



THE AUTOMAT

© Registered Trade Mark

GRUPPE 2

Radtriebe

- Der Begriff des Moduls
- Die Berechnung des Aussendurchmessers
- Die Räderwerke
- Die Drehzahlen
- Das Übersetzungsverhältnis
- Die Achsdistancen
- Das Modell der Lehdrehbank
- Das Drehen
- Die Schnittgeschwindigkeit

Anhand einfacher Getriebemodelle von Räderwerken werden die Grundlagen der Stirnradgetriebe erklärt. Mit dem Modell einer Lehdrehbank können die hier vermittelten Kenntnisse beim meistgebrauchten Typ von Werkzeugmaschinen praktisch erprobt werden.

AUTOMAT PRECISION ENGINEERING LTD
LIMMATQUAI 120 ZÜRICH 1 SWITZERLAND

Printed in Switzerland

Zahnräder dienen zur Übertragung einer Drehbewegung von einer Welle auf eine andere Welle, und bilden somit eines der wichtigsten Elemente im Maschinenbau. Wir behandeln deshalb die Zahnradgetriebe gleich am Anfang. Maschinen aller Art, automatische und nicht automatische, enthalten im allgemeinen eine Reihe von Zahnrädern und Transmissionen, und es ist wichtig, sich damit vertraut zu machen, bevor man die automatischen Maschinen als solche behandelt.

Zum Anfang behandeln wir Stirnräder mit gerader Verzahnung, zur Übertragung einer Drehbewegung zwischen zwei parallelen Wellen.

Kegelräder zur Verbindung von sich kreuzenden Wellen, Schnecken und Schneckenräder zur Verbindung von Wellen, die sich weder kreuzen noch parallel sind, werden zu gegebener Zeit behandelt werden.

Um den elementaren Begriff der Zahnräder richtig zu verstehen, ist es am besten, wenn man zuerst die Reibräder behandelt. Um dies am einfachsten zu erklären, nehme man zwei runde Geldstücke, lege sie flach auf den Tisch, Seite an Seite. Werden die beiden Münzen leicht aneinandergestoßen und wird einer eine Drehbewegung erteilt, so folgt das andere Stück dieser Drehbewegung, aber in entgegengesetzter Richtung.

Ein Reibradgetriebe ist in Fig. 2.1 dargestellt. Es besteht aus zwei Walzen mit parallelen Wellen. Diese beiden Walzen werden durch eine nicht sichtbare Vorrichtung dauernd miteinander in Berührung gehalten, so daß sie sich bei Punkt P konstant berühren. Wird eine der beiden Walzen gedreht, so wird sich die andere Walze ebenfalls bewegen, aber in entgegengesetzter Richtung. Die beiden Kreise, die Wälzkreise, rollen aufeinander ab.

Wenn man nun den Umfang dieser Walzen mit gleichmäßig verteilten Zapfen, die die Funktion von Zähnen zu erfüllen haben, versehen würde, so wird eine absolut zwangsläufige Drehbewegung der beiden Räder erreicht. Reibräder sind nicht zwangsläufig, indem ein Rad einfach auf der Oberfläche des anderen Rades gleiten kann. Die Zähne des einen Rades zwingen jedoch das andere Rad, der Drehbewegung zu folgen. Fig. 2.2 zeigt, wie Zähne ineinandergreifen.

Beim elementaren Studium der Zahnradgetriebe ist es nützlich, die folgenden Begriffe zu verstehen.

Teilkreis: Der Teilkreis eines Zahnrades entspricht dem Kreis der Walze oder dem Wälzkreis eines Reibradgetriebes. Die Teilkreise von zwei Zahnrädern treffen sich in genau gleicher Weise wie die beiden Walzen des vorerwähnten Reibradgetriebes sich beim Punkt P berühren, laut Fig. 2.1. Aus diesem Grunde werden Zahnradgetriebe meistens nur durch zwei unterbrochene Kreislinien dargestellt. Diese stellen die Teilkreise der Zahnräder oder die zwei Wälzkreise eines Reibradgetriebes dar. In Fig. 2.2 ist der Teilkreis mit A bezeichnet.

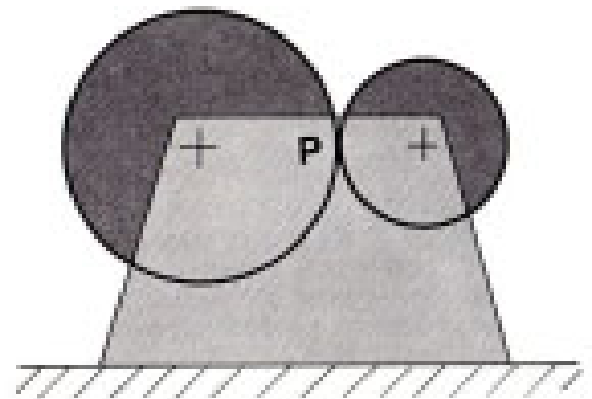


Fig. 2.1

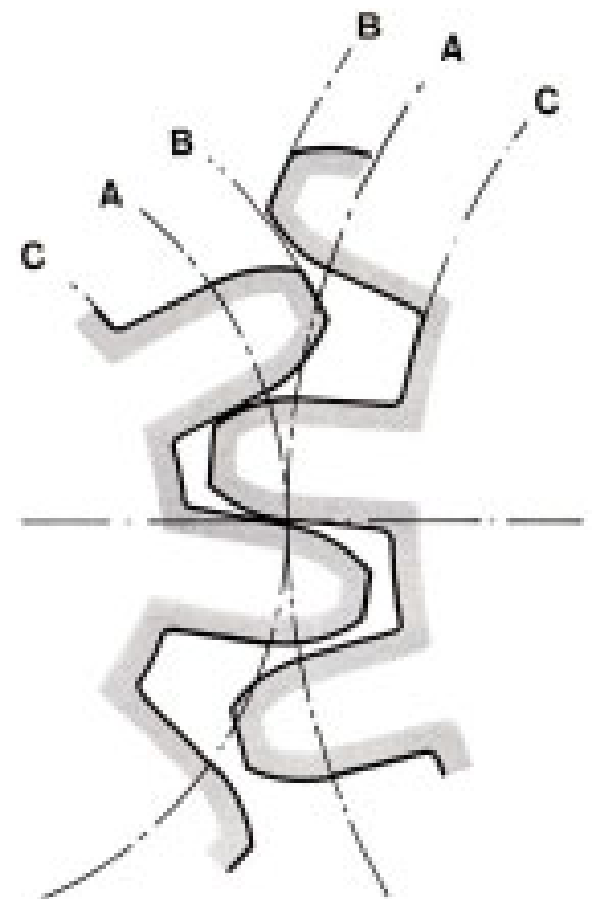


Fig. 2.2

Der Außendurchmesser: Das ist der Gesamtdurchmesser des Zahnrades mit den Zähnen. In Fig. 2.2 ist der Außendurchmesser mit B bezeichnet. Er wird auch als Kupfereisdurchmesser bezeichnet.

Der Fußkreisdurchmesser: Dieser Kreis entspricht der ganzen Tiefe der Zähne und spielt bei unseren einfachen Berechnungen vorläufig keine Rolle. In Fig. 2.2 ist er mit C bezeichnet. Er ist jedoch von Bedeutung bei der Herstellung der Zahnäder.

Die Form der Zähne: Es gibt verschiedene Zahnformen, die wir in späteren Hefen noch behandeln werden. Der AUTOMAT benutzt eine Zahnform, wie sie in sämtlichen Maschinenfabriken auf dem europäischen Kontinent und in anderen Ländern mit metrischen Maßen laufend angewendet wird.

Der Modul: Neben dem Teilkreis spielt der Modul bei Zahnädrädn eine wichtige Rolle. Während der Teilkreisdurchmesser die Größe des Zahnades bestimmt, bestimmt der Modul die Größe der Zähne. Was bedeutet der Ausdruck Modul? Der Begriff Modul ist das Verhältnis zwischen Teilkreisdurchmesser in Millimeter und der Zahnzahl. Er wird wie folgt berechnet:

$$\text{Modul} = \frac{\text{Teilkreisdurchmesser in Millimeter}}{\text{Anzahl der Zähne}}$$

$$Z \text{ B. } \frac{120}{40} = \text{Modul } 3$$

Nehmen wir nun einmal an, wir hätten ein Rad gleichen Teilkreisdurchmessers, aber mit 80 Zähnen, so erhalten wir

$$\frac{120}{80} = \text{Modul } 1,5$$

Wir sehen also hier: Je kleiner der Modul, um so mehr Zähne lassen sich auf einem gegebenen Teilkreisdurchmesser unterbringen.

Die Formel für den Modul lautet also:

$$M = \frac{D}{Z}$$

M ist die Abkürzung für Modul, D für Teilkreisdurchmesser, Z für die Zahnzahl. Wenn zwei Räder nebeneinander liegen, ein großes und ein kleines, so schreibt man:

$$\frac{D_1}{Z_1} \text{ für das große Rad, } \frac{D_2}{Z_2} \text{ für das kleine Rad.}$$

Sind mehrere Räder vorhanden, so wird man sie mit Zahlen bezeichnen, $1, 2, 3$:

$$D_1, D_2, D_3 \text{ usw.}$$

Der AUTOMAT-Baukasten, der sich sehr gut eignet, ist ein Vorbild der Praxis, indem er vorgefertigt für die Zahnäder des Modul-Systems, d. h. den metrischen Modul, auf diese Weise kann das mit dem AUTOMAT-

Baukasten gebaute Wissen sofort in der Praxis — oder in der nächst höheren Schule — verwendet werden. Der AUTOMAT Baukasten verwendet Stimmräder mit Modul 0,75, d. h. eine in der Praxis merkmals-Schrittgröße.

Wir wollen nun versuchen, einige einfache Berechnungen durchzuführen:

Ein Rad hat einen Teilkreisdurchmesser von 45 mm und 60 Zähne. Finden Sie den Modul.

$$\text{Formel: } M = \frac{D}{Z} = \frac{45}{60} = \text{Modul } 0,75$$

Welche ist der Teilkreisdurchmesser eines Rades mit 72 Zähnen, Modul 0,75?

Formel: $Z \cdot M = \text{Zahnzahl multipliziert mit Modul}$

$$72 \cdot 0,75 = 54, \text{ oder genau: } \frac{72}{4} = 18$$

Diese Berechnungen stützen sich immer auf die in sämtlichen Maschinenfabriken angewandte Praxis.

Um den Außendurchmesser von Stimmrädern zu ermitteln, verwendet man folgende Formel:

$(Z + 2) \cdot M = \text{Zahnzahl plus 2, multipliziert mit Modul}$

Beispiele: Ermitteln Sie den Außendurchmesser eines Rades mit 60 Zähnen, Modul 0,75:

$$(60 + 2) \cdot \text{Modul} = 62 \cdot 0,75 = 46,5 \text{ mm}$$

Diese Dimension ist wichtig für die Herstellung der Rohlinge der Zahnäder oder für die Berechnung der Hohlmodelle für gußformene Räder geößeren Durchmessers.

