**Zeitschrift:** Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
**Band:** 6 (1951)
**Heft:** 7

**Artikel:** Der Mensch im Weltraum
**Autor:** Haber, Heinz
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-654220

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 15.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Der Mensch im Weltraum

*Von Heinz Haber*

*DK 629.19 : 612.014.06(100.1) : 525.235*

Seit langem beschäftigen sich Naturforscher und Techniker mit den Problemen des Fluges zu anderen Planeten. Je mehr sich die Utopie der Weltraumfahrt ihrer Verwirklichung nähert, um so wichtiger wird die Frage nach ihren Auswirkungen auf die erdgebundene Natur des Menschen, die bis jetzt in den Kreisen der Wissenschaft nur wenig Beachtung gefunden hat. Wie wird sich die Raumfahrt auf den menschlichen Organismus auswirken? Welche Vorkehrungen müssen getroffen werden, damit der Mensch im leeren Raum jenseits der Erdatmosphäre überhaupt leben kann? Diese Fragen eröffnen der Naturforschung ein völlig neues Gebiet, das man am besten als Raummedizin bezeichnet, die eine Erweiterung der Aeromedizin darstellt. Im Falle der Raumfahrt aber können wir die medizinischen Probleme nicht wie in der Flugtechnik erst im Augenblick ihres Auftauchens studieren. Wenn das Projekt der Raumschiffahrt irgendeine Aussicht auf Erfolg haben soll, dann müssen die biologischen Probleme bereits gelöst sein, ehe das erste Raumschiff startet — genau genommen, noch bevor es konstruiert wird.

Vorerst muß mit den Wirkungen der rapiden Beschleunigung gerechnet werden, die erforderlich ist, damit die Rakete — die einzige Motortype, die im leeren Raum in Frage kommt — ihren höchsten Wirkungsgrad erreicht. Soll die Brennstoffmenge innerhalb tragbarer Grenzen gehalten werden, muß die Rakete binnen kürzester Zeit ihre Höchstgeschwindigkeit erreichen. Der Weltraumfahrer wird nun proportional zu der Beschleunigung des Raumschiffes während des Starts an Gewicht zunehmen. Die Beschleunigung erfolgt dabei über mehrere Stufen, deren jede ein bis zwei Minuten dauert. Gegen Ende jeder Periode würde das Körpergewicht der an Bord befindlichen Personen um das Sechs- bis Zehnfache zunehmen. Diese Werte sind für den Menschen gerade noch erträglich, wie Versuche an Piloten zur Bestimmung der Wirkung hoher Beschleunigungen mit Hilfe von Zentrifugal-Testeinrichtungen ergaben. Man darf daraus schließen, daß junge Menschen mit normalem Blutkreislauf den Beanspruchungen eines Raumschiffstarts standhalten können, vorausgesetzt, daß sie dabei liegende Stellung (mit dem Gesicht nach unten) einnehmen.

Sobald das Raumschiff eine genügend hohe Geschwindigkeit erreicht und die Erdatmosphäre verlassen hat, werden seine Raketenmotoren abgestellt. Die Maschine wird nun nur mehr infolge ihres Trägheitsmomentes im leeren Raum weiterfliegen. Jetzt tritt eine vollkommen neue Erscheinung auf; sämtliche Insassen des Weltraumschiffes werden ihr Körpergewicht völlig verlieren. Es ist ein weitverbreiteter Irrtum, daß die Wirkung der Schwerkraft so lange verspürt wird, als sich das Schiff innerhalb des Schwerefeldes der Erde befindet. Das ist unrichtig. Das Trägheitsmoment des Raumschiffes wird der Erdanziehung das Gleichgewicht halten, genau so wie die Zentrifugalkräfte den Mond unveränderlich in seine Bahn zwingen und verhindern, daß er auf die Erde fällt. Sobald die Motoren zu arbeiten aufhören, wird das Raumschiff mitsamt seinen Insassen und selbst die Atemluft darin vollkommen gewichtslos sein.

Die Auswirkungen dieser Schwerelosigkeit auf die Weltraumfahrer werden meist zu leicht genommen. Tatsächlich ist die Vorstellung, frei im Raum umherzuschweben, sehr verlockend — aber die Sache ist nicht so unbedenklich. Höchstwahrscheinlich wird die Natur für den schwerelosen Flug einen Tribut fordern.

