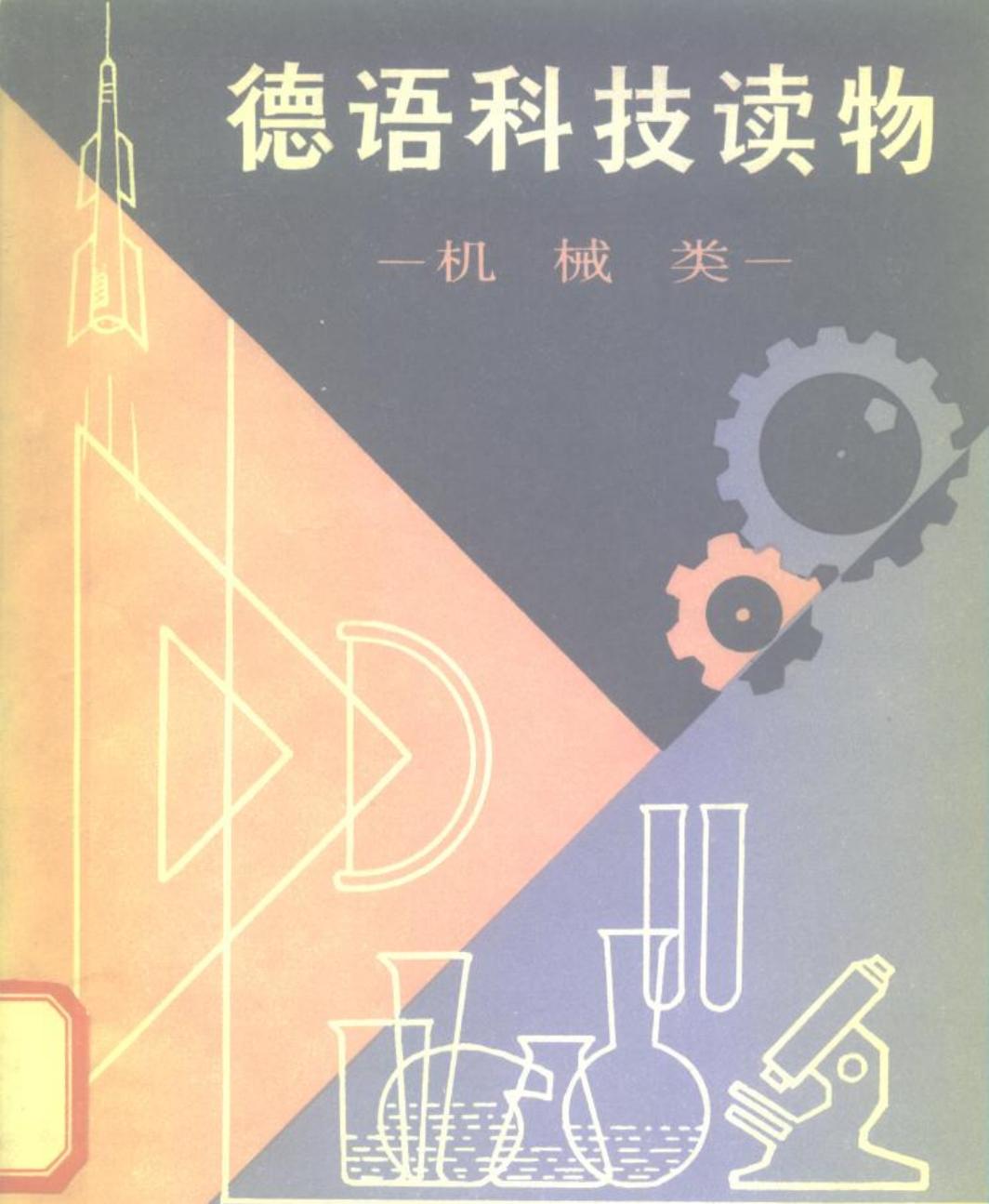


# 德语科技读物

—机械类—



商务印书馆

**德 语 科 技 读 物**

(机 械 类)

赵 仲 选 注

---

商 务 印 书 馆 出 版

(北京王府井大街 36 号)

新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行

北 京 第 二 新 华 印 刷 厂 印 刷

---

787×1092 毫米 1/32 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>。印张 75 千字

1980 年 12 月第 1 版 1980 年 12 月北京第 1 次印刷

印数 1—5,650 册

统一书号：9017·993 定价：0.36 元

## 前 言

本书是供理工科学生及科技工作者阅读的德语科技注释读物，具有初步德语基础的读者可以通过这本读物巩固和加深语法知识，扩充科技常用词汇，提高德语阅读水平。

书中的文章，是从国外各类德语科技书刊中节选汇集而成，内容通俗，文字简易。书中内容侧重介绍机械方面的基础知识，包括原理、零件、结构、通用机械和材料等。对于书中一些较难的语法问题和词组用法等均作了注释，书末附有德汉对照词汇表。