Räderwerke

Der Begriff eines Räderwerkes lautet wie folgt: Zwei oder mehr Zahnäder, die dazu dienen, eine Drehbewegung von einer Welle auf eine andere Welle zu übertragen, stellen ein Räderwerk dar. Wir unterscheiden zwei Serien von Räderwerken:

a) Einfache Räderwerke, in welchen sämtliche Räder um ihre eigenen teilliegenden Achsen drehen. Das ist der Fall bei den meisten Transmissionen der meisten Maschinen. Diese erste Gruppe setzt sich wiederum aus zwei Gruppen zusammen:

Einfache Räderwerke

Zusammengesetzte Räderwerke

Im einfachen Räderwerk, laut Fig. 2.3, treibt ein Rad das andere. In Fig. 2.4 sehen wir drei Räder. Das mittlere ist ein Zwischenrad, es hat keinen Einfluß auf die Übersetzungsverhältnisse oder Drehzahl des Getriebes. Zwischenräder werden aus zwei wichtigen Gründen verwendet:

Der Abstand zwischen zwei Wellen ist zu groß, als daß zwei Räder direkt miteinander in Eingriff gebracht werden können. Andererseits resultiert direkter Eingriff zwischen zwei Zahnradern in der falschen Bewegungsrichtung des angetriebenen Rades.

In zusammengesetzten Räderwerken, von welchen Fig. 2.5 nur ein Beispiel zeigt, erfolgt der Antrieb auf der oberen Welle. Auf der mittleren Welle sind zwei Räder befestigt. Während das eine vom ersten Rad angetrieben wird, treibt das andere Rad auf der Zwischenwelle das untere Rad.

b) Planetengetriebe, in welchen einzelne Räder nicht nur um ihre eigene Achse drehen, sondern auch eine räumliche Bewegung um eine andere Achse ausführen. Diese Art von Getrieben soll später anhand von Modellen erläutert werden.

Treibende und angetriebene Räder

Beim Studium von Getrieben und Maschinen aller Art wird man immer wieder auf zwei Bezeichnungen stoßen: auf die Ausdrücke »treibende« und »angetriebene«, oder Antrieb und Abtrieb. Diese Begriffe sollten eigentlich selbstverständlich sein, aber eine kurze Erklärung mag trotzdem dienen.

Jede Maschine erhält ihren Antrieb durch einen eigenen Motor oder über eine Kriemen- oder Stufenscheibe. Ein Zahnrad ist gewöhnlich mit der Antriebswelle verkeilt. Das erste Rad überträgt die Drehbewegung auf ein anderes Rad. Die erste Welle, die Antriebswelle, trägt das treibende Rad. Die zweite Welle, mit dem zweiten Rad, ist die angetriebene Welle mit dem angetriebenen Rad. Im Falle der zusammengesetzten Räderwerke, wie z. B. Fig. 2.5 zeigt, ist das zweite Rad auf der mittleren Welle wiederum ein treibendes Rad.

Das Übersetzungsverhältnis

Wenn wir bei Räderwerken von einer Übersetzung sprechen, so verstehen wir damit das Verhältnis der Umdrehungen der Räder. Wir sprechen von einem Übersetzungsverhältnis von 2 : 1 (sprich zwei zu eins) und darunter verstehen wir, daß das kleinere Rad zwei Umdrehungen macht bei einer Umdrehung des großen Rades. Das will auch sagen, daß das größere Rad die doppelte Zahnanzahl des kleinen Rades aufweist. Es bestehen genaue Regeln zur Berechnung des Übersetzungsverhältnisses.

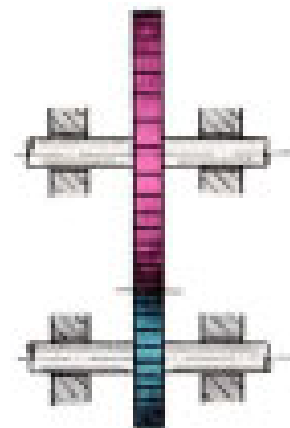


Fig. 2.3

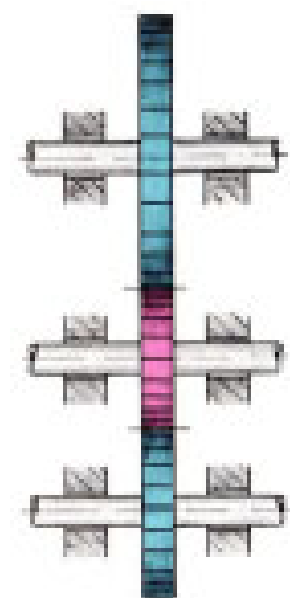


Fig. 2.4

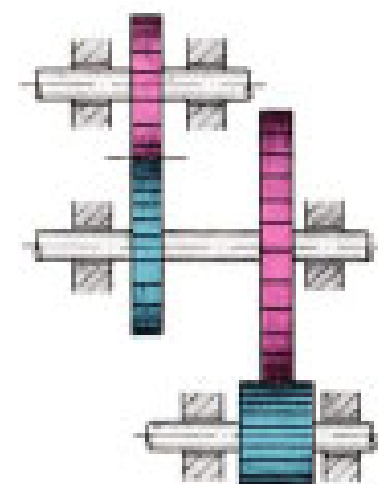


Fig. 2.5

Die Übersetzung bei einfachen Räderwerken

Regel Nr. 1: Um das Übersetzungsverhältnis zu finden, teilt man die Zahnzahl des großen Rades durch die Zahnzahl des kleinen Rades. Kleine Zahnräder werden auch Ketten genannt.

$$\text{Übersetzung} = \frac{Z \text{ (Treibendes Rad)}}{z \text{ (Angetriebenes Rad)}}$$

Man erhält genau das gleiche Resultat, wenn man den Teilkreisdurchmesser des großen Rades durch denjenigen des kleinen Rades teilt:

$$\text{Übersetzung} = \frac{D \text{ (Treibendes Rad)}}{d \text{ (Angetriebenes Rad)}}$$

Beispiele: Ein Rad hat 72 Zähne und das andere 24 Zähne, Fig. 26. Finden Sie das Übersetzungsverhältnis.

$$\text{Übersetzung} = \frac{72}{24} = 3 \quad \text{1 (dreif) zu eins}$$

Das große treibende Rad macht eine Umdrehung gegen drei Umdrehungen des angetriebenen kleinen Rades. In diesem Falle ist der Antrieb beim großen Rad, das kleine Rad ist angetrieben.

Wenn wir das Verhältnis umkehren, d. h. wenn wir annehmen, daß das kleine Rad das größere antreibt, und das größere Rad hier also das angetriebene Rad ist, so erhalten wir:

$$\frac{24}{72} = 1/3 \quad \text{ein- zu dreif}$$

Das große Rad macht eine Drittel-Umdrehung für jede ganze Umdrehung des kleinen Rades.

Die Übersetzungen bei zusammengesetzten Räderwerken

Es ist vielleicht nicht immer möglich das geometrische Übersetzungsverhältnis mit nur zwei Rädern zu erreichen, und in diesem Falle werden mehr als zwei Räder benötigt. Aus diesem Grund werden die meisten Maschinen mit einem ganzen Satz von Zahnrädern mit verschiedenen Zahnzahlen ausgerüstet. Diese Räder nennt man Wechselräder.

Regel Nr. 2: Um das Übersetzungsverhältnis von zusammengesetzten Räderwerken zu finden, teilt man das Produkt der Zahnzahlen der treibenden Räder durch das Produkt der Zahnzahlen der angetriebenen Räder.

$$\text{Übersetzung} = \frac{\text{Produkt der Zahnzahlen der treibenden Räder}}{\text{Produkt der Zahnzahlen der angetriebenen Räder}}$$

Beispiel: Man finde das Übersetzungsverhältnis des vierteiligen Räderwerkes bei Fig. 27.

$$\text{Übersetzung} = \frac{24 \cdot 36}{12 \cdot 48} = 1/4$$

Das erste, treibende Rad macht vier Umdrehungen gegenüber einer Umdrehung des letzten, angetriebenen Rades.

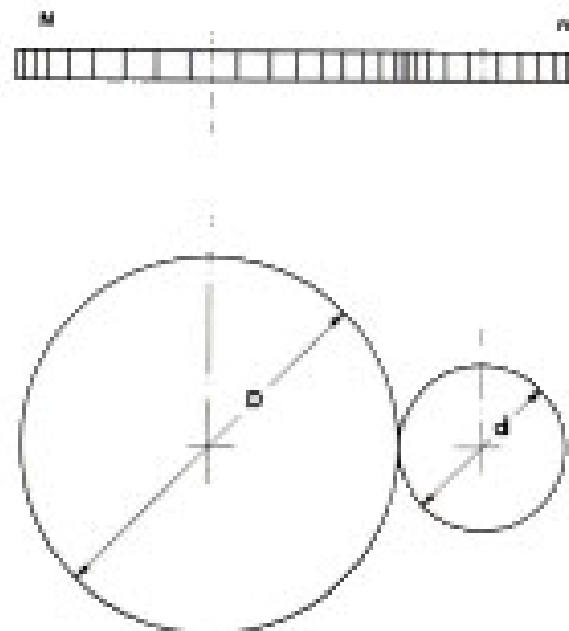


Fig. 26

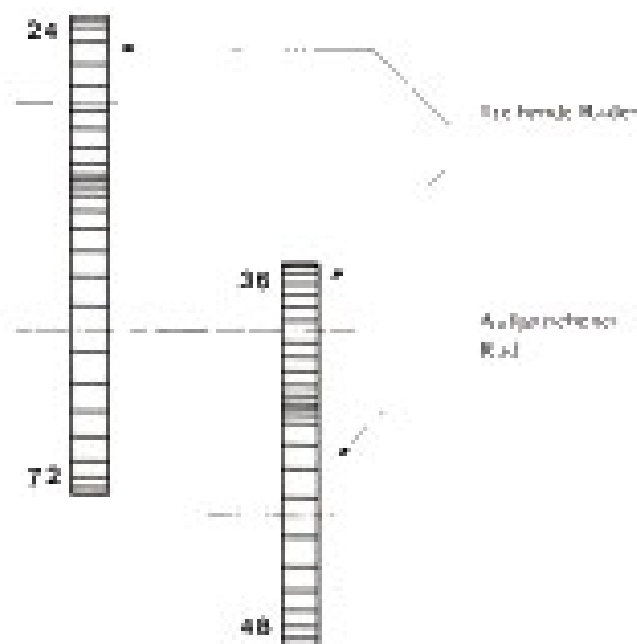


Fig. 27

Die Drehzahl der angetriebenen Räder

(OH wird statt «Drehzahl» der Ausdruck «Geschwindigkeit» verwendet, was jedoch prinzipiell falsch ist.)

Zweiräder Räderwerk. Bei der Konstruktion von Maschinen haben die Techniker und Ingenieure stets auch die Drehzahlen der Räder zu berechnen. Mit dem AUTOMAT-Bestandteilen ist es leicht möglich, sich mit einigen Problemen vertraut zu machen, mit welchen Ingenieure sich täglich zu befassen haben.

Nehmen wir deshalb an, ein kleines Zahnrad mit 18 Zähnen mache 300 Umdrehungen pro Minute. Das große Rad hat 60 Zähne. Was ist die Drehzahl des Rades mit 60 Zähnen, laut Fig. 2.7?

Regel Nr. 3: Multipliziere die Zahnzahl des treibenden Rades mit seiner Drehzahl und teile das Produkt durch die Zahnzahl des angetriebenen Rades.

Beispiel: $18 \times 300 = 5400$
 $60 = 90$ Umdrehungen pro Minute.

Wir erhalten: Das kleine Rad mit 18 Zähnen macht 300 Umdrehungen, das große Rad mit 60 Zähnen macht 90 Umdrehungen.

Beispiel: Angenommen, das große Rad treibe das kleine Rad, so finden wir die Drehzahl des angetriebenen Rades mit der folgenden Formel:

Drehzahl des angetriebenen Rades

$$\frac{60}{18} \times 90 = 300 \text{ Umdrehungen pro Minute.}$$

Regel Nr. 4: Dividiere die Drehzahl des antreibenden Rades durch das Übersetzungsverhältnis (oder multipliziere mit dem umgekehrten Übersetzungsverhältnis).