Hier auf der Erde ist kein Versuch durchführbar, der Aufschluß darüber geben könnte, was im schwerelosen Bereich geschieht. Um sich zu vergegenwärtigen, was vollkommene Gewichtslosigkeit bedeutet, kann man sich nicht auf die Erfahrung stützen. Man muß Zuflucht zur allgemeinen Kenntnis der physikalischen und physiologischen Grundgesetze nehmen.

Es scheint, daß keine schweren Störungen des Blutkreislaufes und der Atmung zu befürchten sind. Diese werden hauptsächlich durch die Herzmuskulatur und die Elastizität der Blutgefäße, des Brust- und Zwerchfelles, die von den

Schwerkrafteinflüssen unabhängig sind, in Tätigkeit gehalten. Beim Blutkreislauf spielt allerdings das Gewicht des Blutes eine gewisse, aber durchaus keine entscheidende Rolle.

Dagegen sind, sobald der menschliche Körper sein Gewicht verliert, Störungen des Nervensystems, der Sinnesorgane und der geistigen Fähigkeiten zu erwarten. Der Organismus ist

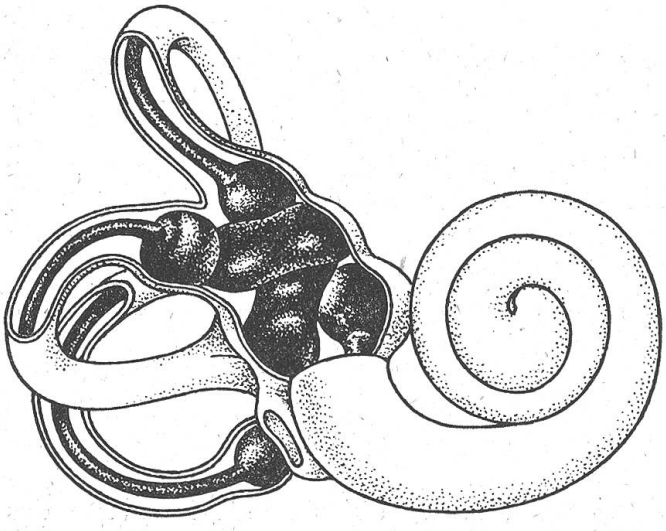


*Abb. 1. Das statische Organ im Innenohr, durch das die natürliche Kopfhaltung bewirkt wird, enthält einen der mechanischen Reizempfänger, der durch den Fortfall der Schwerkraft in Mitleidenschaft gezogen würde. Die Zeichnung zeigt das knöcherne Labyrinth mit der Schnecke (rechts) und den Vorhof (links). Innerhalb des Vorhofes befindet sich das häutige Labyrinth, das die Reizempfänger trägt*

mit einem komplizierten System von Reizempfängern ausgestattet, die auf alle Arten mechanischer Impulse empfindlich reagieren. Zu diesen mechanischen Rezeptoren gehören beispielsweise die Bogengänge im inneren Ohr für die translatorischen Bewegungen und die Drehbewegungen oder die Reizempfänger, die die Druckempfindung der Haut vermitteln, die Muskelspindeln, die über die gesamte quergestreifte Muskulatur verteilt sind und schließlich die sogenannten Pacinischen oder Vaterschen Körperchen, die im Bindegewebe, vor allem zwischen der Muskulatur, auftreten.

Diese Reizempfänger sind in der Hauptsache für den besonderen Raumsinn des Menschen ausschlaggebend. Sie bilden eine funktionelle Einheit, die alle Wahrnehmungen der Stellung, aktiven und passiven Körperbewegungen überwacht. Ihre Erregung ist aufs engste mit einem komplizierten Reflexmechanismus verknüpft, der das Gleichgewicht aufrechterhält und die Körperbewegungen steuert.

Der Verlust der Schwere würde nun den Raum- und den Bewegungssinn verschieden stark beeinflussen. Der Raumsinn würde kaum in Mitleidenschaft gezogen, denn die Spannung des Bindegewebes, die stimulierend auf die Reizempfänger wirkt, ist von der Schwere oder ihrem Nichtvorhandensein unabhängig. Das bedeutet, daß die Organe, zu denen diese Reizbahnen führen, die verschiedenen Gliederstellungen unabhängig von den von außen her wirkenden Kräften zum Bewußtsein bringen. Im Gegensatz dazu wird der Bewegungssinn, der sich auf die Muskulatur bezieht, durch die Schwerkraft außerordentlich stark beeinflußt. Um beispielsweise einen Arm zu heben, müssen die Muskeln nicht nur die Trägheit, sondern auch das Gewicht des Armes überwinden.