本书编注工作是在北京航空学院外语教研室领导支持下进行的。

由于编者水平有限，注释中难免有不少缺点和错误，希望读者批评指正。

赵 仲

一九七九年五月

## Inhaltsevrzeichnis

|   |    |
|---|----|
| 1. Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad .....            | 2  |
| 2. Hebel .....  | 4  |
| 3. Trägheit .....                                     | 7  |
| 4. Räder und Drehbewegungen .....                     | 12 |
| 5. Fliehkraft .....                                   | 14 |
| 6. Reibung .....                                      | 17 |
| 7. Hydraulische Kraftübertragungen .....              | 20 |
| 8. Einfache Maschinen .....                           | 24 |
| 9. Wellen .....                                       | 28 |
| 10. Zahnräder und Verzahnung .....                    | 29 |
| 11. Lager .....                                       | 31 |
| 12. Abdichten .....                                   | 33 |
| 13. Kupplungen .....                                  | 34 |
| 14. Schmieren .....                                   | 36 |
| 15. Metalle und Legierungen .....                     | 38 |
| 16. Festigkeit .....                                  | 40 |
| 17. Der Leichtbau .....                               | 42 |
| 18. Der Leichtbau (Fortsetzung) .....                 | 46 |
| 19. Presse .....                                      | 49 |
| 20. Die Gasturbinen und ihre Verwendung .....         | 51 |
| 21. Grundarbeitsverfahren von Werkzeugmaschinen ..... | 55 |
| 22. Drehmaschinen .....                               | 57 |
| 23. Fräsmaschinen .....                               | 60 |
| 24. Schleifmaschinen .....                            | 63 |
| 25. Der Wankel-Motor .....                            | 66 |
| 26. Der Wankel-Motor (Fortsetzung) .....              | 69 |
| 27. Numerische Steuerungen .....                      | 72 |

## 1. ARBEIT, LEISTUNG UND WIRKUNGSGRAD

Als Energie bezeichnen wir die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten.<sup>①</sup> Der Begriff „Arbeit“ ist uns bekannt. Mit Hilfe unserer Kraft oder der Kraft von Maschinen läßt sich eine bestimmte Arbeit verrichten.<sup>②</sup> Wir können Lasten heben, Werkstoffe verformen usw. Überlegen wir nun, wie die Arbeit zustande kommt.<sup>③</sup> Unter Aufwand von Kraft wird ein bestimmter Weg zurückgelegt. Deshalb definiert man die Arbeit als Kraft mal Weg.

Wenn man die Kraft in Kilopond (kp) und den Weg in Metern (m) mißt, erhält man als Einheit für die Arbeit das Kilopondmeter (kpm). Eine ruhende Kraft kann also keine Arbeit verrichten; denn der Weg ist gleich Null.

Es genügt aber nicht, daß die Kräfte des Menschen durch Maschinen geschont werden.<sup>④</sup> Zur Erhöhung der Produktion gehört ein weiteres Problem: die Steigerung der Leistung.<sup>⑤</sup> Unter Leistung versteht<sup>⑥</sup> man die in der Zeiteinheit verrichtete

---

① die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten: 做功的能力。不定式句 Arbeit zu verrichten 作定语, 修饰 Fähigkeit. ② läßt sich eine bestimmte Arbeit verrichten: 可以做一定的功。lassen + sich + 不定式有被动的意思, 并表示一种可能性。③ zustande kommen: 完成, 实现。④ Es genügt aber nicht, daß ... geschont werden: 但并不是用机器节省人力就够了。es 是语法主语, 连接词 daß 引起的从句是主语从句。⑤ die Steigerung der Leistung: 提高生产效率。这是 Problem 的同位语。⑥ unter Leistung (Dat.) versteht man die ... 所谓功率指的是…。

Arbeit. Arbeit und Leistung dürfen niemals verwechselt werden. Für die Arbeit ist die Zeit völlig ohne Bedeutung, für die Leistung muß aber die Zeit berücksichtigt werden. Je kürzer die für eine Arbeit benötigte Zeit ist, desto<sup>①</sup> größer ist die Leistung.

