.

Die aktive Venus- und Marsforschung und das neue Projekt machen deutlich, daß im sowjetischen Weltraumprogramm die Erforschung der erdähnlichen Planeten Merkur, Venus, Mars und Pluto mit Hilfe automatischer Stationen einen besonderen Platz einnimmt.

## Die bisherigen Venussonden

Startdatum	Bezeichnung	Masse (kg)	Funktion
12. 2. 61	Venus 1 (UdSSR)	643,5	Letzte Funksignale 27. 2. 61 aus 3,8 Mio km Entfernung, Annäherung 19./20. 5. 1961 auf etwa 40000 km
22. 7. 62	Mariner 1 (USA)	202	Wegen Kursabweichung kurz nach dem Start gesprengt
27. 8. 62	Mariner 2 (USA)	202	Maximale Annäherung 14. 12. 62 auf 34745 km
12. 11. 65	Venus 2 (UdSSR)	963	Annäherung 27. 2. 66 auf 24000 km (ohne Korrektur). Funkkontakt abgerissen.
16. 11. 65	Venus 3 (UdSSR)	960	Landung am Fallschirm am 1. 3. 66. Funkkontakt kurz zuvor abgerissen.
12. 6. 67	Venus 4 (UdSSR)	1106	Weiche Landung 18. 10. 67. Am Fallschirm ab 26 km Höhe. Landekugel mit 1 m Durchmesser, 383 kg. Gasanalysen, Druck- und Temperaturmessungen
14. 6. 67	Mariner 5 (USA)	245	Maximale Annäherung am 19. 10. 67 auf 3970 km. Indirekte Temperatur- und Druckmessung, Bestimmung der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre
5. 1. 69	Venus 5 (UdSSR)	1130	Landung auf der Venus 16. 5. 69
10. 1. 69	Venus 6 (UdSSR)	1130	Landung auf der Venus 17. 5. 69



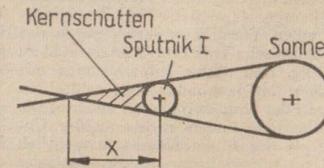


## Aufgaben Astronautik

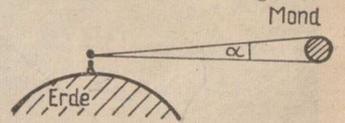
- 63(2)** Berechne die Startmasse einer dreistufigen Rakete, deren 1. Stufe 11 t, deren 2. Stufe 8 t und deren 3. Stufe 6 t Masse besitzt!
- 64(2)** Wie lange waren die Raumschiffe *Sojus 4* und *Sojus 5* während ihres Fluges zusammengekoppelt? Verwende die Tabelle „Sojus 4 und Sojus 5“! [K]
- 65(3)** Um wieviel ist die Flugzeit von *Sojus 5* größer als die von *Sojus 4*? Verwende die Tabelle „Sojus 4 und Sojus 5“! [K]
- 66(3)** Berechne die Gesamtlänge einer dreistufigen Rakete, deren Einzelstufen Längen von 15,2 m, 12,1 m und 8,7 m besitzen!
- 67(3)** Die Lebensdauer von *Sputnik I* betrug 92 Tage. Gib die Lebensdauer von *Sputnik I* in Stunden an!
- 68(3)** Wieviel Tage flog  
a) die Sonde „Venus 5“ und  
b) die Sonde „Venus 6“  
von der Erde bis zur Venus?  
Verwende dazu die Zeichnung „Flugweg der Venussonden“!
- 69(4)** Der erste *Sputnik* legte in jeder Stunde seines Fluges durchschnittlich 28000 km zurück. Wieviel Kilometer legte *Sputnik I* während seines Fluges durchschnittlich a) in jeder Minute, b) in jeder Sekunde zurück?
- 70(4)** Am 12. 10. 1964 wurde das Raumschiff „*Wohschod 1*“ mit den Kosmonauten *V. Komarow* (Kommandant), *B. Jegorow* (Arzt) und *K. Feoktistow* (Wissenschaftler) zum Flug um die Erde gestartet. Die Flugdauer betrug 24h 15min.  
a) Etwa wieviel Liter Sauerstoff (gasförmig) verbrauchten die drei Kosmonauten während ihres Fluges, wenn ein Mensch im Durchschnitt pro Stunde 36l Sauerstoff benötigt?  
b) Wieviel Liter verflüssigter Sauerstoff mußten im Raumschiff mitgeführt werden, um diesen Sauerstoffbedarf zu decken, wenn 1l verflüssigter Sauerstoff rund 800 l gasförmigen Sauerstoff ergibt?
- 71(5)** Rechne die Längeneinheit 1 Lj (Lichtjahr) um in Kilometer (1 Jahr  $\approx$  365 Tage)! [A; B]
- 72(5)** Der der Erde nächste Fixstern trägt den Namen „*Proxima Centauri*“. Er ist etwa  $4 \cdot 10^{13}$  km von der Erde entfernt  
( $4 \cdot 10^{13} = 40000000000000$ ).  
Gib die Entfernung Erde-Stern in Lichtjahren an! Verwende 1 Lj  $\approx 10^{13}$  km! [A]
- 73(5)** Wie lange würde ein Raumschiff, das durchschnittlich in jeder Stunde 40000 km zurücklegt, brauchen, um von der Erde zum „*Proxima Centauri*“ zu gelangen? (Entfernung „*Proxima Centauri*“ - Erde:  $4 \cdot 10^{13}$  km).
- 74(5)** Ein Raumschiff umfliegt unsere Erde auf einer Kreisbahn. Wie groß muß die Umlaufzeit sein, damit dieses Raumschiff  
a) nach jeder 12. und  
b) nach jeder 8. Umrundung wieder über die gleichen Punkte der Erdoberfläche fliegt?
- 75(5)** Ein Raumschiff fliegt auf einer kreisförmigen Bahn mit Radius  $130 \cdot 10^9$  m um die Sonne. Die Bahn des Raumschiffes liege in der gleichen Ebene wie die Bahn der Erde um die Sonne (Ekliptik genannt). Berechne unter der Annahme, daß auch die Erdbahn kreisförmig ist, den kleinsten sowie den größten Abstand des Raumschiffes von der Erde!

- 76(6)** Mit welcher durchschnittlichen Geschwindigkeit flog die Sonde „Venus 5“ von der Erde zur Venus? Verwende dazu die Zeichnung „Flugweg der Venussonden“!
- 77(6)** Wieviel Zeit benötigte ein von der Sonde „Venus 5“ bei der Landung ausgesandtes Funksignal, um zur Erde zu gelangen? Verwende dazu die Zeichnung „Flugweg der Venussonden“!
- 78(6)** Es soll durch eine maßstäbliche Zeichnung der Öffnungswinkel  $\alpha$  des Kegels ermittelt werden, den die Strahlen eines Beobachters, der sich in einem 2000 km über der Erdoberfläche fliegenden Raumschiff befindet, mit der Erdobergrenzung bilden (Sehwinkel). Die Brechung, die die Sehstrahlen beim Eintreten in die Lufthülle der Erde erfahren, ist nicht zu berücksichtigen.
- 79(6)** Ein bemanntes Raumschiff umfliege die Sonne auf einer Kreisbahn mit dem Radius  $r = 216 \cdot 10^9$  m. Die Bahn dieses Weltraumschiffes liege mit der genähert kreisförmigen Bahn der Venus in einer Ebene. Wie groß ist für einen Beobachter im Raumschiff höchstens der Winkelabstand der Venus von der Sonne (sogenannte größte Elongation der Venus von der Sonne, vom Raumschiff aus betrachtet); die größte von der Erde aus zu beobachtende Elongation der Venus von der Sonne beträgt  $46^\circ$ ? Beantworte diese Frage durch Anfertigen einer maßstäblichen Zeichnung!
- 80(7)** Aus einem in der Entfernung 17 km mit der Geschwindigkeit  $v = 1700 \frac{m}{s}$  um den Mond fliegenden Raumschiff wird der Durchmesser eines großen Ringgebirges dadurch bestimmt, daß man die Zeit des Überfliegens von einem Randpunkt über das Zentrum zum gegenüberliegenden Randpunkt mit der Stoppuhr mißt ( $t = 147$  s). Berechne den Durchmesser dieses Ringgebirges!
- 81(7)** Beim Aufstieg einer großen Rakete mögen pro Sekunde  $m = 200$  kg Gasteilchen mit der Geschwindigkeit  $c = 3000 \frac{m}{s}$  nach hinten (entgegen der Flugrichtung) ausgestoßen werden. Diese Rakete besitze in einem bestimmten Zeitpunkt ihrer Antriebsphase noch die Masse  
a)  $M = 20$  t    b)  $M = 10$  t  
und die Geschwindigkeit  $v_a = 1000 \frac{m}{s}$ .  
Wie groß ist ihre Geschwindigkeit  $v_e$  eine Sekunde später?  
Anleitung: Da diese Rakete während dieser Sekunde nur einen sehr kleinen Teil ihrer Masse verliert, gilt, falls wir weiterhin von der Anziehungskraft der Erde absehen, nach dem Impulssatz genähert die Formel  $mc = M(v_e - v_a)$ .
- 82(7)** Die gesamten Ausgaben für das USA-Raumfahrtbudget 1967 wurden ursprünglich wie folgt geplant: NASA (Amer. Weltraumbehörde)
- |  |               |
|--|---------------|
| Verteidigungsministerium   | 5211000000 \$ |
| Atomenergiekommission  | 1650000000 \$ |
| Handelsministerium   | 1740000000 \$ |
| Nation. Wissenschaftsstiftung  | 270000000 \$  |
| Wieviel Prozent der ursprünglich geplanten Ausgaben des USA-Raumfahrtbudgets 1967 waren mindestens für militärische Zwecke vorgesehen? | 300000000 \$  |
- 83(7)** Der Abstand Erde-Mond beträgt rund 384000 km; der Abstand Erde-Mars beträgt - zu einem bestimmten Zeitpunkt - rund 73000000 km. Wie lange braucht ein Lichtstrahl zum Durchlaufen beider Entfernungen?
- 84(8)** In welcher Entfernung von der Erde wird ein Körper, der an der Erdoberfläche mit der Kraft 1 kp von der Erde angezogen wird, nur noch mit dem neunten Teil dieser Kraft angezogen? [E]
- 85(8)** *Juri Gagarin* beobachtete am 12. 4. 1961 bei seinem Flug im ersten bemannten Weltraumschiff die Erde aus 250 km Entfernung. Wie weit müssen zwei Gegenstände auf der Erde voneinander entfernt sein, damit sie *Juri Gagarin* mit unbewaffnetem Auge (ohne Fernrohr) als voneinander verschiedene Gegenstände wahrnehmen konnte?  
Anleitung: In grober Näherung gilt: Nur wenn die durch die Augenhinse entworfenen Bilder beider Gegenstände auf voneinander verschiedene Zäpfchen der Netzhaut fallen, werden sie

- als verschiedene Gegenstände erfaßt. Der Abstand zweier benachbarter Zäpfchen der Netzhaut beträgt etwa 0,004 mm. Die Netzhaut ist von der Augenhinse rund 22 mm entfernt. (Vergleiche mit: „Unsere Erde aus verschiedenen Höhen gesehen“!)
- 86(8)** In der Nähe der Erdoberfläche und in der Nähe der Mondoberfläche fällt ein Körper jeweils die gleiche Zeit. Berechne das Verhältnis der Fallwege! [D]
- 87(8)** a) Berechne die von der Erde an jedem Punkt ihres Äquators bewirkte Beschleunigung g!  
b) Berechne die vom Mond an jedem Punkt seiner Oberfläche bewirkte Beschleunigung g! [D; J]
- 88(8)** Ein Kosmonaut hängt nach der Landung auf dem Mond an eine auf der Erde geeichte Federwaage die Masse 1 kg. Welche Kraft zeigt die Federwaage an, wenn sie auf der Erdoberfläche beim Anhängen der Masse 1 kg die Kraft 1 kp anzeigt? Benutze: Erdbeschleunigung  $g_E = 9,81 \frac{m}{s^2}$ ; Mondbeschleunigung  $g_M = 1,62 \frac{m}{s^2}$ . [F]
- 89(8)** *Sputnik I* hatte die Gestalt einer Kugel mit dem Radius 29 cm. Bei Sonnenbestrahlung bildete sich auf der sonnenabgewandten Seite von *Sputnik I* ein Kernschatten. Berechne die Entfernung  $x$  der Spitze dieses Kernschattens vom Mittelpunkt von *Sputnik I*! [J]