Es ist daher einzusehen, daß der Verlust der Schwerkraft die harmonischen Beziehungen der verschiedenen Sinnesmechanismen zueinander auf das nachhaltigste stören muß. Im Zustand der Schwerelosigkeit haben die Muskeln nur die Trägheit des Körpers zu überwinden, sie würden sich aber so verhalten, als müßten sie auch sein Gewicht berücksichtigen. Die Folge wäre, daß der geringste Versuch des Weltraumfahrers, seinen Körper zu bewegen, ihn durch die ganze Kabine schleudern würde. Der Mensch im Weltraum hätte daher seinen Bewegungssinn auf ein ganz neuartiges Kräfteverhältnis einzustellen.

Von Bedeutung ist ferner die Frage der Orientierung des Körpers in bezug auf die ihn umgebenden Gegenstände. Diese Orientierung wird durch zwei verschiedene Wahrnehmungsmechanismen bewirkt: die Augen stellen die Lage des Körpers zu anderen Gegenständen fest; die mechanischen Reizempfänger, die durch das Gewicht des Körpers und seiner Teile stimuliert werden, registrieren die Richtung der Schwerkraft. Normalerweise vermitteln beide Wahrnehmungen genau die gleiche Vorstellung über die Lage des Körpers. Im Zustand der Schwerelosigkeit dagegen ist dieses Zusammenwirken gestört.

Diese Assoziationsstörung kann zu einem Zustand führen, den man mit der „Luftkrankheit" vergleichen kann. Forschungen haben in letzter Zeit bewiesen, daß eine Disharmonie zwischen dem Wahrnehmungs- und dem Empfindungskomplex bestimmte Formen von Seekrankheit hervorrufen kann. Wir müssen daher damit rechnen, daß die Schwerelosigkeit eine

Art „Raum-Krankheit" bewirken kann, die sämtliche Insassen des Raumschiffes vollkommen arbeitsunfähig macht.

Noch ein weiterer Faktor wäre zu bedenken. Es ist bekannt, daß die Empfindlichkeit der Sinnesorgane um so größer ist, je schwächer der Reiz wird. Daher ist anzunehmen, daß in gleicher Weise auch die Schwerelosigkeit, die im Raumschiff herrscht, den Schweresinn schärfen wird. Die entsprechenden Organe werden daher blitzartig auf die kleinsten Kräfte reagieren, die auf den Körper wirken. Noch mehr, die geringste Bewegung kann den Raumfahrer zu den seltsamsten Sinnestäuschungen Anlaß geben. Wenn er bloß seinen Körper ausstreckt oder seinen Kopf wendet, kann ihn die Empfindung überwältigen, daß er in die Höhe gehoben und hin und her geschleudert wird oder daß er sich plötzlich im Kreise dreht. Ein Mensch, der von den Fesseln der Schwerkraft befreit ist, würde sich höchstwahrscheinlich in einem dauernden Zustand physiologischer und psychologischer Spannung befinden.

Abgesehen von diesen physiologischen Schwierigkeiten würde der gewichtslose Mensch jedoch auch in einen schweren Konflikt mit seiner ebenfalls schwerelosen Umgebung geraten. Kleine oder große Gegenstände würden ziel- und planlos ohne jeden Halt im Raum umherschweben und die Raumfahrer müßten ständig vor ihnen auf der Hut sein. Dieser unaufhörliche Kampf mit den gewichtslosen Gegenständen würde die psychische Spannung der Raumfahrer noch erhöhen.

Den Gefahren der Schwerelosigkeit könnte man allerdings durch einen künstlichen Schwerkraftersatz begegnen. So könnte man beispielsweise die Passagierkabine rotieren lassen oder sie an einem langen Kabel am Ende der Rakete aufhängen und pausenlos pendeln lassen. Die