Die technische Maßeinheit der Leistung ist kpm/s.<sup>②</sup> Diese Einheit ist sehr klein. Ursprünglich verwendet man oft eine 75mal so große Einheit,<sup>③</sup> die Pferdestärke (PS). Diese Einheit ist aber schon historisch, und man nimmt heute außer bei Verbrennungsmotoren das Kilowatt als Leistungsmaß. Genau wie ein Gramm den 1000sten Teil eines Kilogramms darstellt,<sup>④</sup> so ist ein Watt der 1000ste Teil eines Kilowatts. Die Pferdestärke und das Kilowatt stehen in folgender Beziehung zueinander:

$$1 \text{ PS} = 0,736 \text{ kW} \quad \text{oder auch} \quad 1 \text{ kW} = 1,36 \text{ PS}.$$

Auch in der Elektrotechnik benutzt man als Leistungseinheit das Watt oder das Kilowatt. Mißt man die Stromstärke in Ampere und die Spannung in Volt,<sup>⑤</sup> so ist die Leistung in Watt angegeben. Von großem Interesse ist außerdem, welcher Anteil der zugeführten Energie von einer Maschine genutzt werden kann.<sup>⑥</sup> Energieverluste sind bei allen Maschinen unvermeidbar. Schon bei einer einfachen Maschine, wie es ein über

---

① je + 形容词比较级..., desto + 形容词比较级...: 越..., 越...。je 引起情况状语从句。 ② kpm/s: 读成 Kilopondmeter je Sekunde, 公斤米/秒。 ③ eine 75mal so große Einheit: 75倍大的单位。 ④ Genau wie ... darstellt: 正如一克是一公斤的千分之一那样。连接词 wie 引起情况状语从句。 ⑤ Mißt man ... in Volt: 它是一个省掉连接词 wenn 的条件从句, 动词 mißt 居于句首, 主语 man 位于动词之后。 ⑥ Von großem Interesse ist außerdem, welcher Anteil ... genutzt werden kann: 此外重要的是, 输入的能量有多少能被机器所利用。主句中省去语法主语 es, welcher ... kann 是主语从句。

eine Rolle geführtes Seil darstellt,<sup>①</sup> entstehen Reibungsverluste in der Lagerung der Rolle. Sie sind von der Qualität des Lagers abhängig. Die Wärmekraftmaschinen haben bekanntlich die Aufgabe, eine bestimmte Wärmemenge möglichst vollständig in die Arbeit umzuwandeln.<sup>②</sup> Hierbei tritt ein Wärmeverlust auf. Ihr Wirkungsgrad ergibt sich aus dem Verhältnis der Nutzleistung zur aufgewendeten Leistung.<sup>③</sup> Damit das Ergebnis möglichst groß wird, müssen die Wärmeverluste klein sein.

## 2. HEBEL

Kaum ein physikalisches Gerät wird in der Technik und im täglichen Leben so oft angewandt wie der Hebel;<sup>④</sup> keine physikalische Beziehung ist so populär wie das Hebelgesetz.

Was der Physiker Hebel nennt, begegnet uns bereits an jeder alten Waage.<sup>⑤</sup> Ihr wichtigster Teil ist der Waagebalken. Er ist in der Mitte drehbar gelagert,<sup>⑥</sup> und der Drehpunkt teilt den Waagebalken in zwei Hälften, die Arme der Waage. Am Ende

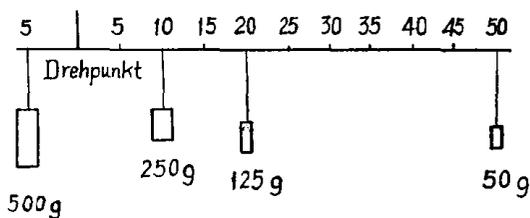
---

① wie es ... darstellt: 如穿过滑轮的绳索。连接词 wie 引起定语从句, 修饰 Maschine; über eine Rolle geführtes 是分词扩展定语, 修饰 Seil。  
② eine bestimmte Wärmemenge ... umzuwandeln: 把一定的热量尽可能完全转变为功。这是一个不定式句, 作定语, 修饰 Aufgabe。 ③ ergibt sich aus dem Verhältnis der Nutzleistung zur aufgewendeten Leistung: 从有效功率与消耗功率之比得出。 ④ wird ... so oft angewandt wie der Hebel: 象杠杆那样经常被使用。 ⑤ Was der Physiker Hebel nennt, begegnet uns bereits an jeder alten Waage. 我们从每台古老的天平上就已看到物理学家所说的杠杆。关系代词 was 引起的是主语从句。 ⑥ Er ist in der Mitte drehbar gelagert: 它位于当中, 可以转动。

jedes Armes hängt eine Waagschale. Gleichgewicht herrscht,<sup>①</sup> wenn in beiden Waagschalen Körper gleichen Gewichts (beziehungsweise gleicher Masse) liegen und wenn beide Schalen gleich weit vom Drehpunkt entfernt<sup>②</sup> hängen. Schieben wir eine Waagschale nach innen, zum Drehpunkt, so geht der zugehörige Arm in die Höhe.<sup>③</sup> Rücken wir hingegen die Waagschale nach außen, vom Drehpunkt weg, so senkt sich der Waagebalken nach dieser Seite. Es kommt also nicht nur auf die Last, sondern auch auf ihren Abstand vom Drehpunkt an.<sup>④</sup>