- 90(9)** a) Welche Geschwindigkeit müßte ein Körper besitzen, der auf einer erdnahen Kreisbahn (Erdradius = Bahnradius) um die Erde fliegen soll?  
b) Wie ändert sich die unter a) berechnete Geschwindigkeit mit dem Vergrößern des Bahnradius? [G; J]  
Zusatz: Die unter a) berechnete Geschwindigkeit heißt 1. kosmische Geschwindigkeit der Erde. Eine Rakete, deren Brennschlußgeschwindigkeit unter der 1. kosmischen Geschwindigkeit liegt, kann nie zu einem *Sputnik* werden, sie fällt auf die Erde zurück. - Da die Erde eine Lufthülle besitzt, muß ein künstlicher Erdtrabant, der die Erde auch nur einige Tage umkreisen soll, von der Erde einen Mindestabstand von 200 km besitzen.
- 91(9)** Wie lange braucht ein Körper, um aus 10 m Höhe  
a) auf die Erdoberfläche und b) auf die Mondoberfläche zu fallen? (Benutze:  $g_E = 9,81 \frac{m}{s^2}$ ;  $g_M = 1,62 \frac{m}{s^2}$ ) [D]
- 92(9)** Berechne die 1. kosmische Geschwindigkeit für den Mond (Bahngeschwindigkeit  $v$ , die ein Raumschiff benötigt, um in der Nähe der Mondoberfläche den Mond zu umkreisen) (Bahnradius = Mondradius). [G; J]
- 93(9)** Die Erde rotiert in rund 24 h einmal um ihre Achse. Wie groß muß der Radius einer kreisförmigen Raketenbahn um die Erde sein, deren Bahnebene mit der Äquatorebene zusammenfällt und auf der die Zeit zu einem Umlauf ebenfalls rund 24 h beträgt? (Falls die Rakete sich gleichsinnig mit der Erde dreht, bleibt er scheinbar immer über derselben Stelle des Erdäquators stehen). [G; J]
- 94(9)** a) Welche potentielle Energie  $W_{pot}$  muß einem Körper der Masse 1 kg zugeführt werden, der von der Erdoberfläche bis ins Unendliche transportiert wird? (Dabei ist nur die Anziehungskraft der Erde zu berücksichtigen, d.h. die Kraftwirkungen anderer Sterne auf unserm Versuchskörper werden nicht berücksichtigt.) [H; J]  
Anleitung: In der Formel  $W_{pot} = kMm \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$  ist wegen  $r = \infty$  für  $\frac{1}{r} = 0$  einzusetzen:  
 $W_{pot} = kMm \cdot \frac{1}{R}$   
b) Berechne für diesen Körper der Masse 1 kg diejenige Geschwindigkeit  $v$ , für die die zugeordnete kinetische Energie  $W_{kin} = \frac{m}{2} v^2$  ebensogroß wie die in a) berechnete potentielle Energie  $W_{pot}$  ist!  
Zusatz: Die so berechnete Geschwindigkeit heißt 2. kosmische Geschwindigkeit der Erde: Ein von der Erde abgeschossener Körper, der nicht auf die Erdoberfläche zurückfallen oder nicht zu einem *Sputnik* der Erde werden soll, muß mit einer Geschwindigkeit abgeschossen werden, die keinesfalls kleiner als die 2. kosmische Geschwindigkeit ist. Die 2. kosmische Geschwindigkeit wurde erstmals beim Start von *Luik I* am 2. 1. 1959 erreicht.
- 95(9)** Ein Raumschiff umfliege die Sonne auf einer Kreisbahn mit dem Radius  $r = 216 \cdot 10^9$  m. Berechne die Bahngeschwindigkeit  $v$  und die Umlaufzeit  $T$  (Zeit, die zu einem Umlauf um die Sonne benötigt wird)! [G; J]
- 96(9)** a) Von der Mondoberfläche aus wird ein Versuchskörper mit der Masse  $m = 1$  kg mittels einer Träger Rakete senkrecht in die Höhe geschossen. Der Versuchskörper steigt, nachdem er von der Träger Rakete getrennt ist, bis zur Höhe  $h = 1000$  km über die Mondoberfläche auf. Berechne die diesem Versuchskörper zugeführte potentielle Energie  $W_{pot}$ ! (Benutze: 1 Newton = 1 N =  $1 \frac{kg \cdot m}{s^2}$ ) [H; J]  
b) Anschließend fällt dieser Versuchskörper der Masse  $m = 1$  kg aus 1000 km Höhe wieder auf die Mondoberfläche zurück. Berechne die Aufprallgeschwindigkeit  $v$  auf der Mondoberfläche mittels des Ansatzes, daß die kinetische Energie  $W_{kin} = \frac{m}{2} v^2$  des Versuchskörpers im Moment des Aufpralles auf der Mondoberfläche gleich der potentiellen Energie  $W_{pot}$  dieses Körpers in 1000 km Höhe über der Mondoberfläche ist!
- 97(10)** Aus der Entfernung  $e = 250$  km von der Erdoberfläche betrachtet ein Kosmonaut die Erde. Wie groß ist die überschare Fläche? (Die Berechnung der Lichtstrahlen in der Erdatmosphäre ist nicht zu berücksichtigen!) Vergleiche diese Fläche mit der Fläche der DDR! (DDR = 108 300 km<sup>2</sup>). [J]
- 98(10)** Von der Erde aus erscheint der Mond unter dem Schinkel  $\alpha = 0,5^\circ$ . Die amerikanischen Astronauten *E. Cernan*, *T. Stafford* und *J. Young* landeten auf dem Mond. Unter welchem Schinkel erblickten sie (vom Mond aus) die Erde? [J]
- 99(10)** Ein Raumschiff fliegt auf einer Kreisbahn mit Radius  $r = 8 \cdot 10^6$  m um die Erde. Die Gerade Sonnenmittelpunkt-Erdmittelpunkt soll im betrachteten Zeitraum in der Ebene dieser Kreisbahn liegen. Für das Raumschiff ist es „Nacht“, wenn es durch den Kernschatten der Erde fliegt. Für wieviel Prozent der Umlaufzeit des Raumschiffes auf seiner Bahn ist für das Raumschiff „Nacht“? [J]
- 100(10)** Eine einstufige Rakete wird von einer Weltraumstation aus, die sich außerhalb des Sonnensystems befindet, gestartet. Nach Brennschluß ihres Triebwerkes soll sie sich mit der Geschwindigkeit  $v = 7900 \frac{m}{s}$  (1. kosmische Geschwindigkeit der Erde) von der Weltraumstation weggeben. Berechne mittels der *Raketengrundgleichung* von *Ziolkowski* das Massenverhältnis  $m_a : m_i$ , wenn die Ausströmgeschwindigkeit der Treibgase  $c = 4000 \frac{m}{s}$  beträgt! [C]



Am Schluß eines Teils der Aufgaben sind Buchstaben (in eckige Klammern gesetzt) gedruckt. Sie geben Euch den Hinweis, welchen Abschnitt aus „Zahlen - Rakten - Formeln“ Ihr zur Lösung benutzen sollt.

# Zahlen- Fakten- Formeln

## K Sojus 4 - Sojus 5

Kosmonauten - Bitte umsteigen

14. 1. 69	8.39 Uhr (MEZ)	Start von Sojus 4 mit Wladimir Schatalow
15. 2. 69	8.14 Uhr	Start von Sojus 5 mit Boris Wolynow, Jewgeni Chrunow und Alexei Jelisseejew
16. 1. 69	8.37 Uhr 9.00 Uhr	Beginn der automatischen Annäherung Koppelung der beiden Raumschiffe, Umsteig- manöver Trennung der beiden Raumschiffe
17. 1. 69	7.52 Uhr	Sojus 4 landet mit Schatalow, Chrunow und Jelisseejew
18. 1. 69	9.00 Uhr	Sojus 5 landet mit Wolynow

### A Ein Lichtjahr

Beim Angeben von Entfernungen im Weltraum werden bei Anwendung der sonst gebräuchlichen Längeneinheiten die zugehörigen Maßzahlen viel zu groß. Deshalb verwendet man bei astronomischen Entfernungsmessungen z. B. als Längeneinheit das „Lichtjahr“, d. h. eine Strecke, die das Licht in einem Jahr zurücklegt.

### B Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes

Licht und andere elektromagnetische Wellen (Funksignale) breiten sich mit der Geschwindigkeit

$$c = 299800 \frac{\text{km}}{\text{s}} \approx 300000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$$= 3 \cdot 10^8 \frac{\text{km}}{\text{s}} \text{ aus.}$$

### C Raketengrundgleichung

Ziolkowski gab 1903 erstmals die Raketengrundgleichung an:

$$v = \frac{m_s}{m_l} \cdot c$$

Diese Grundgleichung gilt für einstufigen Antrieb im kraftfreien Raum. Hier bedeutet:

- $e = 2,718...$  die Basis der natürlichen Logarithmen,
- $v$  die Endgeschwindigkeit der Rakete, die vor dem Start die Geschwindigkeit Ohatte,
- $e$  die Ausströmgeschwindigkeit der Treibgase,
- $m_s$  die Startmasse der Rakete und
- $m_l$  die Leermasse der Rakete.

### D Gesetzmäßigkeit beim freien Fall

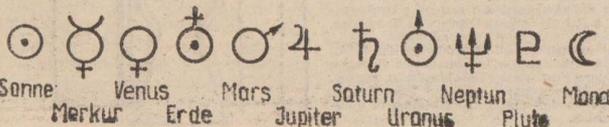
Wie oft fällt uns ein Gegenstand aus der Hand? - Die Gesetzmäßigkeit beim Fallen eines kleinen Körpers auf einem Weltkörper untersuchte und erkannte durch Versuche auf der Erde Galileo Galilei (um 1589). Er entdeckte den formelmäßigen Zusammenhang zwischen Fallzeit  $t$ , Fallweg  $s$  und Beschleunigung  $g$  des jeweiligen Weltkörperkörpers für nicht zu große Fallwege zu  $s = \frac{g}{2} t^2$ . Auf der Erde gilt diese Formel nur für sehr kleine Fallzeiten, weil auf der Erde jeder Körper infolge des Luftwiderstandes beim Fallen abgebremst wird. Aus dem gleichen Grund gilt diese Formel hier auch nur für Körper mit relativ kleinem Luftwiderstand. Wegen des Fehlens einer Atmosphäre gilt die Formel  $s = \frac{g}{2} t^2$ , wobei jetzt  $g = g_{\text{M}}$  die Beschleunigung auf der Mondoberfläche ist, auf dem Mond auch für größere Fallzeiten. Insbesondere fallen auf dem Mond eine Vogelfeder und eine Stahlkugel gleich schnell, da der Mond keine spürbare Atmosphäre besitzt.

Die Mindesthöhe künstlicher Satellitenbahnen beträgt etwa 200 km. In den darunterliegenden Schichten der Atmosphäre ist die Abbremsung durch die dichteren Luftschichten so groß, daß ein künstlicher Trabant wie ein Meteor aufleuchten und verbrennen würde. Von künstlichen Satelliten aus kann man große Teile der Erde überblicken. Der zu überblickende Bereich wächst mit steigender Entfernung von der Erde. Von einem Raumschiff, das in etwa 200 km seine Bahn zieht, ist ein Gebiet zu überblicken, das einen Durchmesser von etwa der Entfernung Berlin-Moskau hat. Aus dieser Höhe sind dabei Objekte mit bloßem Auge erkennbar, deren Abmessung etwa 60 m beträgt. In der nachfolgenden Tabelle sind die aus verschiedenen Höhen zu überblickenden Flächen und die Mindestentfernung für die Beobachtung noch zu unterscheidender Objekte angegeben.

### J Unser Sonnensystem

Masse (in kg)	Äquator-Durchmesser (in m)	mittlere Entfernung v. d. Sonne (in m)	Anzahl der Monde
Sonne $1,99 \cdot 10^{30}$	$1,392 \cdot 10^9$	—	—
Merkur $0,32 \cdot 10^{24}$	$4,84 \cdot 10^6$	$57,91 \cdot 10^9$	0
Venus $4,87 \cdot 10^{24}$	$12,4 \cdot 10^6$	$108,21 \cdot 10^9$	0
Erde $5,98 \cdot 10^{24}$	$12,756 \cdot 10^6$	$149,60 \cdot 10^9$	1
Mars $0,64 \cdot 10^{24}$	$6,8 \cdot 10^6$	$227,9 \cdot 10^9$	2
Jupiter 1900 $\cdot 10^{24}$	$142,8 \cdot 10^6$	$778,3 \cdot 10^9$	12
Saturn 569 $\cdot 10^{24}$	$120,8 \cdot 10^6$	$1428 \cdot 10^9$	10
Uranus 87 $\cdot 10^{24}$	$47,6 \cdot 10^6$	$2872 \cdot 10^9$	5
Neptun 103 $\cdot 10^{24}$	$44,6 \cdot 10^6$	$4498 \cdot 10^9$	2
Pluto 5,4 $\cdot 10^{24}$	$14,4 \cdot 10^6$	$5910 \cdot 10^9$	0
Erdmond $7,35 \cdot 10^{22}$	$3,476 \cdot 10^6$	$3,844 \cdot 10^8$	—

(vom Erdmittelpunkt)



### H Potentielle Energie

Im Physikunterricht lernen wir, daß ein Körper der Masse  $m$ , der von der Erdoberfläche aus in die Höhe  $h$  hochgehoben wird, die potentielle Energie

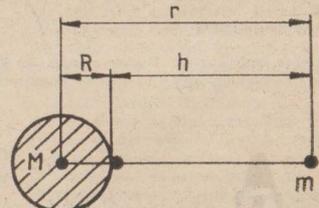
$$W_{\text{pot}} = mgh$$

besitzt, wobei  $g$  die Beschleunigung der Erde an der Erdoberfläche ist. Diese Formel gilt nur für solche Höhen  $h$ , innerhalb denen sich die Erdbeschleunigung kaum ändert.