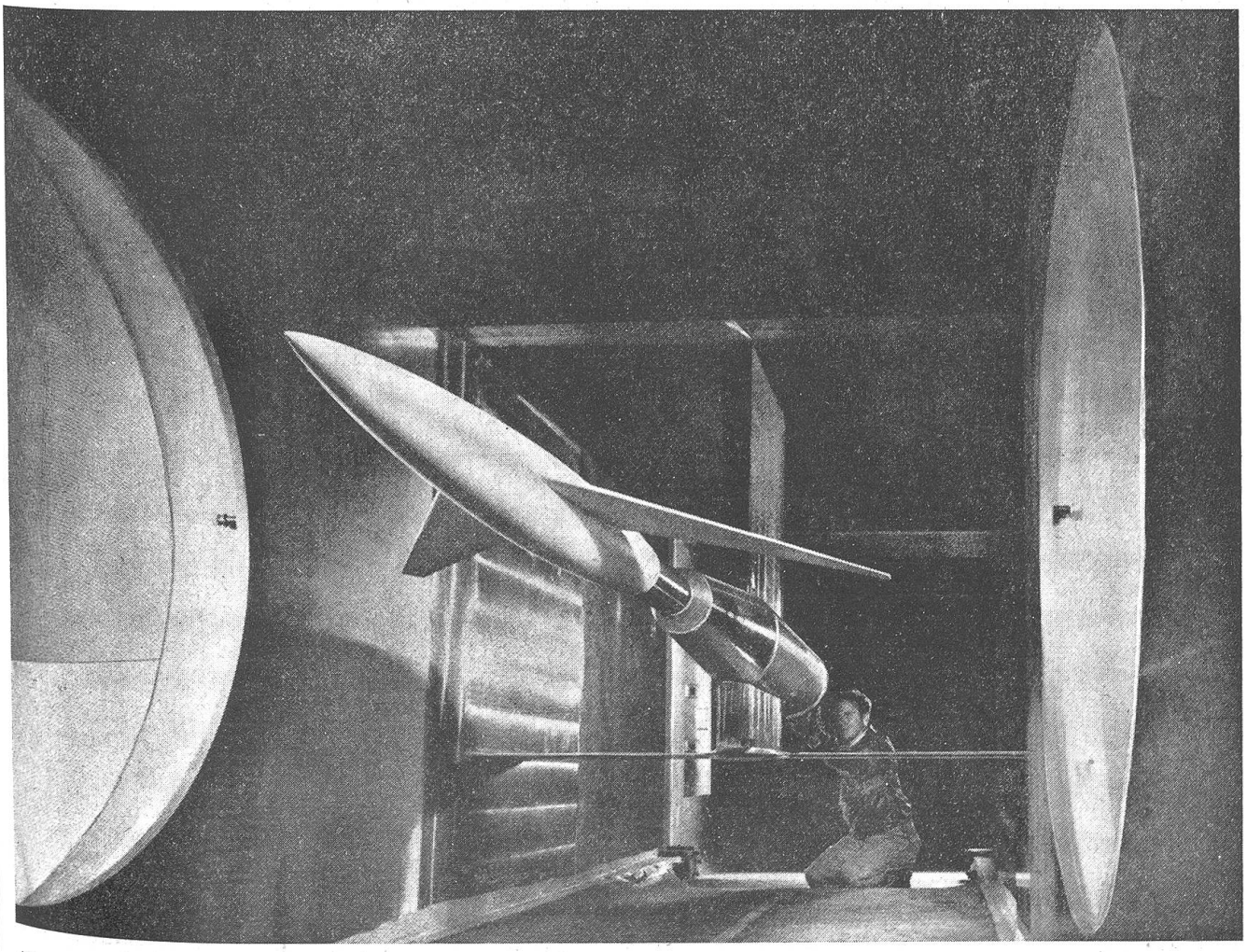


*Abb. 2. In den aeronautischen Laboratorien und Forschungsanstalten in aller Welt beschäftigt man sich heute mit der Entwicklung von Raketen-Flugkörpern, die einmal als Weltraumschiffe konstruiert werden. Das Bild zeigt die Erprobung eines Modells im Überschall-Windkanal des Ames Aeronautical Laboratory in Moffet Field (USA.)*

*Abb. 3. Mit Raketenantrieb versehene Douglas D 588-11, eines der schnellsten Flugzeuge, das mit Bemannung geflogen wurde. So etwa werden auch die „Ionokreuzer" im interkontinentalen Verkehr und die Weltraumschiffe der Zukunft aussehen*