Betrachten wir die unten skizzierte Waage! Ihre Arme sind so gewählt, daß der rechte zehnmal so lang ist wie der linke.<sup>⑤</sup> Wir wollen außerdem annehmen, daß der Waagebalken selbst kein Gewicht besitzt oder, was hier auf dasselbe herauskommt, so konstruiert ist, daß er für sich allein im Gleichgewicht wäre.<sup>⑥</sup>

Hängen wir an die linke Seite — 5 cm vom Drehpunkt entfernt — ein Gewicht von 500 p. Wir können ihm Gleich-



gewicht halten,<sup>⑦</sup> indem wir an den rechten Arm ein 500-

① Gleichgewicht herrscht: 处于平衡。 ② gleich weit vom Drehpunkt entfernt: 离支点一样远。 ③ so geht der zugehörige Arm in die Höhe: 那么这边的秤杆就抬起来。 ④ auf ... (Akk.) ankommen: 取决于...。 ⑤ Ihre Arme sind so gewählt, daß der rechte ... wie der linke. 它的两个臂是这样选定的, 使右臂长为左臂的十倍。连接词 daß 引起结果从句, 主句中的 so 为相关词。 ⑥ oder, was hier auf dasselbe herauskommt, so konstruiert ist, daß ... wäre: 或者设计得使天平梁本身处于平衡, 结果也一样。 auf dasselbe herauskommen, 结果相同; was 引起的是同位语句, 它修饰 oder (der Waagebalken) so konstruiert ist, daß ... wäre; wäre 是 sein 的虚拟式过去时, 表示假设。 ⑦ Gleichgewicht halten: 保持平衡。

p-Gewicht hängen, das ebenfalls 5 cm vom Drehpunkt entfernt sein müßte.<sup>①</sup>

Wir können jedoch auf der rechten Seite mit einem viel geringeren Gewicht auskommen. Hängen wir an den rechten Waagearm ein 250-p-Gewicht in 10 cm Entfernung vom Drehpunkt, so herrscht wieder Gleichgewicht. Ebenso ist es, wenn<sup>②</sup> wir 20 cm vom Drehpunkt entfernt ein Gewicht von 125 p anhängen. Am Ende des Armes brauchen wir sogar nur noch 50 p, um den 500 p auf der anderen Seite die Waage zu halten.<sup>③</sup> Wir erkennen, daß kleine Gewichte vielfach größere<sup>④</sup> ausbalancieren können.

Würden wir den Versuch mit beliebigen Gewichten und Entfernungen wiederholen, so könnten wir leicht feststellen,<sup>⑤</sup> daß an der Waage stets dann Gleichgewicht besteht, wenn die Produkte aus Entfernung und Gewicht sich für die rechte und die linke Seite gleichen. Nennen wir den Abstand des auszubalancierenden Gewichtes vom Drehpunkt<sup>⑥</sup> „Lastarm“, den Abstand des Gegengewichtes vom Drehpunkt „Kraftarm“, bezeichnen wir ferner die zugehörigen Gewichte als „Last“ und „Kraft“, so können wir das Hebelgesetz sofort niederschreiben:

---

① müßte: 它是 müssen 的虚拟式过去时。 ② Ebenso ist es, wenn ...: 如果...的话, 同样如此。 ③ um den 500 p ... die Waage zu halten: 为了与另一边的 500 克重量保持平衡。um ... zu halten 是目的状语句; die Waage halten, 保持平衡。 ④ vielfach größere: 指的是 vielfach größere Gewichte。 ⑤ Würden wir den Versuch ... wiederholen, so könnten wir leicht feststellen: 假如我们以任何重量和距离反复试验的话, 那么我们就很容易确定。Würden ... wiederholen 是省掉连词 wenn 的非真实条件从句, 从句中的谓语是第一条件式, 主句中 könnten 是虚拟式过去时。 ⑥ den Abstand des auszubalancierenden Gewichtes vom Drehpunkt: 使保持平衡的重量与支点的距离。zu + 第一分词作定语有被动的意义, 并表示有待完成的必要性。

Am Hebel herrscht Gleichgewicht, wenn die Bedingung erfüllt ist:

Kraft mal Kraftarm gleich Last mal Lastarm.