Das Übersetzungsverhältnis der beiden Räder ist

$$\frac{60}{18} = 3,333$$

$$\text{Daher } \frac{300}{3,333} = 90$$

Wenn wir die Drehzahl mittels dem umgekehrten Übersetzungsverhältnis ausrechnen, so erhalten wir:

$$\frac{18}{60} = 0,3$$

Drehzahl des angetriebenen Rades: $300 \times 0,3 = 90$.

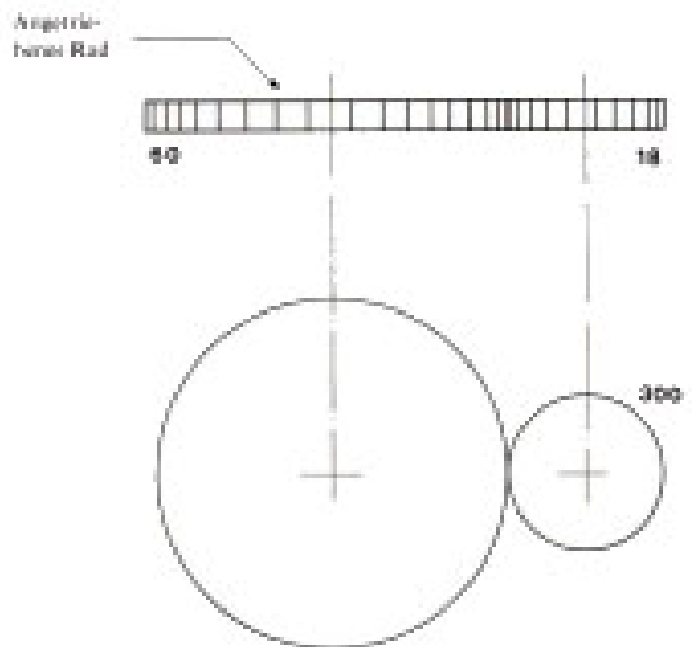


Fig. 2.8

Die Drehzahlen von zusammengesetzten Räderwerken

Regel Nr. 5: Multipliziere die Anzahl der Umdrehungen des treibenden Rades mit einer Bruchzahl, deren Zähler das Produkt der Zähnezahlen der beiden antreibenden Räder ist, und deren Nenner das Produkt ist der Zähnezahlen der angetriebenen Räder.

Beispiel: Fig. 2.9 zeigt an, daß das erste treibende Rad 500 Umdrehungen pro Minute macht und 18 Zähne aufweist. Das zweite treibende Rad hat 24 Zähne.

Das erste angetriebene Rad hat 36 Zähne und das zweite oder letztangetriebene Rad hat 72 Zähne. Daher:

Drehzahl des zuletzt angetriebenen Rades =

$$500 \times \frac{18 \times 24}{36 \times 72} = 83,33 \text{ U. p. M.}$$

Mit diesen elementaren Grundregeln und dem ersten Sortiment von Stienrädern sind Sie nun in der Lage, elementare Getriebekisten in irgendeiner Kombination zu berechnen.

Berechnung der Achsdistanzen

Zur Berechnung der Achsdistanzen von Räderwerken verfahren wir beim AUTOMAT-Baukasten genau gleich wie in der Praxis der Maschinenfabriken. Das mit dem AUTOMAT-Baukasten gebotene Wissen kann somit sofort praktisch bei den Berechnungen von Räderwerken verwendet werden. Das System der AUTOMAT-Baukasten ist absichtlich so konstruiert, daß jede Räderkombination zusammengestellt werden kann, ohne auf feste Löösdistanzen Rücksicht nehmen zu müssen. Die Wellen der AUTOMAT-Getriebe können dort gelagert werden, wo sie laut Berechnung sein müssen.

Zur Berechnung der Achsdistanzen verfähre man wie folgt:

Addiere die Zähnezahlen des ersten und zweiten Rades:
 $Z_1 + Z_2$

Z bedeutet die Zähnezahl, die Zahlen bedeuten Rad Nr. 1, Rad Nr. 2.

Multipliziere die Summe von $(Z_1 + Z_2)$ mit dem Modul, und dividiere das Produkt durch 2. Die vollständige Formel heißt dann:

$$\frac{(Z_1 + Z_2) \times \text{Modul}}{2} = \text{Achsdistanz in mm.}$$

Beispiel: Finde den Achsabstand von zwei Rädern, das erste mit 36 Zähnen, das zweite mit 48 Zähnen, Modul 0,75.

Die Berechnung ist wie folgt:

$$\frac{(36 + 48) \times 0,75}{2} = 31,5 \text{ mm}$$

Der Beweis für diese Berechnung:

Teilkreis Rad 36 Z = $36 \times 0,75 = 27 \text{ mm.}$
 Radius = 13,5 mm
 Teilkreis Rad 48 Z = $48 \times 0,75 = 36 \text{ mm.}$
 Radius = 18,0 mm

Abstand wie oben = 31,5 mm

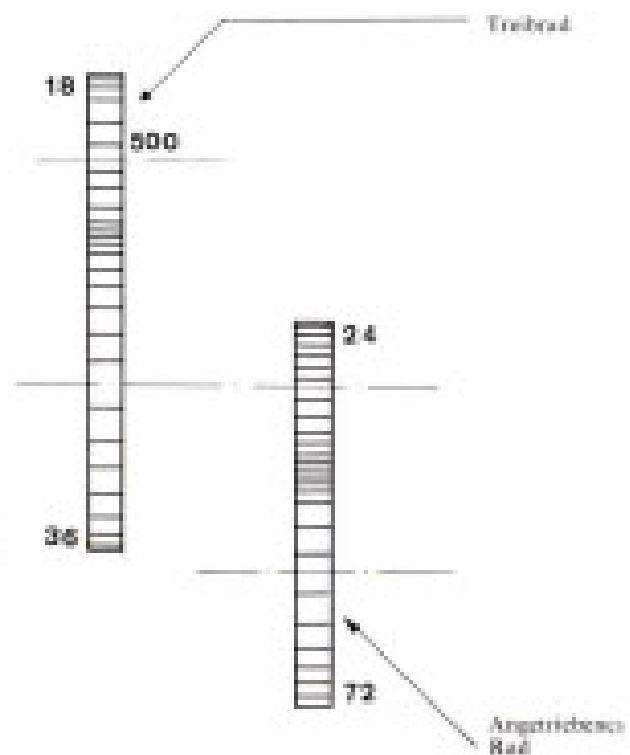


Fig. 2.9

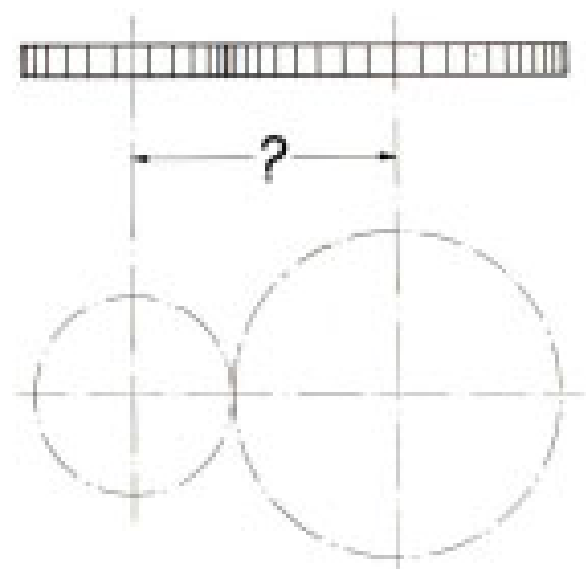


Fig. 2.10

Wie man einen Getriebekasten baut

Fig. 2.11. Die Abbildungen zeigen die Reihenfolge der Operationen bei der Montage der AUTOMAT-Räder auf den Wellen. Diese Methode gewährt eine absolut sichere, feste und konzentrische Befestigung der Räder. Stoßen Sie eine Spannzange (b) — die kürzeste im Sortiment 1 — auf die auf der Welle (a) gewünschte Stelle. Über die Spannzange wird die Büchse (c) mit der entsprechenden Bohrung gestülpt. Das Rad (d) wird auf der zylindrischen Schulter der Büchse (c) aufgesetzt. Die Unterlagscheibe wird auf das vorstehende Gewindeende der Spannzange geschoben (e) und das ganze Aggregat mit Mutter (f) fest angezogen.

Beginnen Sie damit, je ein Rad mit 36 und 48 Zähnen so zu montieren. (Das kleine Ritzel mit 18 Zähnen kann nicht auf die gleiche Weise befestigt werden. Dies wird anschließend noch erklärt.)

Bei kleinen Rädern verwendet man vorzugsweise Hülsen 11.802 mit 2 Flächen.

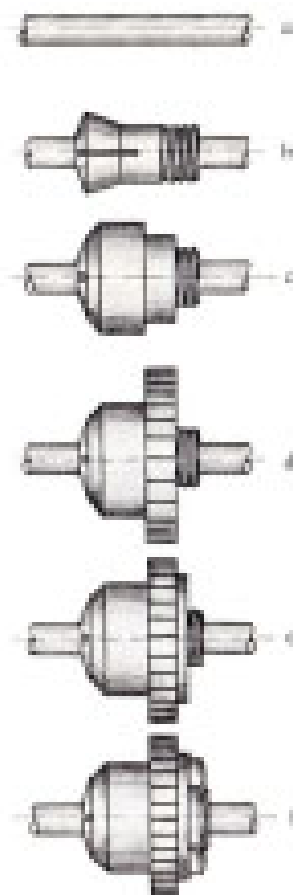


Fig. 2.11

Fig. 2.12. Nehmen Sie eine der beiden plastischen Grundplatten und befestigen Sie die Füße an den vier Ecken. Verwenden Sie Unterlagscheiben zwischen Platte und Schraubenkopf.

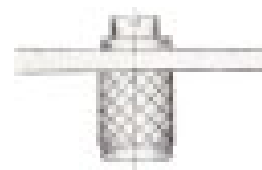


Fig. 2.12

Fig. 2.13. Diese Abbildung zeigt den Zusammenbau der Lagerbüchsen auf den plastischen Seitenplatten. Die Grund- (oder Seiten-)platte wird mit den Füßen auf den Tisch gestellt und zwei der bereits zusammenmontierten Lagerbüchsen auseinander genommen. Die Büchse mit dem Außengewinde wird in den Schlitz der Grundplatte eingepaßt und von der anderen Seite mit Unterlagscheibe und Mutter befestigt. Die Mutter der einen Lagerbüchse wird festgezogen, die andere bleibt vorläufig noch los. Unser Problem besteht nun darin, die richtige Stellung (den Achsabstand) für das zweite Lager zu finden. Wie wir bereits unter dem Abschnitt Achsabstände gesehen haben, ist dieselbe für das Räderpaar von 36 und 48 Zähnen 31,5 mm. In der Praxis wurden selbstverständlich die Achsbüchsen vorgegossen und mit Büchsen versehen. Beim AUTOMAT müssen wir die Möglichkeit haben, verschiedene Achsabstände einzustellen.