Zentrifugalkräfte würden dann die fehlende Schwerkraft ersetzen. Leider aber würden in diesem Fall die sogenannten Corioliskräfte, die innerhalb jedes rotierenden Systems wirksam werden, neue Schwierigkeiten verursachen. Der Weltraumreisende würde sich vollkommen wohlfühlen, solange er sich in völliger Ruhe befindet. Sobald er aber etwa seinen Arm ausstreckte, würden die Corioliskräfte den Arm zur Seite reißen; jede gewollte Bewegung würde dem Reisenden die absonderliche Empfindung vermitteln, als seien seine Bewegungen vollkommen unwillkürlich. Es wurde angeregt, daß die Bemannung eines Raumschiffes Eisenschuhe tragen sollte, die sie an einem magnetisierten Fußboden festhalten würden. Aber auch das würde nur zu neuen Schwierigkeiten führen, insbesondere weil die magnetischen Felder eine empfindliche Störung der Instrumente bedingen würden.

Wie steht es nun mit der Atemluft und der Aufrechterhaltung einer erträglichen Temperatur im Innern der Raumrakete? Die Erfahrungen mit Unterseebooten und luftdichten Kabinen in Stratosphärenflugzeugen lehrten, daß es keine Schwierigkeiten bereiten wird, die Raumrakete mit den entsprechenden Sauerstoffvorräten und einer ausreichenden Lüftung zu versehen. Die Aufrechterhaltung einer für die Passagiere zuträglichen Temperatur wirft jedoch vollkommen neue Probleme auf.

Sobald das Raumschiff einmal den Bereich der Erdatmosphäre verlassen hat, wird seine Innentemperatur in erster Linie davon abhängen, wieviel Sonnenstrahlung es absorbiert. Das Hauptproblem wird darin bestehen, das Raumschiff kühl zu halten. Seine Hülle muß aus einem Material bestehen, das den größten Teil der Sonnenstrahlung reflektiert. Nur die allerbesten Reflektoren, wie z. B. Magnesiumoxyd, bieten eine Möglichkeit, dem Raumschiff eine erträgliche Temperatur zu sichern. Das Raumschiff muß aber auch die Wärme abstrahlen können, die es absorbiert und die von seinen Insassen sowie den elektrischen Apparaturen und Instrumenten entwickelt wird. Die Schwierigkeit dabei ist, daß ein Körper bei normaler Raumtemperatur seine Wärme nur sehr langsam abgibt.

Ein weiteres ernstes Problem ist der Schutz der Weltraumfahrer vor der Ultraviolettstrahlung, die die Sonne manchmal in großen Ausbrüchen aussendet. Die Erdatmosphäre absorbiert fast alle diese Strahlen, im Weltraum aber würden die Ultraviolett-eruptionen sich ungehindert auf das Raumschiff auswirken. Die schädigenden Wirkungen einer übermäßigen Ultraviolettbestrahlung des Körpers sind bekannt. Die Metallwände der Raumrakete würden zwar die ultravioletten Strahlen abhalten, doch behält kein durchsichtiges Material bei massiver Ultraviolettbestrahlung seine Transparenz. Deshalb müßten die Fenster bedeckt gehalten und nur für die notwendigen Beobachtungen freigemacht werden.

Wie groß ist die Gefährdung durch kosmische Strahlen? Das ist eine noch immer strittige Frage. Die vor kurzem bekanntgegebene Entdeckung schwerer Primärpartikel in den obersten Atmosphärenschichten — es handelt sich dabei um Teilchen mit einem Atomgewicht von 40 und mehr — läßt den Schluß zu, daß die kosmische Strahlung tatsächlich eine Gefahr darstellt. Um das Raumschiff dagegen vollkommen abzuschirmen, müßte es mit mindestens zwei Zoll dicken Stahlpanzerplatten verkleidet werden. Das Gewicht dieser Panzerung aber wäre für ein Raumschiff ein unlösbares Problem. Man muß sich daher mit der Tatsache abfinden, daß die Raumfahrer unvermeidlich einer kosmischen Strahlung ausgesetzt sein würden, wobei nicht nur die schweren Primärteilchen, sondern auch die energiereichen Sekundärpartikel und Gammastrahlen in Frage kommen.