Hierbei müssen selbstverständlich die Kräfte in gleichen und die Entfernungen ebenfalls in gleichen Einheiten gemessen werden. Der Ausdruck „Gewicht“ kommt in unserer Formulierung nicht mehr vor; denn das Gesetz gilt nicht nur für die Kraft „Gewicht“, sondern für jede Kraft.

Durch entsprechende Bemessung der Hebelarme kann man mit sehr kleinen Kräften große und größte Kräfte<sup>①</sup> ausüben; die Möglichkeit, sie zu berechnen, verdanken wir dem Hebelgesetz.<sup>②</sup>

### 3. TRÄGHEIT

In der anfahrenden Straßenbahn (Beschleunigung!) laufen wir Gefahr, nach hinten zu fallen;<sup>③</sup> bremst die Bahn (Verzögerung!),<sup>④</sup> so können wir gegen unseren Vordermann prallen.

Leblose Gegenstände reagieren ebenfalls auf Beschleunigungen und Verzögerungen. Bremst ein Zug zu rasch, so fallen Koffer in Fahrtrichtung aus dem Gepäcknetz. Fährt ein mit Kisten hoch beladener Lastkraftwagen<sup>⑤</sup> zu heftig an, so kann

---

① größte Kräfte: 极大的力。形容词最高级作定语而不加定冠词时,表示一种极高(或极低)的程度。 ② die Möglichkeit, sie zu berechnen, verdanken wir dem Hebelgesetz: 有可能计算它,我们要归功于杠杆定理。

③ laufen wir Gefahr, nach hinten zu fallen: 我们有向后跌倒的危险。

④ bremst die Bahn (Verzögerung!): 如果电车刹住的话(减速!)。这是一个省掉连接词的条件从句。

⑤ ein mit Kisten hoch beladener Lastkraftwagen: 一辆高高地载满箱子的卡车。

man das gleiche beobachten: Einige Kisten stürzen nach hinten auf die Straße oder die Ladung verrutscht.

Fassen wir diese Beobachtungen, die sich beliebig ergänzen ließen, zusammen, so können wir sagen: Jeder Körper setzt einer Beschleunigung, einer Verzögerung und auch jeder Richtungsänderung einen Widerstand entgegen.<sup>①</sup> Alle Körper sind „träge“; sie zeigen ein „Beharrungsvermögen“, sie besitzen eine gewisse „Trägheit“ und suchen ihren jeweiligen Bewegungszustand beizubehalten.<sup>②</sup> Diese Zusammenhänge wurden bereits von Galilei erkannt und später als „Trägheitsgesetz“ von Newton ausgesprochen:

Ein Körper bleibt im Zustand der Ruhe oder der geradlinig gleichförmigen Bewegung, solange keine Kraft auf ihn einwirkt.<sup>③</sup>

Wenden wir das Trägheitsgesetz auf die genannten Beispiele an: Beim Anfahren ändern die Straßenbahn und wir den Bewegungszustand; wir werden schneller. Das Beharrungsvermögen aber sucht unseren Körper im „alten“ Bewegungszustand, in der Ruhstellung zu halten. Infolgedessen drohen wir nach hinten umzufallen.<sup>④</sup> Bremsst die Bahn aus voller Fahrt,<sup>⑤</sup> so ändert sich der Bewegungszustand erneut. Diesmal „möchte“<sup>⑥</sup> sich unser Körper auf Grund<sup>⑦</sup> seines Beharrungsvermögens weiterbewegen; wenn wir uns nicht festhalten, kippen wir nach

---

① etw. (Dat.) einen Widerstand entgegensetzen: 对某事进行抗拒。

② suchen ihren jeweiligen Bewegungszustand beizubehalten: 企图保持它们当时的运动状态。

③ solange keine Kraft auf ihn einwirkt: 只要没有力作用于它时。连接词 solange 引起时间从句。

④ drohen + 带 zu 的不定式: 有…的危险。

⑤ bremsst die Bahn aus voller Fahrt: 如果高速行驶的电车刹车的话。

⑥ möchte: 是动词 mögen 的虚拟式过去时, 表示愿意、乐意。

⑦ auf Grund + Gen.: 基于…, 由于…。

vorn. Ebenso ergeht es den aus dem Gepäcknetz stürzenden Koffern.<sup>①</sup>

Das Trägheitsgesetz geht allerdings noch über unsere Beispiele hinaus; denn es behauptet, daß ein Körper, der in geradlinige, mit unveränderter Geschwindigkeit ablaufende Bewegung versetzt wurde,<sup>②</sup> sich immerfort weiterbewegt, solange keine Kraft auf ihn einwirkt. Eine Kugel, einmal angestoßen, müßte mit gleichbleibender Geschwindigkeit weiter und immer weiter rollen.<sup>③</sup> Ein Fahrzeug brauchte, einmal auf seine Reisegeschwindigkeit gebracht, keinen weiteren Antrieb.