Für größere Höhen  $h = r - R$  gilt hingegen für die potentielle Energie die Formel

$$W_{\text{pot}} = kMm \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right),$$

in der  $k$  die Gravitationskonstante,  $M$  die Masse des Himmelskörpers und  $R$  sein Radius ist, in dessen Anziehungsbereich sich der Körper mit der kleinen



Masse  $m$  befindet, der von der Oberfläche des Himmelskörpers bis in die Höhe  $h = r - R$  transportiert wird.



Die Erde aus 7000 km Entfernung von der sowjetischen, automatischen Station „Sonde 7“ aufgenommen. Die Sonde war am 14. 8. 1968 nach ihrem Flug um den Erdtrabanten wieder auf sowjetischem Gebiet weich gelandet. Die Aufnahme zeigt u. a. das Kaspische Meer, den Aralsee, das Pamirgebirge, das Schwarze Meer, das Weiße Meer im Norden, die Arabische Halbinsel, das Mittel

### E Das Gravitationsgesetz von Newton

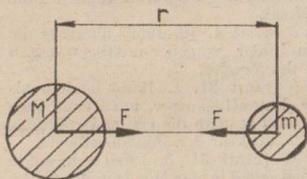
Newton entdeckte das Gravitationsgesetz, das er 1687 in seinem fundamentalen Werke „Philosophiae naturalis principia mathematica“ veröffentlichte: Zwei Körper ziehen sich mit der Kraft  $F$  gegenseitig an, die die Richtung der Verbindungslinie beider Körper hat und deren Betrag durch die Formel

$$F = k \cdot \frac{Mm}{r^2}$$

in der  $M$  und  $m$  die Massen beider Körper sind,  $r$  der Abstand beider Körper ist und

$$k = \frac{6,67 \text{ m}^3}{10^{11} \text{ kg s}^2} \text{ konstante}$$

eine Naturkonstante ist. Dieses Newtonsche Gravitationsgesetz läßt uns verstehen, warum alle Körper an der Erdoberfläche nach dem Erdmittelpunkt hin angezogen werden.



(In der Abb. müssen beide Kraftpfeile gleich lang sein.)

### F Beschleunigung

Mittels der Abkürzung  $g = \frac{kM}{r^2}$  läßt sich das Gravitationsgesetz auch in der Form  $F = gm$  schreiben.

Den Faktor  $g = \frac{kM}{r^2}$  nennt man die Beschleunigung, mit der ein Körper der Masse  $M$  auf einen anderen Körper im Abstand  $r$  von seinem Mittelpunkt wirkt!



### G Zentripetalkraft - Gravitationskraft

Um einen Körper zu zwingen, eine Kreisbahn mit konstanter Geschwindigkeit  $v$  zu durchfliegen, muß auf ihn eine auf den Mittelpunkt seiner Bahn hin gerichtete Kraft (Zentripetalkraft)  $Z$  wirken, deren Betrag durch die Formel

$$Z = \frac{mv^2}{r}$$

( $m$  Masse des rotierenden Körpers,  $v$  Geschwindigkeit des rotierenden Körpers und  $r$  Radius seiner Bahn) bestimmt ist.

Bei einem Raumschiff, das ja nicht an einem Seil befestigt ist, übernimmt die Gravitationskraft die Rolle der Zentripetalkraft. Damit das Raumschiff auf einer Kreisbahn fliegen kann, müssen Gravitationskraft und Zentripetalkraft gleich groß sein:

$$F = k \cdot \frac{Mm}{r^2} = Z = \frac{mv^2}{r}$$

( $M$  Masse des Zentralkörpers um den das Raumschiff kreist,  $m$  Masse des Raumschiffes,  $r$  Radius der Bahn des Raumschiffes,  $v$  Bahngeschwindigkeit des Raumschiffes,  $k$  Gravitationskonstante)

Insbesondere befindet sich der Zentralkörper der Masse  $M$  im Mittelpunkt der Kreisbahn des Raumschiffes.

Durch Multiplikation beider Seiten von  $k \frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$  mit  $\frac{r}{m}$  folgt  $\frac{kM}{r} = v^2$ .

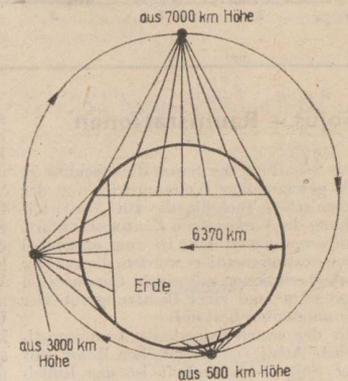
Der Gleichung  $\frac{kM}{r} = v^2$  müssen Radius  $r$  und Bahngeschwindigkeit  $v$  eines auf einer Kreisbahn um einen Zentralkörper der Masse  $M$  kreisenden Raumschiffes genügen.

### I Unsere Erde, aus verschiedenen Höhen gesehen

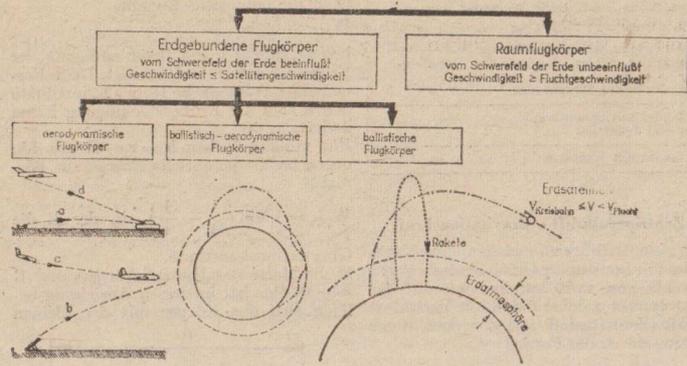
In der nachfolgenden Tabelle sind die aus verschiedenen Höhen zu überblickenden Flächen und die Mindestentfernung für die Beobachtung noch zu unterscheidender Objekte angegeben.

Flughöhe in km	Durchmesser*) der sichtbaren Fläche in km	mit bloßem Auge**)	15fach vergrößert	500fach vergrößert
200	3154	58,2	3,88	0,116
400	4404	116,4	7,76	0,233
500	4894	145,5	9,70	0,291
1000	6719	291,0	19,4	0,582
3000	10497	873,0	58,2	1,746
5000	12447	1455,0	97,0	2,910
6378	13358	1855,0	123,7	3,710
7000	13698	2036,0	135,7	4,172

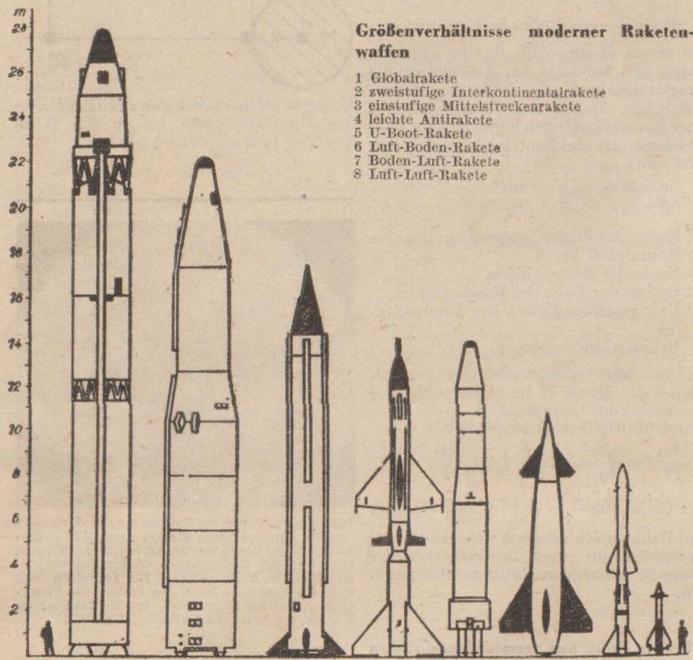
\*) Genauer: Die auf dem Großkreis gemessene Bogenlänge des Segments  
\*\*) Genauer: Größe der mit bloßem Auge noch erkennbaren Gegenstände in m



# Flugkörper



Flugkörper Einteilung der Flugkörper nach der Flugbahncharakteristik  
 a Boden-Boden-Flugkörper b Boden-Luft-Flugkörper c Luft-Luft-Flugkörper d Luft-Boden-Flugkörper



## Größenverhältnisse moderner Raketenwaffen

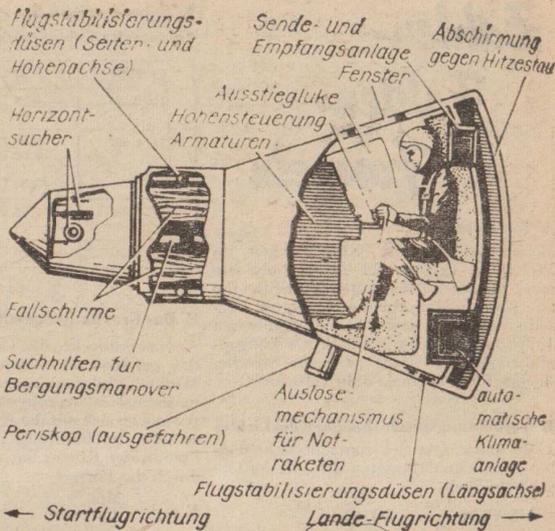
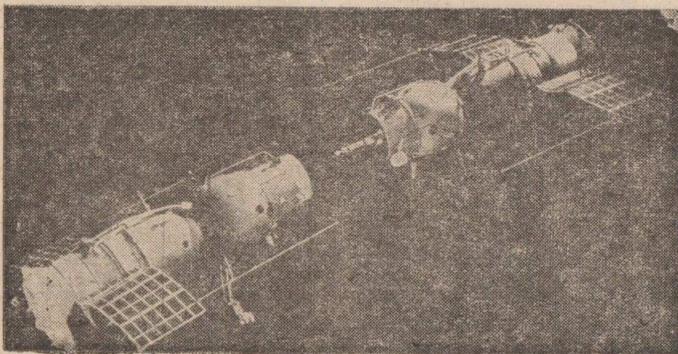
- 1 Globalrakete
- 2 zweistufige Interkontinentalrakete
- 3 einstufige Mittelstreckenrakete
- 4 leichte Antirakete
- 5 U-Boot-Rakete
- 6 Luft-Boden-Rakete
- 7 Boden-Luft-Rakete
- 8 Luft-Luft-Rakete

## Sojus - Raumstationen

Die Schaffung der Sojus-Raumstationen ist die gesetzmäßige Weiterentwicklung der kosmischen Technik, die zur Verwirklichung der Voraussagen Ziolkowskis führt. Im vergangenen Jahr ist zum erstenmal eine Station montiert worden, die aus vier Arbeitssektionen mit einem Gesamttraum von 18 m<sup>3</sup> und einer Besatzung von vier Kosmonauten bestand. Mit der ersten Brigade der kommunistischen Arbeit im kosmischen Raum mit der Sojus-7-Mannschaft ist das Einleitungskapitel im Buch der Raumfahrt-

geschichte bald abgeschlossen. Nun geht die Sowjetunion dazu über „Kosmische Kosmodrome“, wie sie Leonid Breshnew nannte, einzusetzen. Welche Aufgaben hat die Besatzung erfüllt?