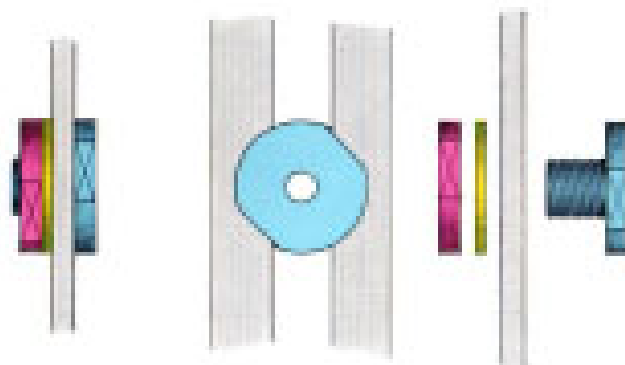


Fig. 2.13

Fig. 2.14. Die theoretisch genaue Achsabstand der beiden Räder mit 36 und 48 Zähnen ist 31,5 mm. Dies ist durch den Pfeil dargestellt. Um das zweite Lager in richtigen Abstand einzustellen und die Möglichkeit zu haben, diesen Abstand nachzuprüfen, müssen wir auch den Durchmesser der Wellen berücksichtigen. Die Wellen haben einen Durchmesser von 4 mm. Wir müssen also den theoretischen Achsabstand um 4 mm erhöhen, d. h. zweimal den halben Durchmesser. Wir erhalten $31,5 + 4 \text{ mm} = 35,5 \text{ mm}$.

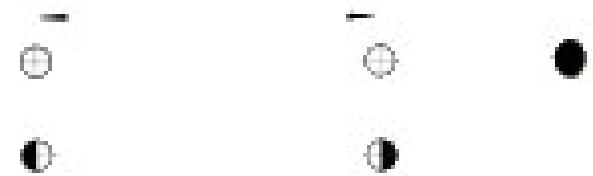


Fig. 2.14

Fig. 2.15. Wir bauen nun ein sehr einfaches Meßgerät oder eine Lehre. Am Ende einer langen Welle befestigen wir einen Stelling durch festes Anziehen der Mutterschraube. Am anderen Ende setzen wir einen Stelling mit einer kurzen Stellschraube auf.

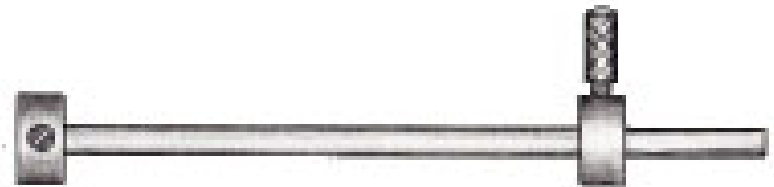


Fig. 2.15

Fig. 2.16. Diese Abbildung zeigt, wie die Lehre auf die richtige Länge eingestellt wird. Das richtige Nennmaß liegt zwischen den beiden inneren Seitenflächen der Stellringe. Der Stelling mit der Stellschraube wird bei 35,5 mm fest angezogen.

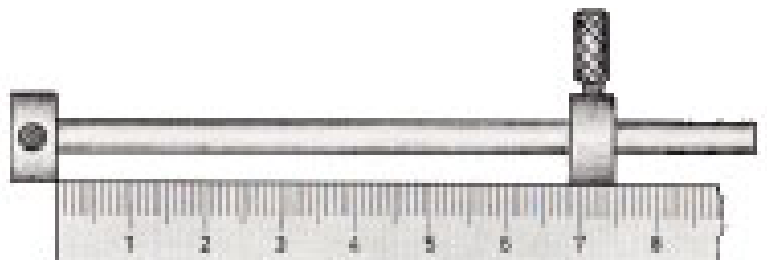


Fig. 2.16

Fig. 2.17. Die nächste Operation besteht darin, je eine Welle in die beiden Lager zu stecken. Die noch nicht fest angezogene Lagerbuchse wird längs des Schlitzes solange verschoben, bis die Welle an den Innenseiten der Stellringe anliegt. Die Lehre wird entfernt, die Mutter der zweiten Lagerbuchse fest angezogen. Der Abstand wird nach dem Anziehen der Mutter nochmals nachgeprüft. Gleich von Anfang an haben Sie Kenntnisse erworben, die in der Praxis anwendbar sind.

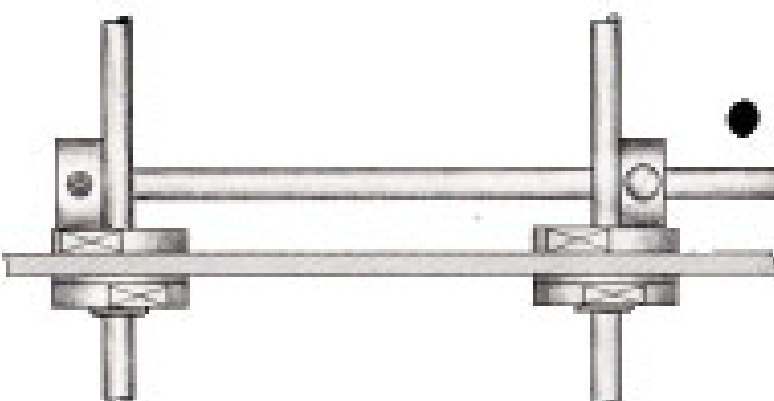


Fig. 2.17

Fig. 2.18 zeigt die Aufsicht zu Bild Fig. 2.17.



Fig. 2.18

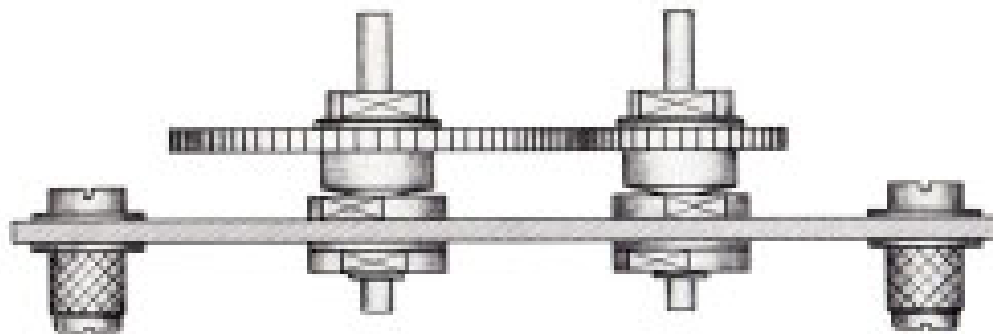


Fig. 2.19

Fig. 2.19 Man entfernt nun die beiden Wellen von den Lagerbüchsen und setzt zwei andere Wellen mit bereits montierten Rädern ein. Sofern Sie den Achsabstand der beiden Lagerbüchsen richtig eingestellt haben, wird das Räderpaar richtig funktionieren können. Bevor Sie nun

weitergehen, berechnen Sie den Achsabstand für verschiedene andere Räderpaare, stellen Sie die Lagerbüchsen entsprechend ein und prüfen Sie die Achsabstände mit der Lehre.

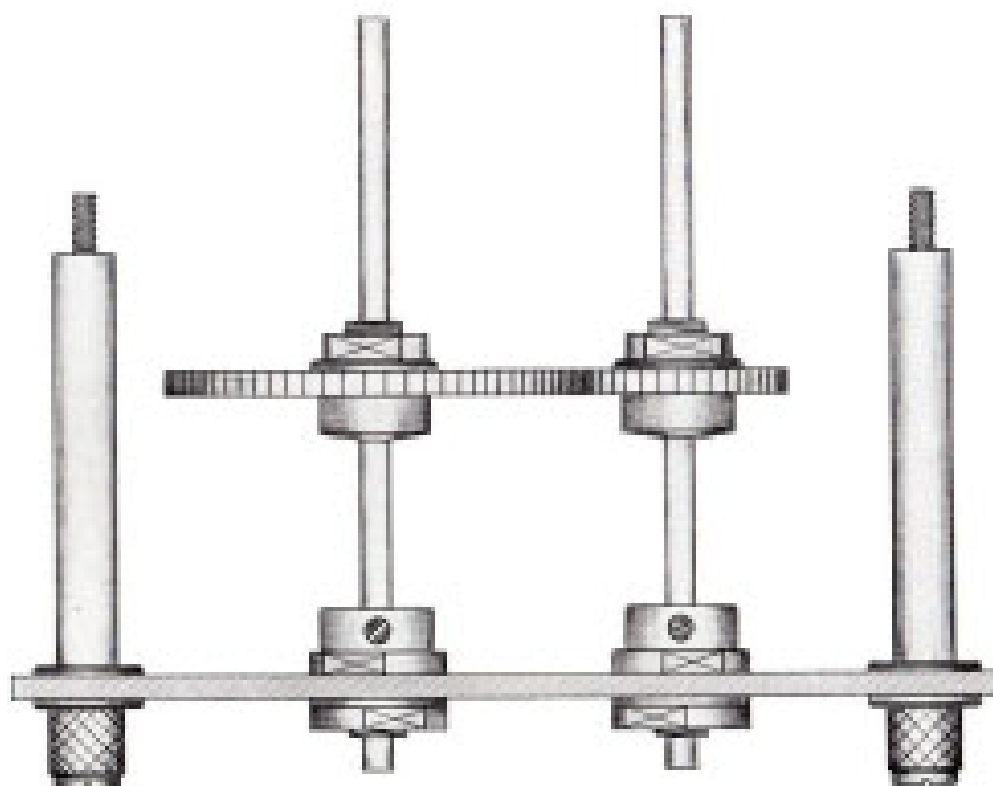


Fig. 2.20

Fig. 2.20 Beim Bau von Getriebekästen besteht die Aufgabe immer darin, die Lagerbüchsen einzustellen. Die beiden Seitenplatten werden aufeinandergelegt. Prüfen Sie mit einer Welle, ob die beiden gegenüberliegenden

Lager genau übereinstimmen. Erst nachdem dies geschehen ist, sollen die Wellen mit montierten Rädern eingesetzt werden.

Fig. 2.21

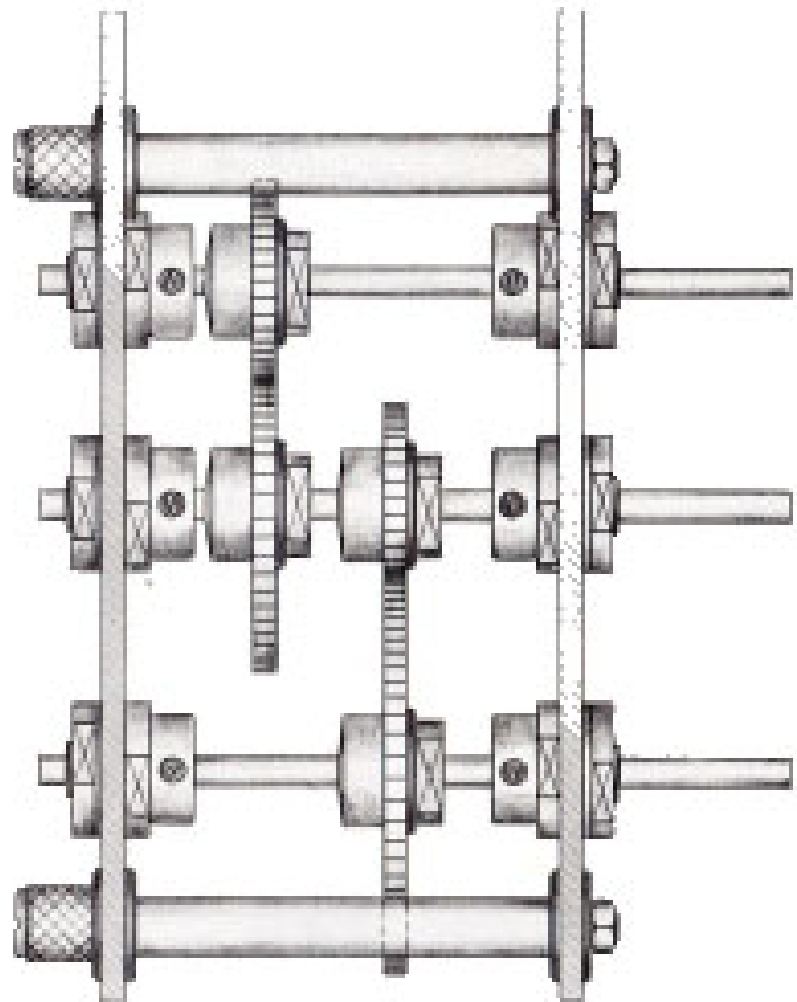


Fig. 2.21. Seitenansicht eines fertig montierten Getriebekastens. Die Montage wird erleichtert, wenn der Getriebekasten flach auf den Tisch gelegt wird und die Wellen senkrecht stehen. Vor dem Zusammenbau sollte man darauf, ob die Steifringe eingesetzt wurden.