Angesichts dieses düsteren Bildes könnte man sich vielleicht entschließen, ganz auf die Weltraumfahrt zu verzichten und lieber innerhalb des Schutzes der Erdatmosphäre zu verbleiben. Die Gefahr ist jedoch nicht ganz so groß, wie es scheinen mag. Wenn auch die kosmischen Teilchen ungeheure Energien tragen, so ist doch ihre Dichte im Raum unglaublich gering. Es wurde berechnet, daß der Mensch in einer Höhe von rund 24.000 Meter einer Strahlungsintensität ausgesetzt wäre, die nur 25mal größer ist als die zulässige wöchentliche Dosis. Unter dieser Voraussetzung bestünde für die Raumfahrer auf kurzen Flügen höchstwahrscheinlich keine Gefahr. Ernste Schädigungen durch die kosmische Strahlung könnte sich jedoch einstellen, wenn die Weltraumreise mehrere Wochen oder Monate dauert.

Ist es zu früh, um sich über die Probleme des Menschen im Weltraum Gedanken zu machen? Durchaus nicht. Wenn auch der erste Weltraumflug noch nicht in unmittelbarer Zukunft zu erwarten ist, so werden wahrscheinlich bald die interkontinentalen Verkehrsmaschinen in den dünnsten Schichten der Atmosphäre fliegen. Von Raketenmotoren angetrieben, werden die „Ionokreuzer" mit größter Geschwindigkeit nach oben schießen, in Regionen, in denen fast kein Luftwiderstand mehr herrscht. Dann wird der Pilot die Motoren abstellen und die Maschine wird in einer elliptischen Fallkurve ihrem Ziel zusteuern. Die Flugbahn wird tatsächlich die eines echten Himmelskörpers sein und während der Gleitperiode wird der schwerelose Zustand vorherrschen. Der Flug einer solchen Maschine wird sich demnach bereits stark jenen Bedingungen nähern, denen die Piloten schließlich im Weltraum ausgesetzt sein werden. *(Aus „Scientific American")*

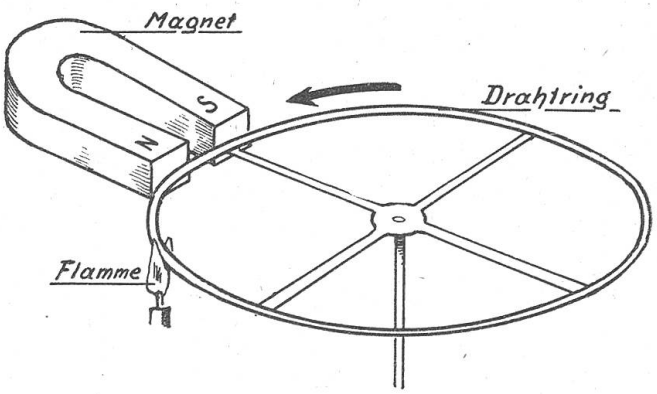
---

# Ein merkwürdiger Motor

*DK 538.665*

Alle sogenannten „paramagnetischen" Metalle, vor allem das Eisen und das Nickel, zeigen die merkwürdige Eigenschaft, daß sie oberhalb einer bestimmten „kritischen Temperatur" die Fähigkeit verlieren, sowohl aktiv wie passiv magnetisch zu sein, d. h. weder selbst magnetisch werden können, noch einer magnetischen Anziehung gehorchen. Bei Eisen liegt diese kritische Temperatur ziemlich hoch, und zwar über dem Punkt der Rotglut bei etwa 800 Grad, wogegen Nickel schon bei 350 Grad alle magnetischen Eigenschaften verliert.

Auf dieser Eigenschaft dieser beiden Metalle beruhen verschiedene sogenannte „thermomagnetische Motoren", von denen man sich den einfachsten leicht selbst herstellen kann. Man fertigt sich am besten aus Nickeldraht einen radkranzförmigen Ring an, der mit Hilfe von Eisenspeichen zu einem kleinen Rad ausgebaut wird, das sich auf einer senkrechten Welle drehen kann. Bringt man an dieses Rad einen starken Magneten heran, so bleibt alles in Ruhe. Sowie man aber durch eine Spiritus- oder Gasflamme den Ring neben dem Magneten an einer Stelle erhitzt, gerät das Rad sogleich in Rotation, da die kalten Teile des Ringes stärker angezogen werden als die heißen. Da die erhitzten Ringteile ja rasch wieder auskühlen, resultiert schließlich eine dauernde Umdrehung des Ringes. Für irgendwelche praktische Zwecke sind




derartige Motoren natürlich bedeutungslos, da die erzielbaren Leistungen viel zu gering sind, geradeso wie der thermische Wirkungsgrad der ganzen „Maschine" sehr schlecht ist. *A. N.*