Sie erforschte den Erdball im Interesse der Geodäsie, der Geophysik, der Hydrologie, der Geologie und vieler Zweige der Volkswirtschaft, das Magnetfeld der Erde, nahm astronomische und biologische Untersuchungen vor, prüfte die Möglichkeiten der Station als Stützpunkt für spätere ferne Raumflüge, erkundete die physikalischen Eigenschaften des Welt-



Raumerschiff aus den Anfängen der Raumfahrt (zum Vergleich mit den Sojus-Raketen)

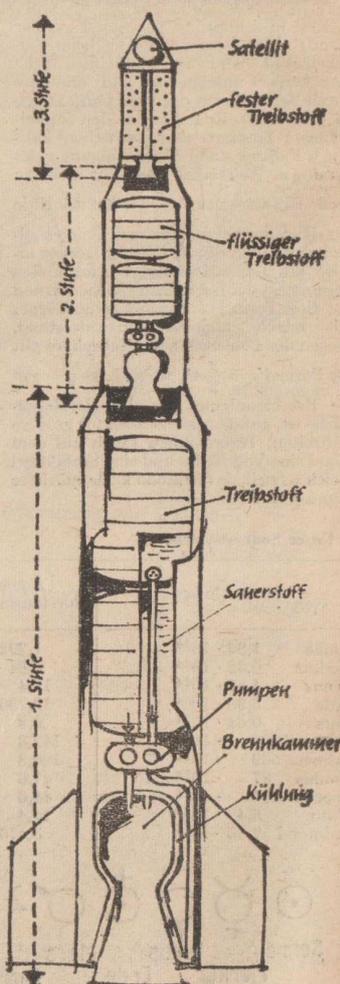
## Von Luna 1 bis Apollo 12

**Luna 1** (Start 2. 11. 1959) erreichte als erster Raumflugkörper die zweite kosmische Geschwindigkeit. Erkundung des mondnahen Raumes.  
**Luna 2** (Start 12. 9. 1959) schlug am 13. 9. 1959 hart auf dem Mond auf. Diente zur Erforschung des Raumes zwischen Erde und Mond.  
**Luna 3** (Start 4. 10. 1959) übertrug die ersten Bilder von der erdabgewandten Seite des Mondes.  
**Luna 9** (Start 31. 1. 1966) landete als erster Raumflugkörper weich auf dem Mond und sendete die ersten Detailfotos der Feinstruktur der Mondoberfläche.  
**Luna 10** (Start 31. 3. 1966) schwenkte zum erstenmal in eine Mondsatellitenbahn ein.

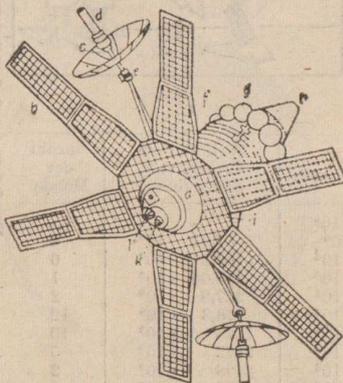
**Surveyor 1** (Start 30. 5. 1966) setzte als erster amerikanischer Mondflugkörper weich auf dem Mond auf. Fotografierte Rundumpanorama vom Landeplatz.  
**Lunar Orbiter 1** (Start 10. 8. 1966) war der erste USA-Mondsatellit und sendete Fotos von der Mondoberfläche.  
**Luna 13** (Start 21. 12. 1966) landete am 24. 12. 1966 weich auf dem Mond und maß die Dichte und Druckfestigkeit der Mondoberfläche.  
**Luna 14** (Start 7. 4. 1968) hatte neben anderen Aufgaben speziell das Gravitationsfeld des Mondes zu untersuchen.  
**Sonde 5** (Start 15. 9. 1968) kehrte nach einem siebentägigen Flug um den Mond als erste Station wieder auf die Erde zurück und landete im Indischen Ozean.  
**Sonde 6** (Start 10. 11. 1968) landete nach Mondumflug am 17. 11. 1968 nach zweifacher aerodynamischer Abbremsung weich auf dem Territorium der UdSSR.  
**Apollo 8** (Start 21. 12. 1968) kreiste als erste Station mit den Astronauten Bor-

mann, Lovell und Anders in einer Satellitenbahn um den Mond.  
**Apollo 10** (Start 18. 5. 1969) diente der Erprobung der Mondlandefähre „LM“ in der Mondsatellitenbahn. Die Astronauten Stafford, Young und Cernan landeten am 26. 5. 1969 im Pazifik.  
**Luna 15** (Start 13. 7. 1969) kreiste als fünfter sowjetischer Mondsatellit. Mehrmalige Änderung der Satellitenbahn.  
**Apollo 11** (Start 16. 7. 1969) brachte mit der Landefähre „LM“ die Astronauten Armstrong und Aldrin als erste Menschen auf den Mond.  
**Apollo 12** brachte die Astronauten Conrad und Bean zum Mond. Am 20. 11. 69 um 14.23 Uhr (MEZ) hob die Landefähre „Intrepid“ wieder ab. Das Unternehmen endete am 24. 11. 1969. (JW)

## Schema einer Dreistufenrakete



## Molnija 3



Aktiver Nachrichtensatellit Molnija 3 (UdSSR)  
 a hermetische Gerätezelle, b Solarzellenausleger, c Richtantenne, d Emdensensor zur Antennenorientierung, e Antennenantrieb, f Kühler, g Druckgasbehälter, h Bahnkorrekturtriebwerk, i Heizplatte, k Lageorientierungssensor, l Sonnensensor  
 Nachrichtensatelliten sind künstliche Erdsatelliten, die zur Übertragung von Informationen zwischen verschiedenen Punkten der Erde eingesetzt werden. Mittels N. können unter anderem Telegraphie-, Telefonie-, Radio- und Fernsehsendungen übertragen werden.



- 1 a)  $24 + 12 = 36$ ;  $36 + 10 = 46$ .  
b)  $24 + 12 + 40 = 82$
- 2  $32 + 32 + 23 = 87$ , d.h. 87 Genossen gehörten den beiden Infanterieeinheiten an.
- 3 Die Entfernung betrug  $(16 + 30 + 25)$  Kilometer = 71 Kilometer.
- 4 Die Mutter fliegt mit ihrem Kind nach Budapest.
- 5  $1620 : 3 = 540$ , d.h. die durchschnittliche Fluggeschwindigkeit der IL-18 beträgt 540 km in der Stunde.
- 6 Im Zeitpunkt der Begegnung befinden sich beide Flugzeuge gleichweit von Berlin entfernt.
- 7 1. Tag:  $3800 \text{ km} - 2000 \text{ km} = 1800 \text{ km}$   
2. Tag:  $2500 + 1700 = 4200$ ;  
3. Tag:  $5900 \text{ km} - 3800 \text{ km} = 2100 \text{ km}$   
1. bis 3. Tag zusammen:  $= 5900 \text{ km}$

- 8  $\frac{1}{2}$  Stunde  $\triangleq$  30 Minuten,  
 $18 \text{ km} \cdot 30 = 540 \text{ km}$
- 9  $8700 - 1700 = 5000$ ;  $5000 : 2 = 2500$ ;  
 $2500 + 1700 = 4200$ ;  
4200 Kilometer und 2500 Kilometer.
- 10  $50 - 6 = 44$ ;  $44 : 2 = 22$ ;  $22 + 6 = 28$ ;  
28 Männer, 22 Frauen.
- 11 9 Stunden und 40 Minuten  $\triangleq$  580 Minuten,  
5 Stunden und 55 Minuten  $\triangleq$  355 Minuten,  
580 Minuten - 355 Minuten  $\triangleq$  225 Minuten;  
225 Minuten  $\triangleq$  3 Stunden und 45 Minuten.

- 12 Moskau - Hanoi 2,8 h  
Hanoi - Sidney 3,0 h  
Sidney - Honolulu 3,3 h  
Honolulu - Havanna 3,1 h  
Havanna - Oran 3,2 h  
Oran - Moskau 1,5 h  
16,9 insgesamt reine Flugzeit.  
Gesamte Flugstrecke: 42250 km.
- 13 a)  $(3271,40 - 3213,00)$  Punkte = 158,40 Punkte Differenz  
b)  $16380,60$  Punkte: 5 = 3277,32 Punkte im Durchschnitt

- 14  $850 \text{ km} \cdot 9 = 7650 \text{ km}$   
 $720 \text{ km} \cdot 6 = 4320 \text{ km}$   
Gesamte Flugstrecke = 11970 km
- 15 1 Minute = 60 Sekunden  
eins Viertelstunde = 15 Minuten  
15 Minuten = 15 · 60 Sekunden = 900 Sekunden  
 $900 \cdot 400 \text{ m} = 360000 \text{ m}$ , das sind rund 350 km

Fallunterscheidung	ein-motorige	zwei-motorige	vier-motorige	Motoren insgesamt
1.	1	4	2	17
2.	2	8	4	34
3.	3	12	6	51

- Nur Fall 2 trifft für die Anzahl der Flugzeuge zu.
- 17 Aus 2550: 3 = 850 und  
2125: 5 = 425 bzw. aus  
850:425 = 2 folgt, daß die Geschwindigkeit des Düsenflugzeugs doppelt so groß ist, wie die des Propellerflugzeugs.

- 18  $3x - 11500 = x - 500$   
 $x = 5500$
- a) 16500 Liter im Haupttank  
5500 Liter im Nebentank
- b) 22000 Liter
- 19 a)  $73,00 \text{ M} \cdot 3 = 219,00 \text{ M}$   
 $73,00 \text{ M} \cdot 2 = 146,00 \text{ M}$   
Einfacher Flugpreis = 255,50 M  
b)  $255,50 \text{ M} \cdot 2 = 511,00 \text{ M}$   
 $511,00 \text{ M} : 10 = 51,10 \text{ M}$  Einsparung  
e) Von  $16^{10}$  bis  $17^{50}$  sind es 1 Stunde und 15 Minuten.  
10 Stunden 5 Minuten  
- 1 Stunde 15 Minuten  
8 Stunden 50 Minuten Zeitgewinn

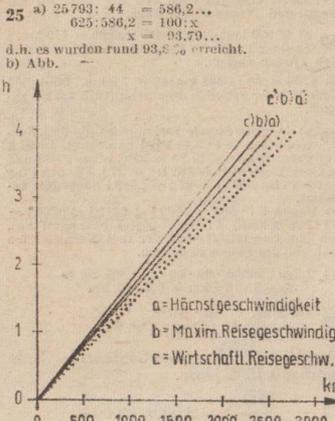
- 20 Der Ingenieur heißt Eichler, der Elektriker heißt Baumann, und der Monteur heißt Hahn. Begründung: Aus b) und d) folgt, daß Herr Hahn weder Elektriker noch Ingenieur ist. Dr ist also Monteur. Tsw.

- 21 a)  $1200 \cdot 1,5$  oder:  $1800 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$   
b)  $1200 \cdot 2$  oder:  $2400 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$   
c)  $1200 \cdot 2,5$  oder:  $3000 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
- 22  $W = F \cdot s$   
 $W = 31030 \text{ kp} \cdot 2950 \text{ m}$   
 $W = 91538500 \text{ kpm}$

- 24  $(3200 + 3500 + 3750) \text{ kp} = 10450 \text{ kp}$
- 23 a)

1)	1	$\approx 2,2$	$\approx 5,4$	$\approx 5,4$	$\approx 6,2$	$\approx 3,0$
2)	1	$\approx 2,0$	$\approx 25,0$	$\approx 31,2$	$\approx 173,7$	$\approx 136,8$
3)	1	$\approx 7,7$	$\approx 83,3$	$\approx 100,0$	$\approx 246,6$	$\approx 216,6$
4)	1	$\approx 2,3$	$\approx 3,5$	$\approx 5,8$	$\approx 15,8$	$\approx 41,7$
5)	1	$= 4$	$= 34$	$= 40$	$= 220$	$= 120$

- b)  $\approx 50$   $\approx 21 \frac{1}{2}$   $\approx 14 \frac{1}{3}$   $\approx 8 \frac{1}{2}$   $\approx 3 \frac{1}{4}$   $\approx 1 \frac{1}{4}$  h



- 26 a)  $175 : 35 = 100 : x$   $x = 20$   
d.h. es werden 20% der Flugzeit eingespart.  
b)  $176 : (176 - 167,50) = 100 : x$   $x = 4,8 \dots$   
d.h. es werden rund 5% des Flugpreises eingespart.
- 27 a) Kolbenmotor | Düsenantrieb  
 $90 : 500 = 120 : x$  |  $40 : 500 = 120 : x$   
 $x = 666 \frac{2}{3}$  |  $x = 1500$   
d.s. rund 667 km in 2 Stunden. | d.s. 1500 km in 2 Stunden.  
b)  $500 : 90 = 300 : x$  |  $500 : 40 = 300 : x$   
 $x = 45$  |  $x = 24$   
d.s. 54 Minuten für 300 km. | d.s. 24 Minuten für 300 km.