Fig. 2.22. Aufsicht des Getriebekastens laut Fig. 2.21.

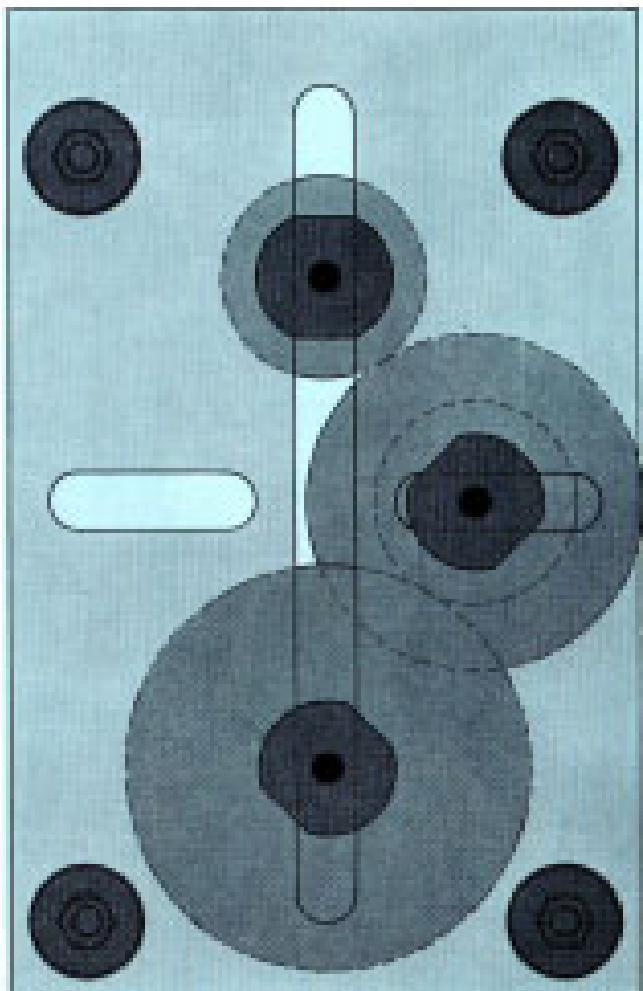


Fig. 2.22

Fig. 2.23. Die Handkurbel wird wie die Räder befestigt.

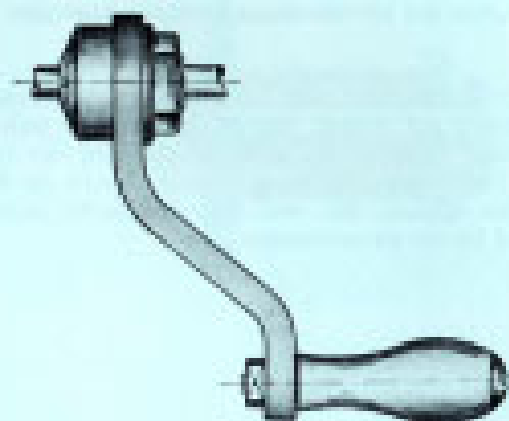


Fig. 2.23

Fig. 2.24. Riemenscheiben werden ebenfalls wie die Zahnräder befestigt. Sie können dafür verwendet werden, die Getriebekästen mit anderen Mechanismen zu verbinden. Bei Riemenscheiben verwendet man Hülse 11.802.

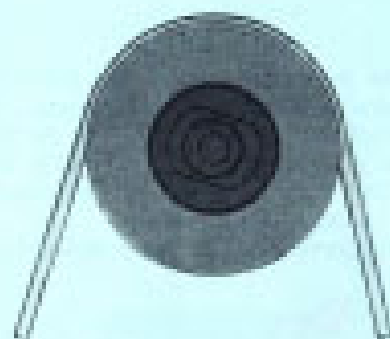


Fig. 2.24

Fig. 2.25 ist die Seitenansicht zu Fig. 2.24.

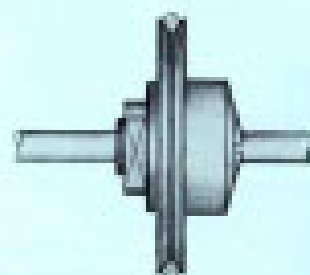


Fig. 2.25

Aufbau der verschiedenen Getriebe-Aggregate

Fig. 2.26. Querschnitt zeigt Einzelheiten der Befestigung von Rädern auf Wellen. Die Mutter (violett) zieht die Spannringe (gelb) in die konische Bohrung der Hülse (grün). Die Backen der Spannringe umfassen die Welle fest. Man verge- we nie, eine Unterscheibe zwischen Rad und Mutter zu verwenden.



Fig. 2.26

Fig. 2.27. Wenn eine Welle eine Drehbewegung auf zwei Räder übertragen soll, wird diese Anordnung verwendet. Eine Unterscheibe (rot) wird zwischen den beiden Rädern eingeschaltet, unter Verwendung eines längeren Hülse (grün).

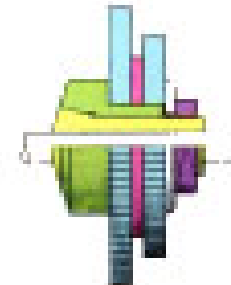


Fig. 2.27

Fig. 2.28. Die Befestigung des kleinen Ritzels (blau) auf der Welle erfordert eine andere Anordnung. Eine Spann- ringe entsprechender Länge (gelb) wird durch die kurze Hülse (grün) gesteckt, der Ritzel über die Spannringe geschoben. Das Aggregat wird mittels Unterscheibe und Mutter (violett) fest angezogen. Für die Befestigung des Ritzels verwendet man immer Hülse (1,60).



Fig. 2.28

Fig. 2.29. Ein Rad dreht sich lose um die Welle. Die Buchse (gelb) paßt auf die Welle und in die Bohrung der Räder mit mehr als 18 Zähnen. Die Stiftnagel (orange) halten das Rad an der vorgeschriebenen Stelle auf der Welle.

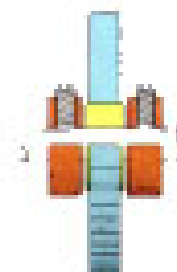


Fig. 2.29

Fig. 2.30. Ein Ritzel mit 18 Zähnen dreht sich lose auf der Welle. Im Prinzip ist es die gleiche Anordnung wie für Räder mit einer Breite von 4 mm. Man ver- wende die Buchse laut Abbildung (gelb) und Stiftnagel.



Fig. 2.30

Fig. 2.31. Diese beiden Räder (blau) sind starr miteinander und mit der Welle verbunden. Man verwendet die längste Spannzange (gelb) und entsprechende Hülse (grün) mit der längsten Schulter sowie den Distanzring (braun). Der Abstand zwischen beiden Rädern ist 25 mm.

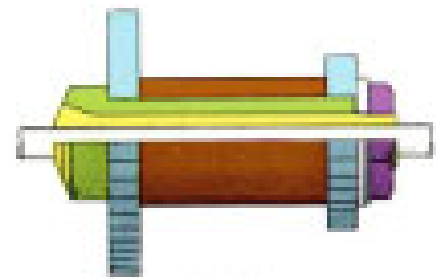


Fig. 2.31

Fig. 2.32. Die beiden Räder (blau) sind starr miteinander verbunden, aber drehen lose als eine Einheit auf der Welle. Die besondere Büchse (gelb) paßt in die Bohrungen der Räder, und der Distanzring (braun) ist der gleiche wie bei der obigen Abbildung. Das ganze Aggregat wird durch Stellringe auf der Welle festgehalten.

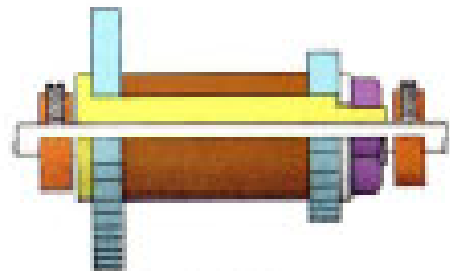


Fig. 2.32

Fig. 2.33. Diese Anordnung dient zur festen Verbindung von einem Rad, dem Ritzel und der Welle. Man verwendet die Spannzange (gelb), die kurze Hülse (grün), den Ritzel, das Distanzstück (rot), ein Rad der gewünschten Größe und befestigt das Ganze wiederum mittels Unterlagscheibe und Mutter (violett). Der Ritzel ist breit genug, um gleichzeitig drei Räder anzutreiben.

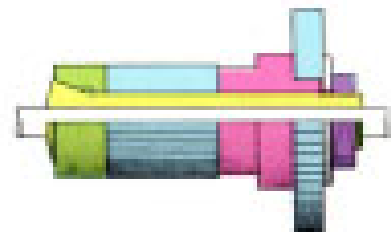


Fig. 2.33

Fig. 2.34. Rad und Ritzel (blau) drehen zusammen als eine Einheit lose auf der Welle. Die Büchse (gelb) trägt den Ritzel, das Distanzstück (rot) und ein Rad. Das ganze Aggregat ist mittels Unterlagscheibe und Mutter zusammengezogen und mittels Stellringen gegen seitliche Verschiebung festgehalten.

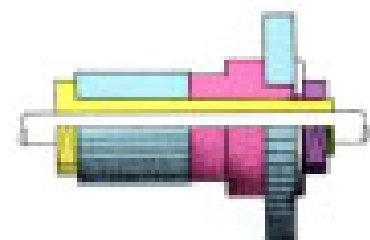


Fig. 2.34

Vereinfachte Darstellungen

Beim Entwurf von Getrieben, Mechanismen und Maschinen verwenden Techniker und Ingenieure abgekürzte Methoden und vereinfachte Darstellungen. Die folgenden Illustrationen zeigen, wie die Bilder 24—32 skizziert werden können.

Fig. 2.35. Rad oder Ritzel fest mit Welle verbunden.

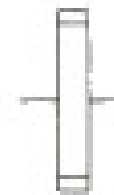


Fig. 2.35

Fig. 2.36. Zwei Räder fest mit Welle verbunden.

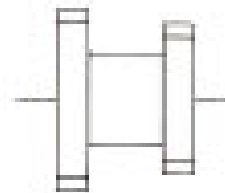


Fig. 2.36

Fig. 2.37. Rad drehe sich lose auf der Welle.

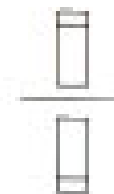


Fig. 2.37

Fig. 2.38. Zwei Räder, fest miteinander verbunden, drehen als eine Einheit lose auf der Welle.

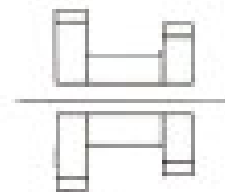


Fig. 2.38

Fig. 2.39. Ein Lager.

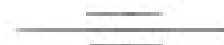


Fig. 2.39

Fig. 2.40. In den vorangehenden Beschreibungen erwähnten wir treibende und angetriebene Räder, treibende und angetriebene Wellen. Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Abbildungen werden wir die treibenden Wellen mit einem blanken (leeren) Dreieck, die angetriebenen Räder mit einem vollen Dreieck kennzeichnen.



Fig. 2.40

Fig. 2.41. Diese Darstellung zeigt den Bewegungsverlauf vom treibenden zum angetriebenen Glied.