Wir wissen, daß diese Behauptung des Trägheitsgesetzes sich nicht unmittelbar experimentell nachweisen läßt; denn es ist nicht möglich, einen Körper „kräftefrei“ zu machen<sup>④</sup> und alle Widerstände zu beseitigen, die seine Bewegung allmählich aufzehren. Wir brauchen nur an den Luftwiderstand oder an die bei jeder Bewegung auftretende Reibung zu denken. Immerhin ist es gelungen, möglichst reibungsarm gelagerte Räder in einem luftleer gepumpten Gehäuse nach einmaligem Anstoß tagelang weiterlaufen zu lassen.<sup>⑤</sup>

Nun, derartige Versuche haben vorerst hauptsächlich wissenschaftliche Bedeutung. Trotzdem ist das Trägheitsgesetz für die technische Praxis sehr wichtig: Um einen Körper in

---

① Ebenso ergeht es den ... Koffern. 从行李架上掉下来的箱子情况也是这样。 ② ein Körper, der in ... Bewegung versetzt wurde: 一个开始直线匀速运动的物体。 der 引起关系从句, 修饰 Körper; etw. in Bewegung versetzen 使 ... 运动。 ③ Eine Kugel, einmal angestoßen, müßte ... rollen. 一个球一旦被推动, 必然匀速地不断滚动下去。 einmal angestoßen 是分词句, 作定语修饰 Kugel; müßte 是 müssen 的虚拟式过去时。 ④ einen Körper „kräftefrei“ zu machen: 使一个物体不受任何力的作用。 ⑤ Immerhin ist es gelungen, ... weiterlaufen zu lassen. 但仍然能使尽可能低摩擦支承的轮子在空气抽空的真空壳体内经一次推动后连续运行几天。

gleichförmiger Bewegung zu halten,<sup>①</sup> ist keine „zusätzliche“ Kraft notwendig; die Antriebskraft braucht nur so groß zu sein, daß alle auftretenden Widerstände überwunden werden.<sup>②</sup>

An Maschinen sorgt die Trägheit massiver Schwungräder auch dann für gleichmäßigen Lauf, wenn Antriebskraft oder -geschwindigkeit geringfügig schwanken. Die „toten Punkte“ von Kolbenmotoren oder Dampfmaschinen werden ebenfalls durch die Trägheit von Schwungrädern überwunden.

Besonders deutlich ist das Beharrungsvermögen eines Körpers spürbar, wenn es gilt, ihn in Bewegung zu setzen oder abzubremesen.<sup>③</sup> Der Motor eines anfahrenden Kraftwagens muß nicht nur die Reibung und den Luftwiderstand überwinden, sondern er hat auch zusätzliche Kraft zu liefern,<sup>④</sup> um mit dem Beharrungsvermögen des Wagens fertigzuwerden.<sup>⑤</sup>

Ohne Kraftaufwand keine Änderung des Bewegungszustandes!<sup>⑥</sup> Ohne Kraftaufwand keine Beschleunigung oder Verzögerung! Diese aus dem täglichen Leben bekannte Tatsache hat ihre Ursache in der Trägheit der Körper. Die tägliche Erfahrung beantwortet auch die Frage danach, wie groß die Kraft sein muß, die die Trägheit eines bestimmten Körpers überwindet:<sup>⑦</sup> Es ist leichter, einen unbeladenen als einen beladenen Wagen

---

① um ... zu + 不定式: 为了..., 是目的状语句。 ② daß ... überwunden werden: 这是个结果从句, 主句中的 so 是相关词。 ③ wenn es gilt, ihn in Bewegung zu setzen oder abzubremesen: 在要使它开始运动或停止运动时。 es gilt 与不定式短语连用时意为必须..., 应该...。 ④ sondern er hat ... zu liefern: 而且它还必须提供附加的力。 haben + 带 zu 的不定式表示必要性, 意为必须。 ⑤ mit etw. fertigwerden: 消除, 解除。 ⑥ Ohne Kraftaufwand keine Änderung des Bewegungszustandes! 没有力的消耗就不会有运动状态的变化! 这是一个省略句。 ⑦ die Frage danach, wie groß die Kraft sein muß, die ... überwindet: 克服...的力应该多大的问题, 连接词 wie 引起定语从句, 修饰 Frage, danach 是相关词。

in Fahrt zu bringen.<sup>①</sup> Der unbeladene Wagen läßt sich auch mit geringerem Kraftaufwand bremsen als der beladene.