- 28 a)  $100 : 57 = 110 : x$   $x = 62,7$   
d.s. 62,7 Millionen ha.  
b)  $0,5 : 0,9 = 100 : x$   $x = 180$   
d.s. 180% Steigerung.
- 29 a) Auf einer Karte im Maßstab 1:750000 wurden gemessen:  
Zossen - Storkow 4,5 cm = 33,750 km  
Storkow - Golßen 5,2 cm = 39,000 km  
Golßen - Zossen 3,9 cm = 29,250 km  
Die Dreieckstrecke betr. somit 102,000 km.  
b) Gesamtstrecke  $s = 106 \text{ km}$   
Aus  $v = \frac{s}{t}$  folgt:  $v = \frac{106 \cdot 3600}{(3600 + 60 + 30)}$

- d.h. die durchschnittliche Geschwindigkeit betrug rund  $103 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .
- 2575:25 = 103, d.h. 1031 Kraftstoff werden von diesem Flugzeug verbraucht.

- 30 a) Düsenjäger | Überschallflugzeug  
 $300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  |  $417 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$   
 $1080 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  |  $1500 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$   
b)  $18 : (25 - 18) = 100 : x$   $x = 38,8 \dots$   
d.s. rund 39% Steigerung.
- 31 a)  $11,05 \text{ m} : 8,45 \text{ m} = 17 : 13$   
b)  $1620 \text{ kg} : 300 \text{ PS} = 5,4 \text{ kg} \cdot \text{PS}^{-1}$   
c)  $222000 \text{ m} : 3600 \text{ s} = 70 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$   
d)  $1 \text{ PS} = 75 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$   
 $300 \text{ PS} = 22500 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$

- 32 a) s Flugstrecke  
v Durchschnittsgeschwindigkeit auf dem Hinflug | Zeit  
2 Stunden und 54 Minuten  $\triangleq$  2,9 Stunden  
2 Stunden und 24 Minuten  $\triangleq$  2,4 Stunden  
 $v = \frac{s}{2,9}$  |  $s = v \cdot t$   
 $v + 120 = \frac{s}{2,4}$  |  $s = 576 \cdot 2,9 = 1670,4$   
 $v = 576$

- d.h. die Flugstrecke betrug rund 1670 km.
- b) Die Flugstrecke Berlin-Moskau entspricht dieser Entfernung.

- 33 a)  $f_A = 1,2928 \text{ kp} \cdot \text{m}^{-3}$   
 $-0,1785 \text{ kp} \cdot \text{m}^{-3}$   
 $f_A = 1,1143 \text{ kp} \cdot \text{m}^{-3}$   
 $G = 222900 \text{ kp}$   
b)  $V = \frac{G}{f_A} = 1,1143 \text{ kp} \cdot \text{m}^{-3}$   
 $V \approx 200000 \text{ m}^3$

- 34 Aus  $A = F \cdot s$  folgt  
 $A_1 = 10000 \text{ kp} \cdot 15317 \text{ m} = 153170000 \text{ kpm}$   
 $A_2 = 55220 \text{ kp} \cdot 13121 \text{ m} = 724541620 \text{ kpm}$   
und  $153170000 : 724541620 = 1 : x$   
 $x = 4,73$ , d.h.

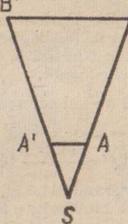
- die Arbeitsverbesserung W war rund  $4 \frac{3}{4}$  fach.

- 35 Das Passagierflugzeug habe die mittlere Geschwindigkeit  $v \text{ km} \cdot \text{min}^{-1}$  und benötigt die Flugzeit t min. Dann hat das Militärflugzeug die mittlere

- Geschwindigkeit  $2,5 v \text{ km} \cdot \text{min}^{-1}$  und benötigt die Flugzeit  $(t - 35)$  min. Man erhält die Gleichung  
 $t \cdot v = (t - 35) \cdot 2,5 v = 400$ ,  
also  $t = 2,5 t - 87,5$ ,  
 $1,5 t = 87,5$  d.h.  $t \approx 58,3$ .  
Das Passagierflugzeug landet also in Varna um 11<sup>58</sup> Uhr, das Militärflugzeug um 11<sup>53</sup> Uhr.  
Aus der Gleichung erhält man ferner  
 $v = \frac{400}{t} \approx \frac{400}{58,3} \approx 6,86$ .

- Die mittlere Geschwindigkeit des Passagierflugzeuges betrug also rund  $6,86 \text{ km} \cdot \text{min}^{-1}$  d.s. rund  $412 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  und die mittlere Geschwindigkeit des Militärflugzeuges rund  $1030 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

- 36 Aus dem Strahlensatz folgt:  
SA:SB = AA':BB'  
bzw. unter Benutzung der bekannten Bildgröße und Brennweite:  
 $50 : (60 + x) = 2 : 32000$   
 $x \approx 800000$   
d.h. die Maschine flog in etwa 800000 mm bzw. in 800 m Höhe.



- 37 Aus  $5 : 7 = x : 1$  folgt  $x = 12 \frac{6}{7}$ , d.h. das zweite Flugzeug braucht für die gleiche Strecke rund 13 Minuten.

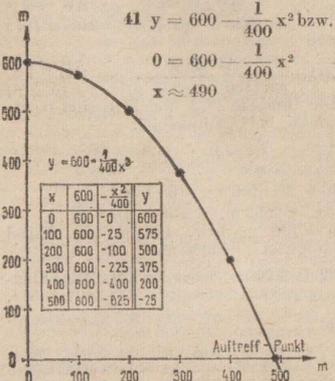
- 38 a)  $350 \text{ ha} = 3500000 \text{ m}^2$ ,  $\sqrt{3500000} \approx 1871$ , d.h. die Seitenlänge der quadratischen Ackerfläche beträgt rund 1871 m.  
 $1871 : 6 \approx 312$ , d.h. das Flugzeug mußte 311mal wenden.

- b)  $8 : \frac{1}{4} = 350 : x$ ,  $x = 10,9 \dots$ , d.h. in rund 10,9 Stunden wurden die 1871 m langen Ackerstreifen 312mal überflogen. Daraus folgt:  
 $s = (1,871 \cdot 312) \text{ km} = 583,8 \text{ km}$  und  
 $v = \frac{s}{t} = \frac{583,8}{10,9} = 53,55 \dots$  d.s. rund  $53,6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

- 39  $\frac{1}{12} x + \frac{1}{8} x = 1$   $x = 4,8$   
d.h. beide arbeiten am Modell 4,8 Stunden bzw. 4 Stunden und 48 Minuten.

- 40 a) Aus  $v = \frac{s}{t}$  und  $u \approx 40000 \text{ km}$  folgt:  
 $v = \frac{40000 \cdot 1000}{3600 \cdot 24} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 463 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

- b) Theoretisch ist es denkbar. Das Flugzeug müßte mit  $1670 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , also mit Überschallgeschwindigkeit fliegen. Auf kurzen Strecken ist das ohne weiteres möglich, doch stehen einem Langstreckenflugzeug mit dieser Geschwindigkeit z.Zt. noch Schwierigkeiten (Treibstoffvorrat, Hitzeeinwirkung u.a.m.) entgegen.



- d.h. der Auftreffpunkt ist etwa 490 m vom Abwurfpunkt horizontal entfernt.

- 42

N	N	L
18400	0,0385	4,2648
$h = + (0,700 - 1g720)$		0,3711 - 2
$+ (1 + 0,0039 \cdot 3)$		0,0050
437,4		2,6409

Die Flughöhe h beträgt 437,4 m.

- 43  $h = 23000 \text{ m}$
- 44 a) Aus  $v = b \cdot t$  und  $b = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  bzw.  $v = 190 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \approx 52,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  folgt:  
 $t = \frac{v}{b} = \frac{52,8}{3} = 17,6$ , d.h. die Bremszeit beträgt rund 18 Sekunden.  
b) Aus  $s = \frac{b}{2} \cdot t^2$  und  $t = \frac{v}{b}$  folgt  
 $s = \frac{b}{2} \cdot \frac{v^2}{b^2} = \frac{v^2}{2b} = \frac{52,8^2}{2 \cdot 3} = 464,5$ , d.h. der Bremsweg beträgt rund 465 m.

- 45 a) Aus der Formel für die Fallzeit  
 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$  folgt  $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 75 \text{ m}}{10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}} \approx 3,87 \text{ s}$ .  
b) Aus der Formel für die Fallhöhe  
 $h = \frac{g}{2} \cdot t^2$  folgt:  $h = 720 \text{ m}$ .

- | Eröffnungszeit           | 75 m   |
|--------------------------|--------|
| Verzögerungszeit         | 720 m  |
| Fallhöhe insgesamt somit | 795 m. |

- 46 a)  $300 \text{ km} \cdot \text{h}^{-2}$  entsprechen in 3 min 15 km,  $330 \text{ km} \cdot \text{h}^{-2}$  entsprechen in (3-1) min = 2 min 11 km.  
Im rechtwinkligen Dreieck gilt daher:  
 $x^2 = 15^2 + 11^2$   $x = 18,601$   
d.h. Die Flugzeuge sind zu diesem Zeitpunkt rund 18,6 km voneinander entfernt.

- b) Angenommen, die Entfernung der Flugzeuge betrage nach x Minuten 300 km, dann hat die erste Maschine 5,5x und die zweite Maschine 5x zurückgelegt.  
Im rechtwinkligen Dreieck gilt daher:  
 $(5,5x)^2 + (5x)^2 = 300^2$   $x = 40,36$   
d.h. die Flugzeuge sind in rund 40 Minuten und 22 Sekunden 300 km voneinander entfernt.

- 47 a)  $v = \frac{s}{t}$   $v = \frac{100 \cdot 3600}{170} \approx 2117,6$   
d.h. die durchschnittliche Geschwindigkeit betrug rund  $2118 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

- b) Aus einer Abweichung von 0,5 s nach oben folgt  $v \approx 2111,4$ ; aus einer Abweichung von 0,5 s nach unten folgt  $v \approx 2123,9$ ; d.h. bei dem angegebenen Zeitfehler ist der Wert der durchschnittlichen Geschwindigkeit mit einem Fehler von etwa  $\pm 6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  behaftet.

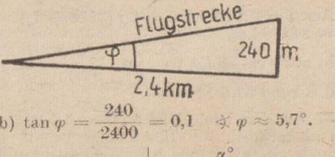
- 48 Die Entfernung Moskau - Kiew sei gleich a. Die Geschwindigkeit des Flugzeuges betrage bei Windstille v, bei dem Flug von Moskau nach Kiew (also mit dem Wind)  $v + x$  und bei dem Rückflug (also gegen den Wind)  $v - x$ . Unter normalen Flugbedingungen kann man dabei stets  $x = v$  annehmen. Dann ist die Zeit für den Hin- und Rückflug bei Windstille  
 $t_0 = \frac{a}{v} + \frac{a}{v} = \frac{2a}{v}$ ,

- bei einem mit konstanter Stärke in Richtung Moskau - Kiew wehenden Wind hingegen  
 $t_1 = \frac{a}{v+x} + \frac{a}{v-x}$

- Nun ist  $v > v - x$ , also  
 $\frac{1}{v} < \frac{1}{v-x}$  d.h.  $t_0 < t_1$ .

- Der Hin- und Rückflug wird also bei Windstille schneller zurückgelegt.

- 49 a) In 60 s wurden  $60 \cdot 4 \text{ m} = 240 \text{ m}$  Höhe erreicht und dabei über dem Erdboden 2400 m zurückgelegt. Die Flugstrecke in dieser Zeit beträgt  $\sqrt{240^2 + 2400^2}$  m, d.s. rund 2,412 km. Daraus folgt für die Geschwindigkeit:  
 $v = \frac{s}{t} = \frac{2,412 \cdot 3600}{60} = 144,72$   
d.s. rund  $145 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

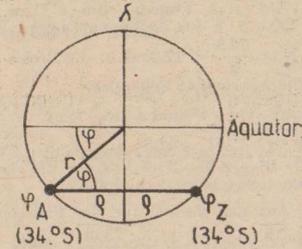


- 50  $g = r \cdot \cos \varphi$   $b = \frac{a^2}{180} \cdot \pi \cdot \varphi$   
 $g = 6370 \cdot \cos 34^\circ$   $\alpha = (151 - 18)^\circ = 133^\circ$   
 $g \approx 5280$   $b = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \pi \cdot 5280$   
 $b \approx 12260$ .

Die hohe Rechenkunst der Wissenschaftler und die Operativität der elektronischen Rechentechnik konnten in beträchtlichem Maße deshalb erzielt werden, weil die sowjetische Jugend neue Höhen in Mathematik und Physik nimmt.