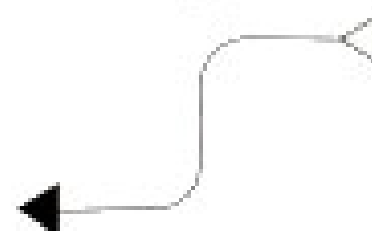


Fig. 2.41

Fig. 2.42. Das große Rad treibt das kleine (Übersetzung).

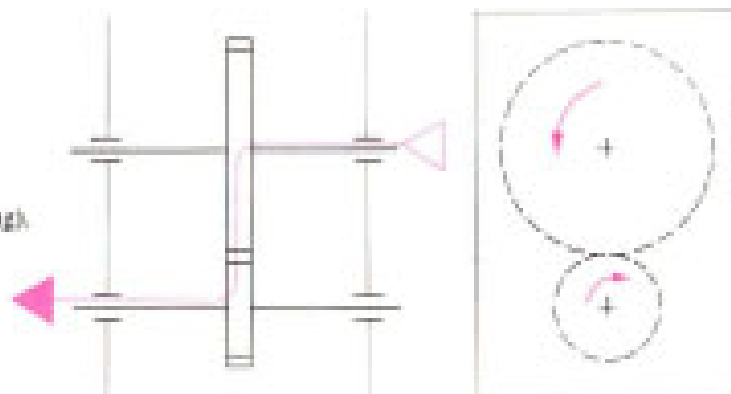


Fig. 2.42

Fig. 2.43. Das kleine Rad treibt das große (Untersetzung).

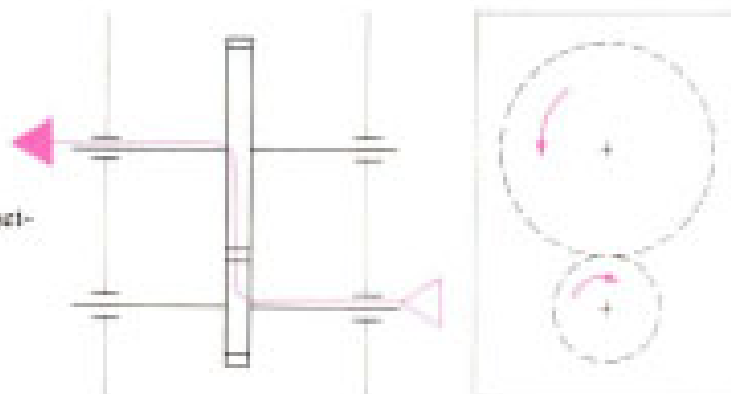


Fig. 2.43

Fig. 2.44. Die unterste Welle treibt das große Rad auf der obersten Welle.

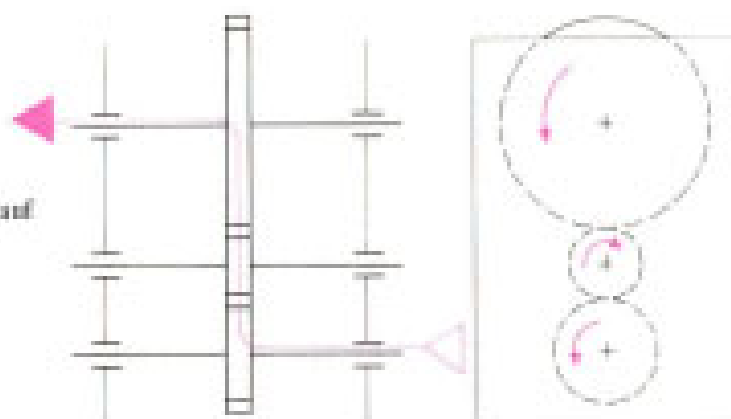


Fig. 2.44

Fig. 2.45. Die gleiche Anordnung wie in Fig. 2.44 kann auch dafür verwendet werden, durch Antrieb der Zwischenwelle zwei verschiedene Abtriebsdrehzahlen zu erhalten.

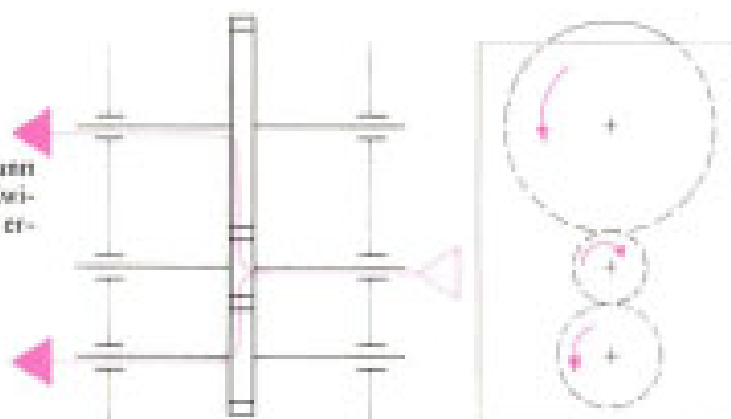


Fig. 2.45

Fig. 2.46. Der Abstand zwischen treibender und angetriebener Welle ist zu groß. Eine Zwischenwelle und ein loses Rad werden dazwischengeschaltet.

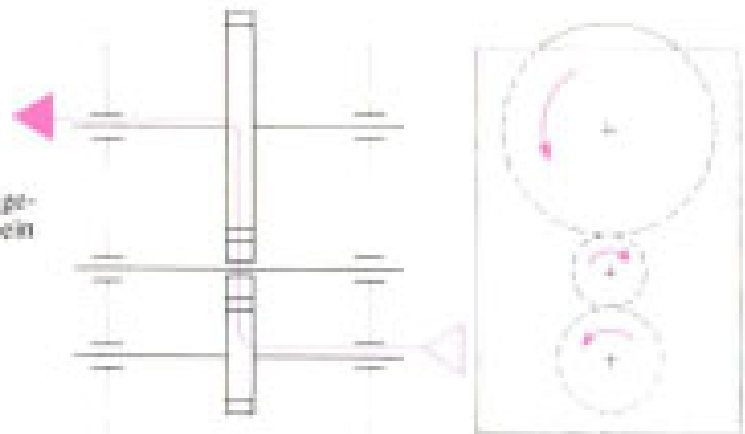


Fig. 2.46

Fig. 2.47. Zweistufiges Reduktionsgetriebe. Zwei verschiedene Abtriebsdrehzahlen. Die zwei angetriebenen Wellen ergeben zwei verschiedene Übersetzungen (Unter-setzungen). Die Zwischenwelle rotiert im entgegengesetzten Sinne zur oberen, treibenden Welle, während die untere Welle in der gleichen Richtung dreht wie die obere.

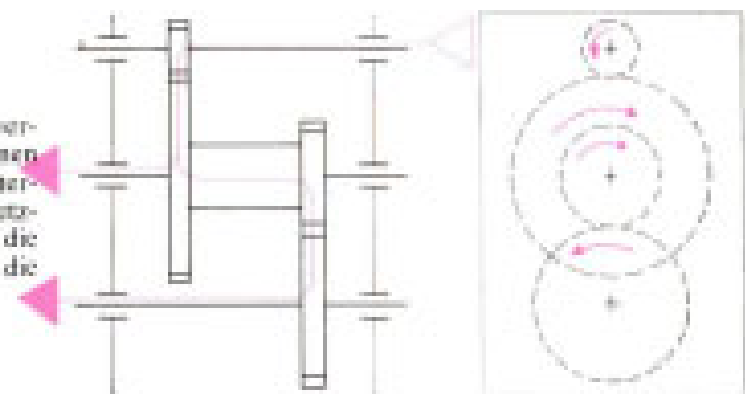


Fig. 2.47

Fig. 2.48. Zweistufiges Reduktionsgetriebe. Nur ein Abtrieb wird verwendet, der in gleicher Richtung wie der Antrieb dreht.

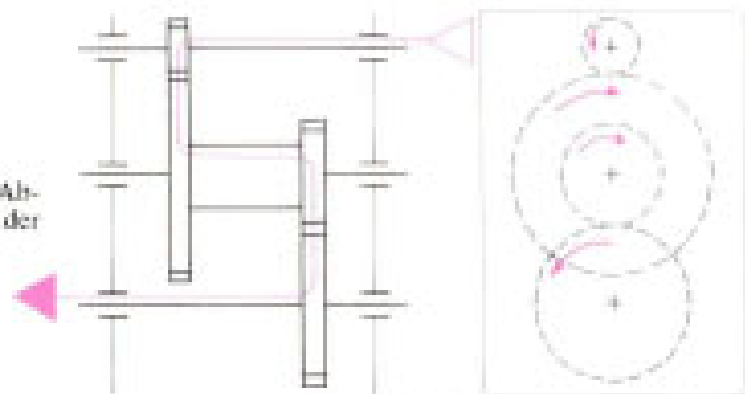


Fig. 2.48

Fig. 2.49. Dreistufiges Reduktionsgetriebe. Diese Kombination kann mit Sortiment 1 noch nicht gebaut werden. Durch Verwendung von zwei Aggregaten laut Fig. 2.26 (2.35) auf der zweituntersten Welle ist es jedoch möglich, auch mit Sortiment 1 die gleiche Reduktion zu erzielen.

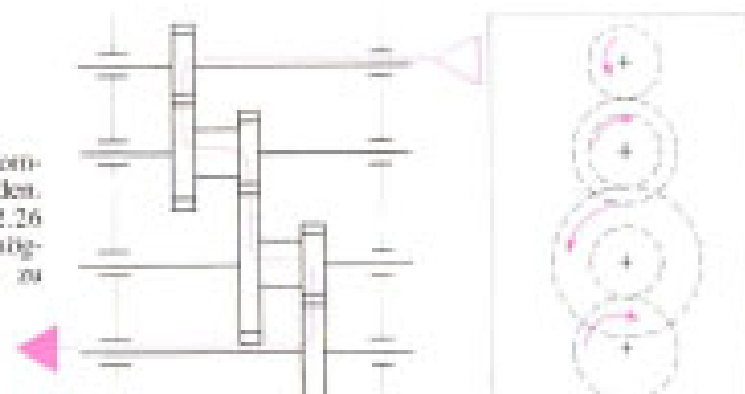


Fig. 2.49

Fig. 2.50 zeigt den Schnitt durch die Getriebeabwicklung des Vorschubkastens für 9 Geschwindigkeiten und Schnellgang und veranschaulicht die Anwendung von Stirnrädern. Dieser Vorschubkasten wird als Aggregat im Sänder der Maschine angeordnet und dient sowohl für die Tischbewegung als auch für die automatische Spindelstockverstellung.

Wir unterscheiden hier Wellen mit festen Rädern und solche mit Verschieberädern. In diesem Beispiel bewegen sich die Verschieberäder achsial auf Keilwellen. Wir finden z. B. auf der viertobersten Welle ein Aggregat von Verschieberädern in drei verschiedenen Größen, das in entsprechende Räder auf der drittobersten Welle eingreift und jeweils die resultierende Drehzahl über ein kleines Zahnrad am linken Wellenende und ein Zwischenrad auf das Räderaggregat der drittobersten Welle überträgt. Mit dem AUTOMAT-Baukasten lassen sich angenäherte Radkombinationen ebenfalls herstellen. Fig. 2.52 zeigt eine Kombination, die sich leicht auf drei Räder erweitern läßt, indem wir anstatt der Distanzhülse (braun) verschiedene Distanzringe zwischen einem dritten Rad in der Mitte anbringen.