Die Größe der zum Beschleunigen oder Abbremsen eines Körpers notwendigen Kraft<sup>②</sup> hängt also von der Stoffmenge des Körpers, von der Masse ab. Doppelte Masse erfordert bei gleicher Beschleunigung doppelte Kraft, dreifache Masse dreifache Kraft.

Auch die Größe der Beschleunigung wirkt sich auf die Kraft aus: Der Motor eines Rennwagens, der schnell auf hohe Geschwindigkeit kommen soll, heult auf; ein sicheres Zeichen dafür, daß<sup>③</sup> er stark beansprucht wird. Eine Lokomotive muß um so kräftiger anziehen, je rascher sie einen Zug auf Reisegeschwindigkeit beschleunigt.<sup>④</sup> Die zum Beschleunigen notwendige Kraft wächst also mit der Größe der Beschleunigung. Es gilt: Doppelte Beschleunigung — doppelte Kraft;<sup>⑤</sup> dreifache Beschleunigung — dreifache Kraft.

Was wir in den letzten drei Abschnitten erfahren haben, läßt sich auch in der kurzen Sprache einer Formel ausdrücken:

$$\text{Kraft} = \text{Masse} \cdot \text{Beschleunigung}$$

Man nennt diese ebenfalls von Newton formulierte Beziehung „dynamisches Grundgesetz“. Sie verknüpft das Wirken einer Kraft und Bewegungsvorgänge zahlenmäßig miteinander und ermöglicht es, Kräfte, Massen oder Beschleunigungen zu

---

① Es ist leichter, einen ... Wagen in Fahrt zu bringen. 开动一辆空车要比开动一辆重载的车容易些。es 是句中的语法主语，不定式句是实际主语。  
② Die Größe der zum Beschleunigen ... notwendigen Kraft: 为加速或制动一个物体所需要的力的大小。 ③ ein sicheres Zeichen dafür, daß ...: (这是)一个肯定的信号,表明…。连接词 daß 引起定语从句,修饰 Zeichen。  
④ je + 形容词比较级..., um so + 形容词比较级...: 越...,越..., je 引起情况状语从句。 ⑤ Es gilt: Doppelte Beschleunigung—doppelte Kraft: 规律是: 双倍的加速度——双倍的力。

berechnen, wenn jeweils die beiden anderen Größen des Grundgesetzes bekannt sind.

#### 4. RÄDER UND DREHBEWEGUNGEN

Wir wissen nicht, seit wann sich auf der Welt Räder drehen. Fest steht jedoch, daß das Rad eine der größten Entdeckungen des Menschen war.<sup>①</sup> Es ermöglichte erstmals, große Lasten mühelos fortzubewegen,<sup>②</sup> und es steigerte die Geschwindigkeit der menschlichen Fortbewegung gewaltig. Es gibt kaum eine Maschine, in der nicht Räder und Drehbewegungen eine Rolle spielen.<sup>③</sup>

Als wir die fortschreitende Bewegung<sup>④</sup> kennenlernten, begegneten wir dem äußerst wichtigen Begriff der Geschwindigkeit. Er ist auch bei der Drehbewegung entscheidend. Allerdings läßt sich die Geschwindigkeit einer Drehbewegung nicht ganz so einfach erfassen wie die Geschwindigkeit bei einer Bewegung auf gerader Strecke.

Überlegen wir, was beim umlaufenden Rad vor sich geht!<sup>⑤</sup> Ein Punkt am Umfang des Rades legt bei einer Umdrehung einen Weg zurück, der dem Radumfang entspricht. Ein weiter „innen“, etwa auf einer Speiche, gelegener Punkt bringt in der

---

① Fest steht jedoch, daß das Rad ... war. 但肯定轮子是人类的最重大发明之一。连接词 daß 引起主从句; eine 是阴性不定代词, 阳性为 einer, 中性为 ein(e)s, 只独立使用, 它后而常跟复数第二格名词或介词短语, 意为... 中的一个。

② Es ermöglichte erstmals, große Lasten mühelos fortzubewegen: 它首次有可能不费劲地移动很重的货物。es 指的是 das Rad; 不定式句作 ermöglichte 的宾语。

③ eine Rolle spielen: 起作用。

④ die fortschreitende Bewegung: 前进运动, 平移运动。

⑤ vor sich gehen: 进行。

gleichen Zeitspanne einen viel kürzeren Weg hinter sich.<sup>①</sup> Das bedeutet: Er hat eine geringere Geschwindigkeit. Andererseits aber haben beide Punkte — der auf dem Umfang und der im Inneren<sup>②</sup> — in der gleichen Zeit eine Umdrehung vollendet.