Prof. Lasar Ljusternik  
Korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissensch. der UdSSR

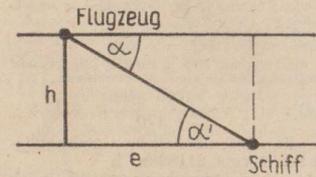
Die Differenz der Flugstrecke beträgt somit  $(12260 - 11000) \text{ km} = 1260 \text{ km}$ .



51	Sirecke	Kartenkurs	Abtrieb	Geschwindigkeit über Grund
a)	15°	5,82°	164,8 km · h <sup>-1</sup>	
b)	347,5°	4,86°	165,5 km · h <sup>-1</sup>	
c)	95°	22,96°	104,9 km · h <sup>-1</sup>	
d)	175°	1,96°	73,0 km · h <sup>-1</sup>	

52  $v = 289 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  Vorhaltwinkel rund  $7,4^\circ$   
 Flugzeit  $t \approx 40 \text{ min}$   
 $53 z k = N 166^\circ 0'$   
 Abtrieb  $\varphi = 9,43^\circ$   
 $v = 328,7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

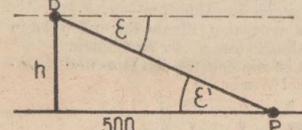
54  $\alpha = \alpha' \cot \alpha' = \frac{e}{h}$  bzw.  
 $e = h \cdot \cot \alpha'$   
 $e = 3000 \cdot 13,3 = 39900$ , d.h. die Entfernung beträgt  $39,9 \text{ km}$ .



$v = \frac{s}{t}$   $t = \frac{39,9 \cdot 60}{720}$

$t \approx 3 \frac{1}{3} \text{ min}$  bzw.  $t \approx 200 \text{ s}$  bis zum Überfliegen des Schiffes.

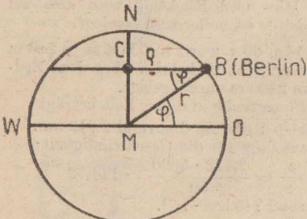
55  $\tan \alpha' = \frac{h}{500}$   
 $h = 500 \cdot \tan 58^\circ = 800$ ,  
 d.h. die Ballonhöhe beträgt  $800 \text{ m}$ .



56 a) Es ist zunächst der Radius  $\rho$  des durch Berlin laufenden Parallelkreises zu ermitteln.

$WO \triangleq$  Äquatordurchmesser,  $CB = \rho$ , der gesuchte Halbmesser des Parallelkreises,  $\sphericalangle BMO = \sphericalangle CBM$ , als Wechselwinkel an Parallelen. Daraus folgt:

$\cos \varphi = \frac{\rho}{r}$  bzw.  $\rho = r \cdot \cos \varphi$   
 $\rho = 6370 \cdot \cos 52^\circ 30' \approx 3878 \text{ km}$ ;



Aus  $u = 2\pi r$  folgt  $u = 2\pi(3878 + 7) \text{ km} = 24410 \text{ km}$ .

b) aus  $v = \frac{s}{t}$  folgt  $t = \frac{s}{v} = \frac{24410}{650} = 37,5$  d.s. rund  $37,5 \text{ Stunden}$ .

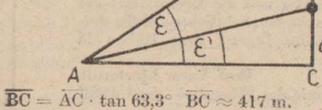
57 Aus dem Dreieck ist ATC zunächst AC zu berechnen.

$\tan \epsilon' = \frac{a}{AC}$  bzw.  $AC = \frac{79,5}{\tan 20,75^\circ}$

$AC \approx 210 \text{ m}$ .

Im Dreieck ACD gilt:

$\tan \epsilon = \frac{BC}{AC}$  bzw.



$BC = AC \cdot \tan 63,3^\circ$   $BC \approx 417 \text{ m}$ .

58 Die Berechnung von x gelingt mit dem Sinussatz, sobald der Hilfswinkel FAC = z<sub>1</sub> errechnet worden ist.

$x = s_1 \cdot \frac{\sin [180^\circ - (\alpha + z_1)]}{\sin \alpha}$

Nun muß noch auf den Winkel FBC = z<sub>2</sub> zurückgegriffen werden:

$\sin z_2 = s_1 \cdot \sin \beta \cdot \sin z_1$   
 $\sin z_2 = s_2 \cdot \sin \alpha$

Setzt man die Zahlenwerte ein, so erhält man wegen

$z_1 + z_2 = 118,5^\circ$   $z_1 = 95,9^\circ$   $z_2 = 22,6^\circ$   
 $\alpha + z_1 = 128,9^\circ$ ,  
 und schließlich

$x = \frac{92,2 \cdot \sin 129,9^\circ}{\sin 33^\circ} = 131,7$ .

d.h. zur Zeit der Peilung befindet sich das Flugzeug rund  $132 \text{ km}$  vom Ziel entfernt.

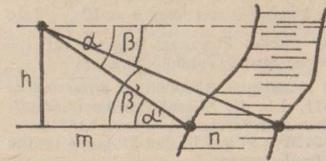
59 Die Entfernung bis zum diesseitigen Ufer sei m, die Entfernung bis zum jenseitigen Ufer sei m + n, wenn n die Flußbreite angibt.

$\cot \alpha' = \frac{m}{n}$  bzw.  $m = n \cdot \cot \alpha'$

$m = 250 \cdot \cot 35^\circ \approx 357$ , d.s. rd.  $357 \text{ m}$ .

$\cot \beta' = \frac{m+n}{n}$  bzw.  $m+n = n \cdot \cot \beta'$

d.s. rund  $644,5 \text{ m}$ .  
 Die Flußbreite n beträgt somit  $287,5 \text{ m}$ .



60 Durch die 2. Peilung ist  $\sphericalangle SFB = 30^\circ 15'$  bestimmt. Somit sind im Dreieck AFB alle Winkel bekannt.

$\sphericalangle ABS = \sphericalangle NAB$  (Wechselwinkel an Parallelen). Im Dreieck AFB gilt:

$\sphericalangle BAF = (22^\circ 17' - 15^\circ 20')$   
 $= 6^\circ 57' = 6,95^\circ$ .

$\sphericalangle ABF = (15^\circ 20' + 30^\circ 15')$   
 $= 45^\circ 35' = 45,583^\circ$ .

$\sphericalangle AFB = 180^\circ - (6,95^\circ + 45,583^\circ)$   
 $= 127,467^\circ$ .

Nach dem Sinussatz gilt:

$\sin \sphericalangle ABF : \sin \sphericalangle AFB = AF : AB$  bzw.  
 $AF = \frac{8,4 \cdot \sin 45,583^\circ}{\sin 127,467^\circ}$

Die Rechnung führt für AF auf rund  $7,5 \text{ min}$  und im zweiten Ansatz für BF auf rund  $1,25 \text{ min}$ .

Aus  $v = \frac{s}{t}$  bzw.  $s = v \cdot t$  folgt für

$AF = \frac{320 \cdot 7,5}{60} = 40$ , d.s.  $40,000 \text{ km}$ , und für

$BF = \frac{320 \cdot 1,25}{60} = 6,6$  d.s. rund  $6,667 \text{ km}$

61 Im Dreieck ABC gilt:

$BC = \frac{AB \cdot \sin \alpha}{\sin [180^\circ - (\alpha + \beta)]} = \frac{AB \cdot \sin \alpha}{\sin (\alpha + \beta)}$

und  $AC = \frac{AB \sin \beta}{\sin [180^\circ - (\alpha + \beta)]} = \frac{AB \sin \beta}{\sin (\alpha + \beta)}$

Die Dreiecke FCA und FCB sind rechtwinklig bei C, mithin gilt:

$AF = \frac{AC}{\cos \epsilon}$  und  $BF = \frac{BC}{\cos \delta}$

$h = AC \cdot \tan \epsilon = BC \cdot \tan \delta$ .

$AF = 2593 \text{ m}$ ,  $BF = 2764 \text{ m}$ ,  
 $h = 1487 \text{ m}$  bzw.  $1485 \text{ m}$ ; im Mittel im Mittel  $h = 1486 \text{ m}$ .

62 In 30 Minuten werden  $126,670 \text{ km}$  Flugstrecke zurückgelegt, d.s.  $253,340 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

63  $11t + 8t + 6t = 25t$ . Die Startmasse beträgt  $25 \text{ t}$ .

64 13.55 Uhr - 9.00 Uhr = 4 h 55 min. Beide Raumschiffe waren 4 Stunden und 55 Minuten miteinander verbunden.

65 Aus den jeweiligen Start- und Landezeiten ergeben sich die Flugzeiten von Soyuz 4 zu 2 Tagen 23 Stunden 13 Minuten und von Soyuz 5 zu 3 Tagen 0 Stunden 46 Minuten. Durch die Berechnung der Differenz der Flugzeiten ergibt sich: Soyuz 5 war 1 Stunde 33 Minuten länger als Soyuz 4 im Weltraum.

66 Die Gesamtlänge beträgt  $36,0 \text{ m}$ .

67 92 Tage = 92 · 24 Std. = 2208 Std.. Die Lebensdauer von Sputnik 1 betrug 2208 Std..

68 Zeitraum Flugtage von...

	„Venus 5“	„Venus 6“
Januar	26	21
Februar	28	23
März	31	21
April	30	30
Mai	16	17
insgesamt	131	127

„Venus 5“ flog 131 Tage von der Erde bis zur Venus und „Venus 6“ 127 Tage.

a)  $28000 \text{ km} : 60 \approx 28000 \text{ km} : 60 = 470 \text{ km}$ ,  
 Sputnik 1 legte in einer Minute durchschnittlich  $470 \text{ km}$  zurück.

b)  $470 \text{ km} : 60 \approx 468 \text{ km} : 60 = 7,8 \text{ km}$ . Sputnik 1 legte in jeder Sekunde durchschnittlich  $7,8 \text{ km}$  zurück.

70 a) In einer Stunde verbrauchen die drei Kosmonauten  $361 \cdot 3 = 1081 \text{ Sauerstoff}$ . In 24 h verbrauchen sie  $1081 \cdot 24 = 25921 \text{ Sauerstoff}$  und in einer Viertelstunde  $1081 : 4 = 271 \text{ l}$ . Für den Flug werden also  $25921 + 271 = 26191 \text{ Sauerstoff}$  benötigt.

b) Wegen  $31 \cdot 800 = 24001 < 26191 < 32001 = 41 \cdot 800$  reichen 41 verflüssigter Sauerstoff aus, um den Sauerstoffbedarf der drei Kosmonauten während des Fluges zu decken.

71  $1 \text{ l} \approx 300000 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 \text{ km} \approx 9,5 \cdot 10^{12} \text{ km} = 9,5 \text{ Bill. km}$

72  $40 \text{ Bill.} = 4 \cdot 10^{13}$   
 $10 \text{ Bill.} = 10 \cdot 10^{12} = 4$ .

Der Abstand „Proxima Centauri“—Erde beträgt  $4 \text{ Lichtjahre}$ .

73  $\frac{4 \cdot 10^{13}}{40000} \text{ h} = 1000000000 \text{ h}$

$\approx 400000000 \text{ Tage} \approx 1000000 \text{ Jahre}$

Ein Flug bis „Proxima Centauri“ würde mit den heutigen Raketen etwa  $1000000 \text{ Jahre}$  dauern.

74 a) Damit das Raumschiff nach jeder 12. Umrundung wieder über das gleiche Gebiet der Erde fliegt, muß für die Umlaufzeit T des Raumschiffes gelten:

$8T \approx k \cdot 24 \text{ h}$  (k beliebige natürliche Zahl)

hieraus ergibt sich  $T \approx k \cdot 2 \text{ h}$ . Die Umlaufzeit muß ungefähr ein Vielfaches von  $2 \text{ h}$  sein.

b) Analog zu a) ergibt sich: Die Umlaufzeit muß ungefähr ein Vielfaches von  $3 \text{ h}$  sein.

75  $r_{\text{Raumschiff}} = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$   
 $\pm 130 \cdot 10^6 \text{ km}$

Der Minimalabstand Raumschiff - Erde beträgt  $20000000 \text{ km}$ , der Maximalabstand  $280000000 \text{ km}$ .

76 Laut Aufgabe 65(3) ist die Flugzeit von „Venus 5“ gleich  $131 \text{ Tage} = 131 \cdot 24 \text{ Std.} = 3144 \text{ Std.}$ .