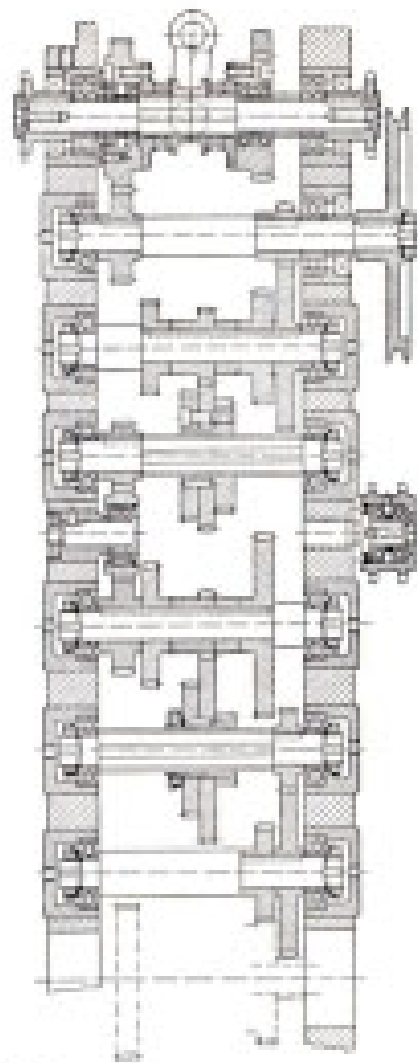


Fig. 2.51. Eine andere Anwendung von Stirnrädern: der Handantrieb eines Schlittens. Das auf der Welle des Handrades sitzende Stirnrad greift in das Rad auf der unteren Welle ein und trägt am rechten Wellenende ein kleineres Zahnrad mit Eingriff in die Zahnstange. Wir sehen hier ebenfalls die Anwendung des Prismenpaars laut Prinzipskizze 1.2 im Abschnitt 1.

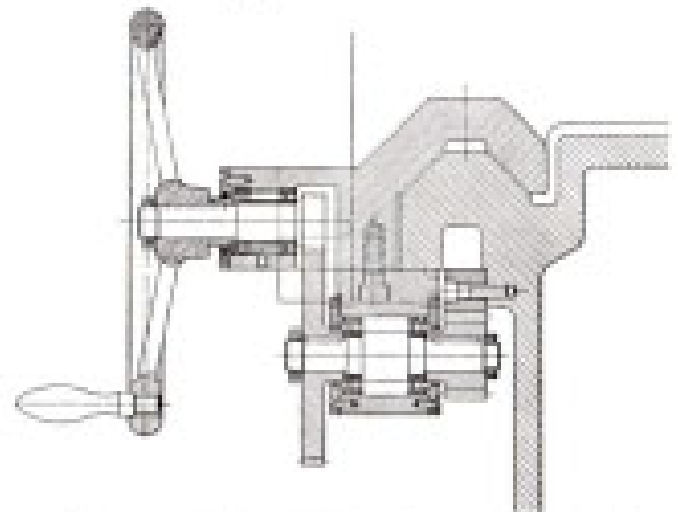
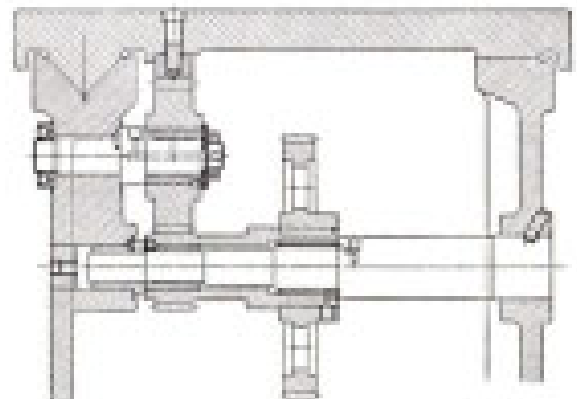


Fig. 2.52 veranschaulicht eine andere Form des Tischantriebes einer Werkzeugmaschine mittels Stirnrädern. Der Tisch wird durch eine V- und eine Flachführung über eine Zahnstange und zwar über ein Zwischenrad von einer Vorlegewelle aus angetrieben. Auf einer feststehenden Achse läuft lose eine Hülse, die ein großes Antriebs- und ein kleines Abtriebsrad trägt. Ein Zwischenrad, das auf einem festen Bolzen gelagert ist, greift in die Zahnstange ein.

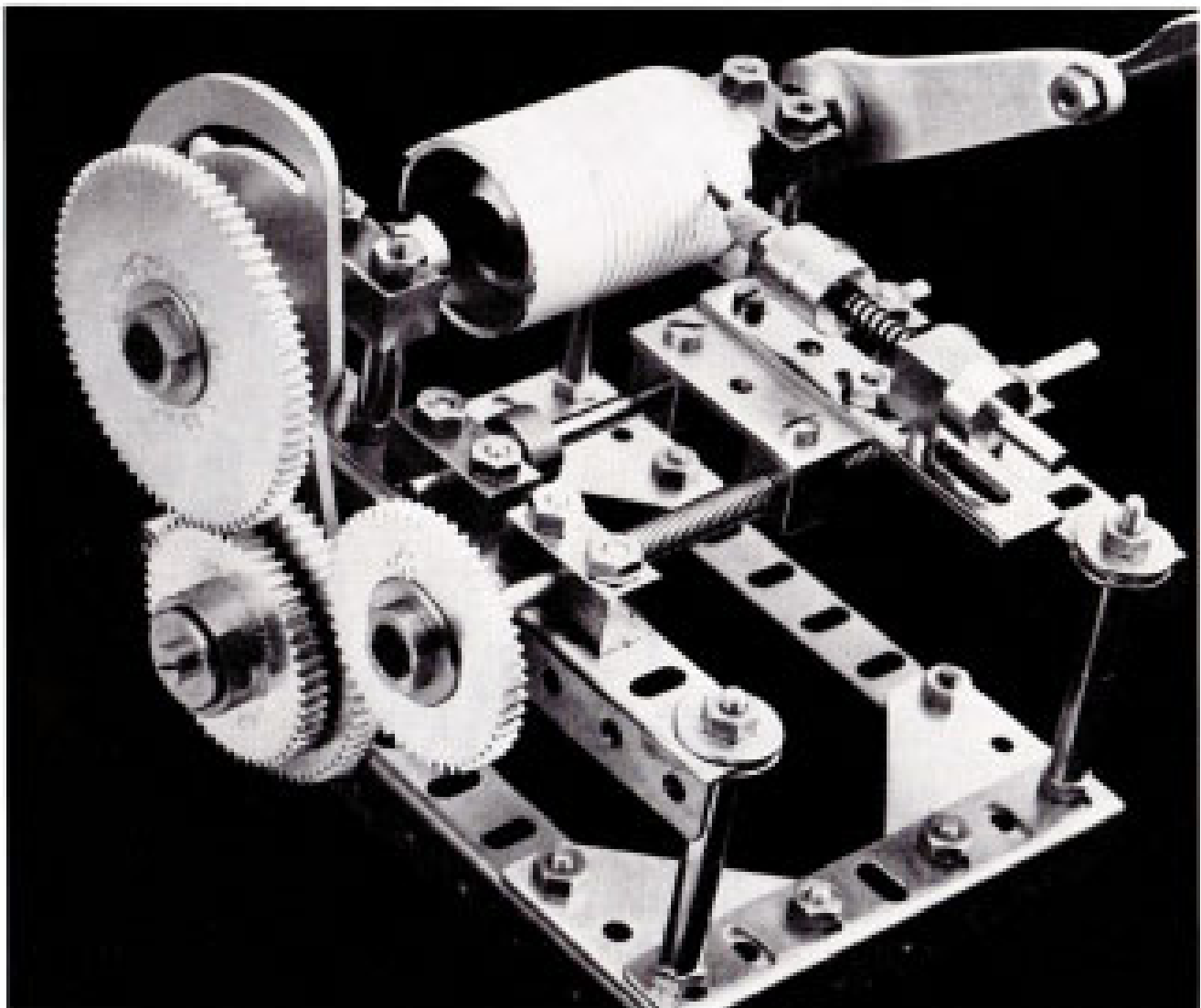


Anwendung von Radtrieben bei Drehbänken

Jeder Mechaniker kann die hier vermittelten Kenntnisse bei der Berechnung der Wechselräder einer Drehbank verwenden.

Für die zukünftigen Mechaniker und Techniker geben wir nachstehend eine kurze Einführung in die Arbeit des Drehens. Mit Hilfe eines vereinfachten Modells einer Drehbank, Fig. 2.53, können die Kenntnisse praktisch erprobt werden. Fig. 2.54 zeigt die Rückseite dieses Modells und insbesondere die Befestigung der Räderachse am Maschinengestell.

Fig. 2.53



Das Drehen besteht in der Verminderung des Durchmessers eines Werkstückes auf einer bestimmten Länge. Diese gedrehte Länge wird Ansatz genannt. Das Profil dieses Ansatzes kann zylindrisch, konisch, bogenförmig oder sonstige geformt sein. Im nachstehenden Beispiel, Fig. 2.55, ist es zylindrisch.

Das Werkstück M mit einem Durchmesser D von 32 mm soll auf einer Länge L von 80 mm auf den Durchmesser d von 20 mm gebracht werden. Es wird durch das Futter P in Umlaufbewegung versetzt, wobei sich das Werkzeug Q achsial im Sinne des Pfeiles F_1 bewegt.

Bei jeder Umdrehung des Teiles wird das Werkzeug Q einen Span von 6 mm Höhe h (Spanhöhe) und von 1 mm Dicke e (Spandicke oder Vorschub) abheben. Dieser Span ist auf Fig. 2.55 durch die kleinen schraffierten Flächen dargestellt.

Wie viele Umdrehungen n muß das Werkstück machen, um dem Werkzeug zu gestatten, auf 80 mm Länge den Durchmesser d zu «drehen»? Man findet diese Umdrehungszahl, indem man die zu drehende Länge L durch die Spandicke e dividiert. Die Formel ist sehr einfach:

In unserem Beispiel $n = \frac{L}{e} = \frac{80}{1} = 80$ Umdrehungen.

Ist z. B. bei einem kleineren Arbeitsstück die Drehlänge 18 mm und die Spandicke 0,12 mm, erhält man für das Drehen:

$$n = \frac{L}{e} = \frac{80}{0,12} = 150 \text{ Umdrehungen.}$$

Bemerkung: Die Anzahl Umdrehungen n , um einen oder mehrere Arbeitsgänge durchzuführen, ist nicht zu verwechseln mit der Anzahl Umdrehungen, welche das Werkstück in einer Minute macht. Praktisch werden die Drehlänge L und die Spandicke h durch die Form des herzustellenden Teiles bestimmt. Hingegen wird die Spandicke e durch das Drehen bestimmt. Erfahrung wird zu ihrer Wahl sehr nützlich sein, denn sie hängt von verschiedenen wichtigen Faktoren ab, wie:

- Härte des zu bearbeitenden Werkstoffes
- Widerstand des Drehwerkzeuges gegen Verschleiß (Härte, Zerbrechlichkeit)
- Eigenschaften des Kühlmittels
- Gewünschte Oberflächengüte
- Genauigkeit der verlangten Arbeit usw.

Die Spandicken e , die man auf automatischen Drehbänken, d. h. Drehautomaten, verwenden kann, sind viel kleiner als diejenigen, die man zum Vorschuppen auf Drehbänken braucht.