Um Verwechslungen und Irrtümer zu vermeiden, hat man zwei Begriffe zur Charakterisierung der Drehbewegung eingeführt: Die Drehzahl gibt an, wieviele Umdrehungen ein Rad in der Sekunde oder in der Minute vollführt. Sie ist unabhängig vom Durchmesser des Rades und interessiert vor allem bei Motoren und Antriebsmaschinen aller Art.

Der zweite Begriff ist der der „Umfangsgeschwindigkeit“;<sup>③</sup> es ist die Geschwindigkeit, die ein Punkt am Radumfang besitzt. Die Umfangsgeschwindigkeit eines Wagenrades ist gleichzeitig die Fahrtgeschwindigkeit des Wagens (sofern er nicht „rutscht“). Bei Werkzeugmaschinen trägt die Umfangsgeschwindigkeit einen anderen Namen: Es ist die „Schnittgeschwindigkeit“, die Geschwindigkeit,<sup>④</sup> mit der das Werkstück am Werkzeug oder umgekehrt das Werkzeug am Werkstück entlanggeführt wird. Die Umfangsgeschwindigkeit messen wir in m/s, Schnittgeschwindigkeiten meistens in m/min.

Die Umfangsgeschwindigkeit eines Rades wird von zwei Größen bestimmt: von seinem Durchmesser und von seiner Drehzahl. Je größer bei gegebener Drehzahl ein Rad,<sup>⑤</sup> desto

---

① einen viel kürzeren Weg hinter sich bringen: 走过一段短得多的路程。 ② der auf dem Umfang und der im Inneren: 轮周上的点和轮内的点。der 是指示代词, 指的是 Punkt; 放在破折号内的这个句分是解释性的插入语, 进一步说明 beide Punkte。 ③ der der „Umfangsgeschwindigkeit“: 第一个 der 是指示代词, 指的是 der Begriff。 ④ die Geschwindigkeit: 这是 die „Schnittgeschwindigkeit“ 的同位语。 ⑤ Je größer bei gegebener Drehzahl ein Rad: 在一定的转速时轮子越大的话。句中省略动词 ist。

schneller ist ein Punkt an seinem Umfang; je höher die Drehzahl, desto rascher bewegen sich sämtliche Teile eines Rades, also auch Punkte am Radumfang.

Zwischen der Drehzahl und der Umfangsgeschwindigkeit besteht eine wichtige Zahlenbeziehung: Wählen wir als Zeitspanne eine Sekunde, und beträgt die Drehzahl 1 Umdrehung je Sekunde,<sup>①</sup> so legt ein Punkt am Kreisumfang in der Sekunde eine Strecke zurück, die dem Kreisumfang gleich ist. Beträgt die Drehzahl 2 Umdrehungen je Sekunde, so wird in einer Sekunde der Kreisumfang zweimal zurückgelegt usf.<sup>②</sup> Doppelter Weg in der gleichen Zeit — das heißt aber: doppelte Geschwindigkeit. Daraus folgt:<sup>③</sup>

$$\text{Umfangsgeschwindigkeit} = \text{Kreisumfang} \cdot \text{Drehzahl.}$$

## 5. FLIEHKRAFT

Im Trägheitsgesetz wird festgestellt, daß ein Körper auch jeder Richtungsänderung einen Widerstand entgegensetzt.<sup>④</sup> Wir haben das schon oft genug gespürt: Sitzen wir in einem Fahrzeug, das einen Bogen beschreibt,<sup>⑤</sup> so scheint uns jemand nach außen, „aus der Kurve“ zu ziehen.<sup>⑥</sup> Diesen Jemand nennen wir Fliehkraft oder auch Zentrifugalkraft. Sie kommt nicht etwa „von außen“, sondern ist der Trägheitswiderstand,

---

① 1 Umdrehung je Sekunde: 每秒钟一转。 ② usf. = und so fort  
等等。 ③ Daraus folgt: 由此得出。 ④ daß ein Körper ... einen  
Widerstand entgegensetzt: 惯性定律确定, 一个物体对任何方向的改变都会进行抗拒。 ⑤ einen Bogen beschreiben: 拐弯。 ⑥ so scheint uns ...  
„aus der Kurve“ zu ziehen: 就好像有人把我们“从转弯中”往外拉。 scheinen  
(看来, 似乎)与带 zu 的不定式连用, 构成复合谓语。