$v = \frac{s}{t} = \frac{350000000 \text{ km}}{3144 \text{ h}} \approx 110000 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

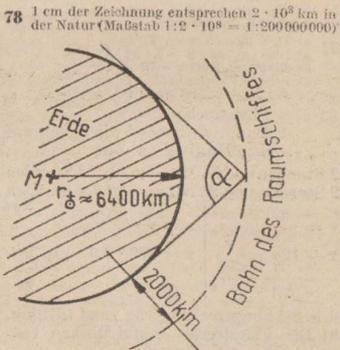
Die Sonde „Venus 5“ legte durchschnittlich in jeder Stunde  $11 \cdot 10^4 \text{ km}$  zurück.

77  $t = \frac{s}{v} = \frac{65 \cdot 10^6 \text{ km}}{3 \cdot 10^6 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = \frac{650}{3} \text{ s}$

$\approx 217 \text{ s} = 3 \text{ min } 37 \text{ s}$

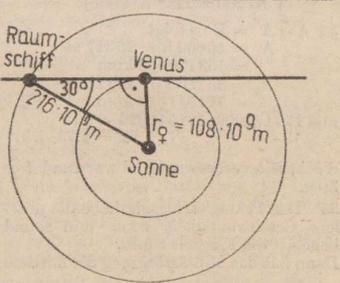
Ein von „Venus 5“ bei der Landung ausgesandtes Funksignal benötigte bis zur Erde  $3 \text{ min } 37 \text{ s}$ .

78  $1 \text{ cm}$  der Zeichnung entsprechen  $2 \cdot 10^8 \text{ km}$  in der Natur (Maßstab  $1:2 \cdot 10^8 = 1:200000000$ )



Der Schwinke, unter dem ein Beobachter aus  $2000 \text{ km}$  die Erde sieht, beträgt rund  $102^\circ$ . (Statt  $r = 22 \text{ mm}$  muß  $r = 32 \text{ mm}$  sein).

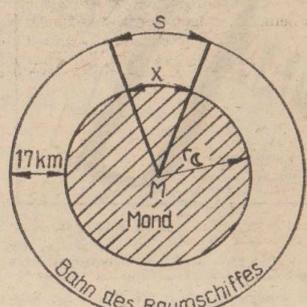
79 Zeichnet man durch den Ort der Venus eine Tangente an die Venusbahn, so schneidet diese die Bahn des Raumschiffes in den Punkten, von denen aus der Beobachter im Raumschiff die Venus



unter dem größten Winkelabstand von der Sonne sieht. Dieser Winkel beträgt  $30^\circ$ .

80 In der Zeit  $t = 147 \text{ s}$  legt das Raumschiff den Weg  $s = vt = 1,7 \frac{\text{km}}{\text{s}} \cdot 147 \text{ s} \approx 250 \text{ km}$  zurück. Der Durchmesser  $x$  des Ringgebirges bestimmt sich aus der Pro-

portion  
 $x : r_{\text{CC}} = s : (r_{\text{CC}} + 17 \text{ km})$  wegen  
 $r_{\text{CC}} = 1738 \text{ km}$  zu  
 $x \approx \frac{250 \text{ km} \cdot 1738 \text{ km}}{1755 \text{ km}} \approx 248 \text{ km}$



81 a) Durch Einsetzen der gegebenen Werte in die Formel  $mc = M(v_c - v_a)$  und schrittweises Umformen folgt:

$200 \text{ kg} \cdot 3000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$= 20000 \text{ kg} \left( v_c - 1000 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$

Hieraus ergibt sich:  $v_c = 1030 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Innerhalb dieser Sekunde wird die Geschwindigkeit der Rakete von  $1000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  auf

$1030 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  gesteigert.

b) Analog ergibt sich  $v_c = 1060 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

82 Insgesamt waren  $7065000000 \text{ Dollar}$  an Ausgaben geplant. Davon erhielt das Verteidigungsministerium rund  $23\%$  der Ausgaben. Da auch die Aufgaben der NASA teilweise militärische sind, gilt: Mindestens  $23\%$  des für 1967 geplanten USA-Raumfahrtbudgets waren für militärische Zwecke vorgesehen.

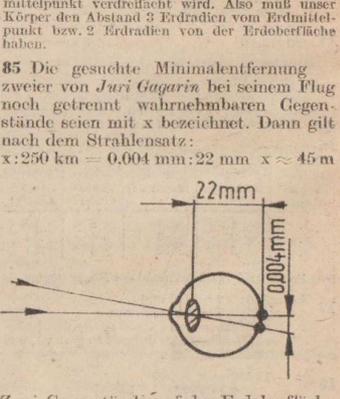
83 Lichtgeschwindigkeit  $300000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$  d.h. für die Entfernung Erde - Mond rund  $1,28 \text{ s}$  bzw.

Erde - Mars rund  $243 \text{ s}$  oder rd.  $4 \text{ min}$ .

84 Nach dem Gravitationsgesetz (Das Quadrat des Abstandes Körper-Erdmittelpunkt sieht im Nennern) sinkt die Anziehungskraft der Erde auf den neunten Teil, wenn der Abstand Körper-Erdmittelpunkt verdreifacht wird. Also muß unser Körper den Abstand 3 Erdradien vom Erdmittelpunkt bzw. 2 Erdradien von der Erdoberfläche haben.

85 Die gesuchte Minimalentfernung zweier von Juri Gagarin bei seinem Flug noch getrennt wahrnehmbaren Gegenstände seien mit  $x$  bezeichnet. Dann gilt nach dem Strahlensatz:

$x : 250 \text{ km} = 0,004 \text{ mm} : 22 \text{ mm}$   $x \approx 45 \text{ m}$



Zwei Gegenstände auf der Erdoberfläche müssen mindestens  $45 \text{ m}$  voneinander entfernt sein, um getrennt von Juri Gagarin mit unbewaffnetem Auge wahrgenommen werden zu sein.

86 Aus  $s_{\text{CC}} = \frac{g_{\text{CC}}}{2} t^2$  und  $s_{\text{CC}} = \frac{g_{\text{CC}}}{2} t^2$

folgt  $s_{\text{CC}} : s_{\text{CC}} = g_{\text{CC}} : g_{\text{CC}}$

$= 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} : 1,62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1,65:1$ .

Die Fallwege verhalten sich wie  $1,65:1$ .

87 a)  $g = g_0 = \frac{k M_{\text{CC}}}{r_{\text{CC}}^2}$

$= \frac{6,67 \text{ m}^3 \cdot 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{10^{11} \text{ kg} \cdot \text{s}^2 \cdot (6,378 \cdot 10^6 \text{ m})^2} = 9,80 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Die Beschleunigung am Erdäquator beträgt  $9,80 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

b)  $g = g_{\text{CC}} = \frac{k \cdot M_{\text{CC}}}{r_{\text{CC}}^2}$

$= \frac{6,67 \text{ m}^3 \cdot 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}}{10^{11} \text{ kg} \cdot \text{s}^2 \cdot (1,738 \cdot 10^6 \text{ m})^2} = 1,62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

88 Nach der Formel  $F = gm$  gilt

$F_{\text{CC}} = g_{\text{CC}} \cdot m$  und  $F_{\text{CC}} = g_{\text{CC}} \cdot m$ .

Hieraus folgt  $F_{\text{CC}} = F_{\text{CC}} \cdot \frac{g_{\text{CC}}}{g_0}$ . Mittels

der gegebenen Werte ergibt sich

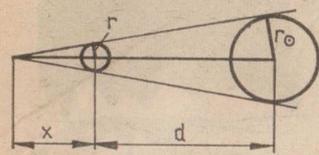
$$F_{\zeta} = 1 \text{kp} \cdot \frac{1,62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1,62 \text{kp} = 0,165 \text{kp}$$

Auf der Mondoberfläche zeigt die Federwaage beim Anhängen der Masse 1 kg die Kraft 0,165 kp an.

89 Nach dem Strahlensatz gilt  $x:r = (x+d):r_{\odot}$ .

$$\text{Hieraus folgt } x = \frac{rd}{r_{\odot} - r} \approx \frac{rd}{r_{\odot}}$$

$$\approx \frac{0,29 \text{ m} \cdot 150 \cdot 10^9 \text{ m}}{0,696 \cdot 10^9 \text{ m}} \approx 62,5 \text{ m}$$



Die Spitze des Kernschattenkegels ist vom Mittelpunkt von Sputnik I rund 62,5 m entfernt.

90 a)  $\frac{kM}{r^2} = v^2; \quad v = \sqrt{\frac{kM_{\odot}}{r_{\odot}}}$

Durch Einsetzen der gegebenen Werte in die letzte Gleichung folgt

$$v = \sqrt{\frac{6,67 \text{ m}^3 \cdot 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{10^{11} \text{ kg} \cdot \text{s}^2 \cdot 6,378 \cdot 10^6 \text{ m}}} = 7910 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Die erste kosmische Geschwindigkeit der Erde beträgt 7910  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

b) Aus  $v = \sqrt{\frac{kM_{\odot}}{r}}$  folgt, daß sich v mit dem Vergrößern von r verkleinert.

91 Aus  $s = \frac{g}{2} t^2$  folgt:  $t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$

Zu a): Durch Einsetzen der entsprechenden Werte in  $t_{\odot} = \sqrt{\frac{2s}{g_{\odot}}}$  ergibt sich:

$$t_{\odot} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \text{ m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = \sqrt{2,04 \cdot \text{s}^2} = 1,4 \text{ s}$$

Der Körper fällt auf der Erdoberfläche rund 1,4 s.

zu b): Der Körper fällt auf der Mondoberfläche rund 3,5 s.

92  $v = \sqrt{\frac{k \cdot M_{\odot}}{r_{\odot}}}$

$$= \sqrt{\frac{6,67 \text{ m}^3 \cdot 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}}{10^{11} \text{ kg} \cdot \text{s}^2 \cdot 1738 \cdot 10^3 \text{ m}}} = 1680 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Seit Januar 1969 arbeitet das Autorenkollektiv der *Mathe-LVZ* an dieser Ausgabe. 30 Bücher wurden durchgearbeitet, hunderte von Ausschnitten aus Zeitschriften (insbes. Technik, Urania, Jugend und Technik) und Zeitungen (*Junge Welt* und *LVZ*) gesichtet, ausgewertet und das für Euch geeignetste auf diesen 16 Seiten geboten.

Wer sich intensiver mit den Problemen der *Aeronautik* und *Astronautik* beschäftigen möchte, dem empfehlen wir die folgenden Bücher. Wir verbinden damit einen herzlichen Dank an die genannten Verlage, welche uns die Literatur größtenteils zur Verfügung stellten. J. Lehmann

K.-H. Eyer mann  
**Raketen- Schild und Schwert**  
Deutscher Militärverlag, Berlin 1968  
304 Seiten 517 Abbildungen  
Ganzleinen mit Schutzumschlag 28,00 M

Die erste kosmische Geschwindigkeit für den Mond beträgt 1680  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

93 Gemäß der Formel  $s = vt$  gilt für die Umlaufzeit T die Beziehung  $2\pi r = vT$ . Mittels

$$v = \sqrt{\frac{kM_{\odot}}{r}} \text{ ergibt sich } 2\pi r = \sqrt{\frac{kM_{\odot}}{r}} \cdot T$$

Durch weiteres Umformen erhalten wir:

$$r = \sqrt[3]{\frac{kM_{\odot} T^2}{4\pi^2}}$$

Durch Einsetzen der gegebenen Werte ergibt sich:

$$r = \sqrt[3]{\frac{6,67 \text{ m}^3 \cdot 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot (24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s})^2}{10^{11} \text{ kg} \cdot \text{s}^2 \cdot 4 \cdot 3,14^2}}$$

= 42500 km.

Der Radius der Kreisbahn dieses Sputniks beträgt 42500 km. Damit besitzt dieser Sputnik von der Erdoberfläche den Abstand  $a = r - r_{\oplus} = 42500 \text{ km} - 6400 \text{ km} = 36100 \text{ km}$ .

94 a)  $W_{\text{pot}} = kM_{\oplus} \cdot m \cdot \frac{1}{r_{\oplus}}$

$$\approx \frac{6,67 \text{ m}^3}{10^{11} \text{ kg} \cdot \text{s}^2} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 1 \text{ kg} \cdot \frac{1}{6378 \cdot 10^3 \text{ m}}$$

$$\approx 6,24 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

b)  $\frac{m}{2} v^2 = W_{\text{kin}} = W_{\text{pot}}$

$$\frac{1 \text{ kg}}{2} \cdot v^2 \approx 6,24 \cdot 10^7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$v^2 \approx 124,8 \cdot 10^7 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \quad v \approx 11,2 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Die zweite kosmische Geschwindigkeit der Erde beträgt rund 11,2  $\frac{\text{km}}{\text{s}}$ .

95  $v = \sqrt{\frac{k \cdot M_{\oplus}}{r}}$

$$= \sqrt{\frac{6,67 \text{ m}^3 \cdot 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}}{10^{11} \text{ kg} \cdot \text{s}^2 \cdot 216 \cdot 10^9 \text{ m}}}$$

$$\approx 24800 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 24,8 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Die Bahngeschwindigkeit beträgt rund 24,8  $\frac{\text{km}}{\text{s}}$ .

$$T = \frac{2\pi r}{v} \approx \frac{6,28 \cdot 216 \cdot 10^9 \text{ m}}{24800 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Die Umlaufzeit beträgt rund 633 Tage.

96 a)  $W_{\text{pot}} = k \cdot M_{\oplus} \cdot m \left( \frac{1}{r_{\oplus}} - \frac{1}{r_{\oplus} + 1000 \text{ km}} \right)$

$$\frac{6,67 \text{ m}^3}{10^{11} \text{ kg} \cdot \text{s}^2} \cdot 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg} \cdot 1 \text{ kg} \cdot \left( \frac{1}{1738 \cdot 10^3 \text{ m}} - \frac{1}{2738 \cdot 10^3 \text{ m}} \right)$$

$$\approx 1,03 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Die zugeführte potentielle Energie beträgt 1,03  $\cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}$ .

b)  $W_{\text{kin}} = W_{\text{pot}}$

$$\frac{m}{2} v^2 \approx 1,03 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\frac{1 \text{ kg}}{2} \cdot v^2 \approx 1,03 \cdot 10^6 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}$$

$$v^2 \approx 2,06 \cdot 10^6 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$v \approx 1,44 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1440 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Die Aufprallgeschwindigkeit beträgt rund 1440  $\text{ms}^{-1}$ .

97 Berechnung der Höhe h der sichtbaren Erdkugelkappe: Nach dem Kathetensatz gilt:

$$r_{\oplus}^2 = (r_{\oplus} + e)(r_{\oplus} - h)$$

$$h = \frac{r_{\oplus}^2 - e^2}{r_{\oplus} + e}$$

Durch Einsetzen und Ausrechnen ergibt sich:

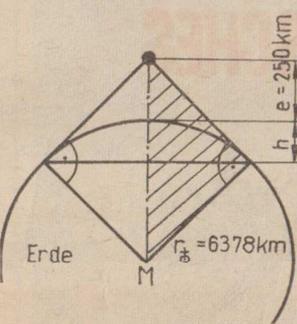
$$h = \frac{6378 \text{ km} \cdot 250 \text{ km}}{66128 \text{ km}}$$

$$\approx 242 \text{ km}$$

Berechnung der Fläche der sichtbaren Erdkugelkappe:

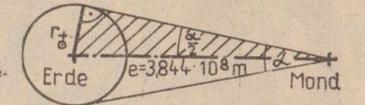
$$A_K = \pi d_{\oplus} \cdot h \approx \pi \cdot 12756 \text{ km} \cdot 242 \text{ km}$$

$$\approx 9,70 \cdot 10^6 \text{ km}^2$$



Vergleich der Fläche der sichtbaren Erdkugelkappe mit der Fläche der DDR:  $A_K : A_{\text{DDR}} \approx 9,70 \cdot 10^6 \text{ km}^2 : 1,08 \cdot 10^6 \text{ km}^2 = 90:1$ .

$$98 \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{r_{\oplus}}{e} = \frac{6,378 \cdot 10^6 \text{ m}}{3,844 \cdot 10^8 \text{ m}} = 0,0166$$



$\alpha = 112' = 1^{\circ}52' \approx 1,9^{\circ}$ . Vom Mond aus erscheint die Erde unter dem Sehwninkel  $\alpha \approx 1,9^{\circ}$ .

99 Laut Strahlensatz gilt:

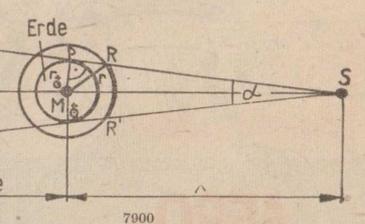
$$x : r_{\oplus} = r_{\odot} : (e + x)$$

Hieraus folgt:

$$x = \frac{r_{\oplus} \cdot e}{r_{\odot} - r_{\oplus}} \approx \frac{149,6 \cdot 10^9 \text{ m} \cdot 6,378 \cdot 10^6 \text{ m}}{696 \cdot 10^6 \text{ m} - 6,378 \cdot 10^6 \text{ m}}$$

$$\approx 1,38 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad \alpha \approx 1,28^{\circ}$$

Während 29% der Umlaufzeit herrscht für das Raumschiff Nacht.



$$100 \frac{m_s}{m_l} = e^{\frac{7900}{4000}} \approx e^{2,0} \approx 7,4$$

Das Verhältnis von Startmasse zu Leermasse ist rund 7:1.

„Die Menschheit wird nicht ewig auf der Erde bleiben, sondern auf der Jagd nach Licht und Raum, anfangs noch schüchtern, hinter die Grenzen der Atmosphäre vordringen und sich danach das gesamte All in der Nähe der Sonne erobern. So wird die Menschheit - unsterblich wie das Weltall - wandern von einer Sonne zu der anderen...“  
Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski

**Findest Du die Antwort?**

- α Die Federwaage zeigt keinen Ausschlag, da das Raumschiff sich schwerelos bewegt (Da Gravitationskraft und Zentrifugalkraft sich gegenseitig aufheben, wirkt auf die Masse 1 kg keine Kraft).
- β Der Himmel ist schwarz und nicht blau. Die blaue Farbe des Himmels auf der Erde kommt dadurch zustande, daß die Lichtstrahlen in unserer Atmosphäre verändert werden.
- γ Da der Mond keine Atmosphäre besitzt, fallen die kosmischen Kleinkörper ungehindert auf die Mondoberfläche ohne zu verfehlen.
- δ Schallwellen breiten sich nur in festen, flüssigen oder gasförmigen Körpern aus. Da der Mond ohne Atmosphäre ist, können sich Schallwellen oberhalb der Mondoberfläche nicht ausbreiten.
- η Sie entfernen sich beide in entgegengesetzter Richtung. Ihre Bewegungsrichtung fällt mit der Richtung der angewendeten Kraft zusammen. Liegen die Schwerpunkte ihrer beiden Körper nicht auf der Wirkungslinie der beim Abstoßen angewendeten Kraft, so werden beide Körper zusätzlich in Rotation versetzt.
- θ Da in der Kuppe des Strohholzes Sauerstoff vorhanden ist, wird es sich zwar entzünden. Jedoch wird es kurz danach verlöschen, weil die Flamme dann nur noch von keinem Sauerstoff mehr enthaltender Luft umgeben ist. Denn auf Grund der Schwerelosigkeit im Raumschiff können die Verbrennungsgase, die infolge der Schwerelosigkeit keinem Auftrieb unterliegen, nicht von der Flamme weggeführt werden. (Jedoch ließe sich durch eine geeignete Bewegung des Strohholzes im Raumschiff das Weiterbrennen ermöglichen.)
- ε Durch das Abstoßen einer leergebrannten Raketenhülle wird die Masse der weiterfliegenden Rakete verkleinert. Auf Grund der verkleinerten Masse kann die weiterfliegende Rakete durch den nächsten Treibsatz stärker beschleunigt werden.

An dieser *Mathe-LVZ* arbeiteten mit:  
Studientrat J. Lehmann, Verdienter Lehrer des Volkes,  
29. OS Leipzig  
(Idee, Gestaltung u. wissenschaftlich-org. Leitung)  
Mathematikfächerlehrer W. Unze  
Sonderschule für Körperbehinderte  
(Aufgaben u. Lösungen zu Aeronautik)  
Oberlehrer Th. Scholl  
Ministerium für Volksbildung  
(Besichtigung der Aufz. und Lösung. Aeronautik)  
Mathematikfächerlehrer W. Träger  
Schloßberg-OS, Döbeln  
(Aufgaben u. Lösungen zur Astronautik)  
Helmut Busch, Verdienter Lehrer des Volkes  
Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte, Hartha  
(Aufgaben und Lösungen zu Astronautik)  
Das Autorenkollektiv dankt den Setzern der  
Druckerei Frankenstein, Leipzig, für ihre exakte  
Arbeit und den Druckern der *LVZ* und der Abteilung  
Vertrieb der *LVZ* für die konkrete Hilfe bei der  
technischen Realisierung des Projekts.  
Technische Zeichnungen: Brigitte Gubitz, Teilkonstrukteur im VEB Fernmeldewerk  
Vignetten: H.-J. Jordan, *LVZ*  
III-18-138

A. F. Schmidt  
**aerotyp**  
VEB Transpress, Berlin 1968  
Eine Typenreihe  
Reiseflugzeuge 4,00 M  
Verkehrsflugzeuge 4,00 M  
Militärflugzeuge 4,00 M

G. Meyer  
**Zur Geschichte des Flugzeuges**  
Volk und Wissen, VE Verlag, Berlin 1967  
96 S., 45 Abb., zahlreiche mathematisch/physikalische Probleme  
Best.-Nr. 021809 1,80 M

Autorenkollektiv  
**Brockhaus abc**  
**Naturwissenschaft und Technik**  
VEB F. A. Brockhaus Verlag Leipzig  
2 Bände, 1200 Seiten, 1600 Stichwörter  
1400 Abbildungen im Text und auf 56  
schwarzweißen und farbigen Bildtafeln,  
Tabellen, Graphiken, Literaturangaben  
28,00 M

P. Klemm  
**Automaten, Forscher und Raketen**  
Geschichte aus 100000 Jahren Technik  
Der Kinderbuchverlag Berlin 1967  
232 S. 12,80 M

H. Lindner  
**Physik im Kosmos**  
VEB Fachbuchverlag Leipzig 1964  
175 S. 145 Bilder 6,90 M

H. Mielke  
**Meyers Taschenlexikon**  
**Raketentechnik - Raumfahrt**  
VEB Bibliographisches Institut Leipzig  
1968  
426 S., 48 Bildtafeln, 215 Textabb.,  
15,00 M

H. Mielke  
**Zu neuen Horizonten**  
Weltraumforschung gestern - heute -  
morgen  
Transpress VEB Verlag für Verkehrs-  
wesen Berlin 1967  
332 S. 19,80 M

Autorenkollektiv  
**Fliegerjargon 1969**  
Eine internationale Umschau der Luft-  
und Raumfahrt  
Transpress VEB Verlag für Verkehrs-  
wesen Berlin 1968  
168 S. 15,00 M

A. Weigert/H. Zimmermann  
**Brockhaus**  
**ABC der Astronomie**  
VEB F. A. Brockhaus Verlag Leipzig 1961  
408 S., zahlreiche Abb. und Tafeln  
12,70 M

H. A. F. Schmidt  
**Meyers Taschenlexikon**  
**Luftfahrt**  
VEB Bibliographisches Institut Leipzig  
1966  
390 S., 20 Fototafeln, 4 Farbtafeln,  
105 Textabb. 8,00 M

K. Winkler  
**Der Mond, Raketen und Raumschiffe**  
Ein Beschäftigungsbuch für junge Astro-  
nomen und künftige Kosmonauten  
Postleiter-Verlag Halle/Saale  
24 S., zahlr. Abb. 6,45 M

H. Hoffmann  
**Raketen - Pioniere**  
Der Kinderbuchverlag, Berlin 1968  
239 S. 7,50 M

**AERO-  
UND  
ASTRONAUTISCHES**  
VON JOCHEN  
JORDAN.



„EINFACH KLASSE! WAS MAN MIT DEM GERÄT ALLES SCHWEISSEN KANN!“

„ICH HABE ES DOCH GLEICH VERMUTET, DER KURS IST FALSCH BERECHNET!“

„GESTATTEN SIE, ICH MÖCHTE GERNE IHRE TAILLE MESSEN!“

„...UND SO LIEF ICH JEDEN ABEND, ALS ICH NOCH ARTIST WAR!“

„IGOR, AUFHÖREN! DAS ABENDBROT IST FERTIG!“

„HUH, DAS KRABBELT ABER!“

„DIE CONTAINER WERDEN AUCH IMMER SCHWERER!“  
„KEIN WUNDER, WIR HABEN MATHE-LVZ GELADEN!“

„ICH HABE DIR DOCH SCHON OFT GENUG ERKLÄRT, WIE DER LUFTDRUCK BERECHNET WIRD!“

„NA, SEHE ICH NICHT WIE DIE TU-144 AUS...?“

„HE, WO WILLST DU DENN NOCH HIN?“  
„ICH HABE DIE MATHE-LVZ VERGESSEN!“

ASTRONAUTISCHES RECHENZENTRUM  
SCHULE  
BÜSCH  
KLEBER  
LÖTLÖT

INTERFLUG

ASPROJOT