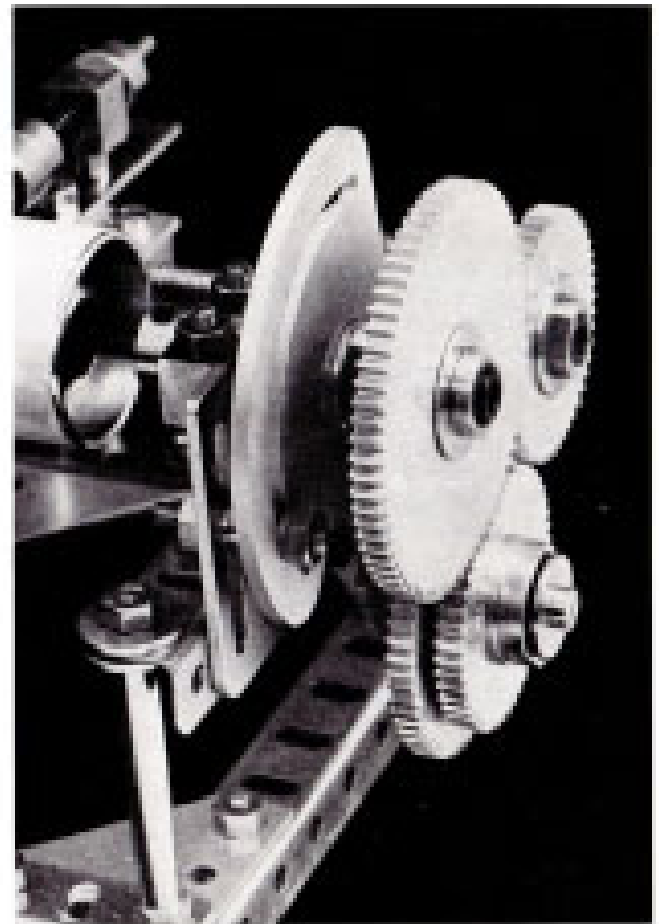


Fig. 2.54

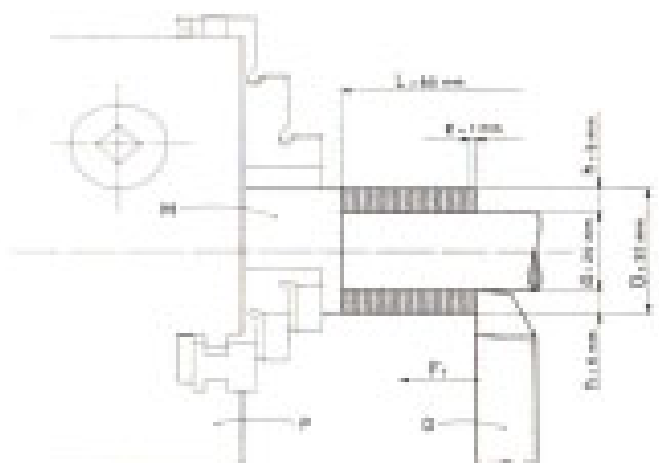


Fig. 2.55

* Nach Angaben der Firma André Bichler S. A. Mülhausen

Die Spannhöhe h , multipliziert mit der Spandicke e , gibt den Spanquerschnitt S ($S = h \cdot e$). Die Form des Spanquerschnittes kann in weiten Grenzen veränderlich sein: Wir hätten einen Spanquerschnitt von 6 mm^2 auf verschiedene Weise erzielen können, wie z. B. 6×1 , $4 \times 1,5$ oder 3×2 , 2×3 oder $1 \times 6 \text{ mm}$. (Siehe Abbildungen in Fig. 2.56.)

Theoretisch erfordern diese Spanquerschnitte verschiedener Form dieselbe Kraft, um den Span abzutrennen. Welche Form soll man praktisch wählen?

Beispiel Nr. 1: Wir haben gesehen, daß 80 Umdrehungen notwendig sind, um den Absatz «L» zu drehen, unter Verwendung eines Spanquerschnittes entsprechend der Fig. 2.55, 2.56a und 2.57a, in einem einzigen Arbeitsgang.

Beispiel Nr. 2: Würde man den Spanquerschnitt nach Fig. 2.56b wählen ($S = h \cdot e$, d. h. $3 \times 2 \text{ mm} = 6 \text{ mm}^2$), müßte man zwei Arbeitsgänge vorsehen, weil das Werkzeug nur die Hälfte der Höhe h in jedem Arbeitsgang entfernt (Fig. 2.57b). Wir hätten somit:

$$n = \frac{L}{a} \text{ oder } n = \frac{80}{2} = 40 \text{ Umdrehungen}$$

für einen Arbeitsgang und somit für zwei Arbeitsgänge $2 \cdot 40 = 80$ Umdrehungen.

In beiden Beispielen sind sowohl die Anzahl der Umdrehungen wie die Belastung des Werkzeuges O dieselben, aber im Beispiel Nr. 2 haben wir verlorene Zeit. Man muß nämlich das Werkzeug an seinen Ausgangspunkt zurückbringen, um den zweiten Arbeitsgang auszuführen und hieraus entsteht tote Zeit für diese Bewegung (Verminderung der Leistung). Ergebnis: Je mehr Arbeitsgänge man macht, um eine Dreharbeit auszuführen, um so mehr hat man verlorene oder tote Zeit.

Andererseits gibt ein hoher Span, wie derjenige in Fig. 2.56a, eine größere Streuung der erzeugten Hitze und das Werkzeug O, das dadurch rascher abgekühlt wird, behält seinen Schnitt länger. Deshalb erhält man:

1. eine bessere Oberflächengüte,
2. eine Zeitersparnis für das Nachschleifen des Werkzeuges (Verminderung der Zeit, in welcher die Maschine steht und somit Erhöhung der Leistung),
3. eine Verminderung der Werkzeugkosten.

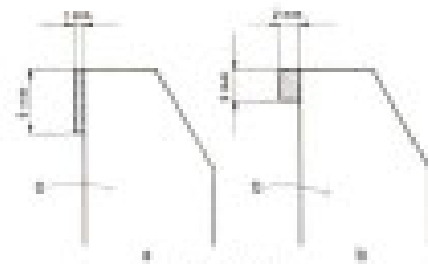


Fig. 2.56

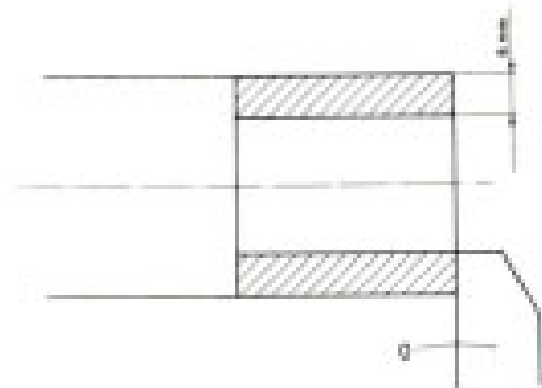


Fig. 2.57 a

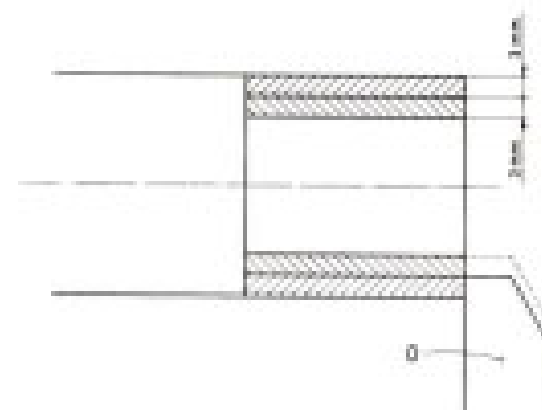


Fig. 2.57 b

Wir wollen nun mit Hilfe unseres Modells einer vereinfachten Drehbank die obigen Feststellungen einigermaßen nachahmen und versuchen, wie man Spandicken verschiedener Größe erzielen kann.

Auf Fig. 2.53 des Modells der Drehbank sehen wir vorne die Leitspindel mit dem Support. Diese Leitspindel hat einen Durchmesser von 6 mm und eine Steigung von 1 mm. Dies bedeutet, daß auf eine Umdrehung der Leitspindel das Drehwerkzeug — dargestellt durch die Bleistiftspitze — sich um 1 mm in der Längsrichtung verschiebt.

Um nun eine gewünschte Übersetzung zwischen Antrieb und Abtrieb zu erhalten, wobei in diesem Falle der Antrieb bei der Arbeitsspindel und der Abtrieb bei der Leitspindel zu suchen sind, bedienen wir uns der Räderschere.

In unsern ersten Versuchen paßten wir die Achsdistanz den verwendeten Rädern an. Bei diesem Modell der Drehbank sind die Achsdistancen zwischen Arbeitsspindel und Leitspindel jedoch eine feste Größe D , Fig. 2.58. Innerhalb der Strecke D haben wir für die verschiedensten Übersetzungsverhältnisse die Zahnräder unterzubringen, und nicht nur ein einziges Paar, wie in Fig. 2.59 dargestellt.

Die AUTOMAT-Räderschere ist übrigens nicht nur bei diesem Lehrmodell einer Drehbank verwendbar, sondern auch bei vielen weiteren Anwendungen.

Wir verwenden vorerst die Räderschere, laut Montagebildern 2.62 und 2.63, für ein Übersetzungsverhältnis 1:1, laut Fig. 2.60, indem wir auf der Welle der Arbeitsspindel ein Zahnrad von 60 Z, auf der Räderschere ein Zwischenrad von 48 Z und auf dem Ende der Leitspindel wiederum ein Zahnrad von 60 Z verwenden. Die beiden Räder von 60 Z drehen sich in gleicher Richtung und gleich schnell. (Bei Verwendung der Räderschere mit nur einem Rad wird der Zwischenraum auf der Buchse mit Distanzscheiben 31.900 ausgefüllt.)

Die Räderschere wird mit einer 4-mm-Nabe versehen und am Maschinengestell laut Fig. 2.54 befestigt.

Beim Drehen der Antriebskurbel, d. h. der Arbeitsspindel bewegt sich der Support in seiner Längsrichtung und da die Leitspindel eine Steigung von 1 mm aufweist, erzielen wir einen Vorschub, oder eine Spandicke von 1 mm pro Umdrehung der Arbeitsspindel. Dies kann sehr leicht dadurch nachgeprüft werden, indem man auf der Trommel, die das zu drehende Werkstück darstellt, einen Papierstreifen klebt. Die so erzeugte Schraubenlinie weist sehr eng aneinander liegende Striche auf, d. h. in Abständen von 1 mm. Dies kann am besten nachgeprüft werden, indem man die Arbeitsspindel zehnmal umdreht und die Breite der zehn nebeneinander liegenden Striche mißt.

Nehmen wir nun an, wir haben ein Werkstück aus sehr hartem Stahl zur Bearbeitung erhalten und können erfahrungsgemäß nur einen Span von 0,5 mm Dicke abheben.

Wie müssen wir die Wechselräder berechnen?

Auf der Arbeitsspindel kann ein Rad von 36 Z, auf der Welle der Leitspindel von 72 Z verwendet werden. Das Zwischenrad auf der Räderschere kann eine beliebige Zahnzahl aufweisen.

Bei Übersetzungen, die sich nicht direkt einstellen lassen, verwenden wir eine Kombination laut Fig. 2.61.

Haben wir hier folgendes fest:



Fig. 2.58

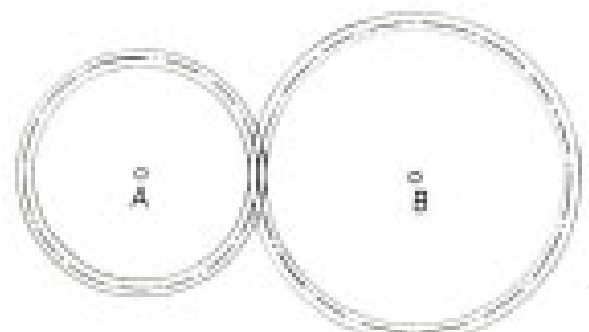


Fig. 2.59

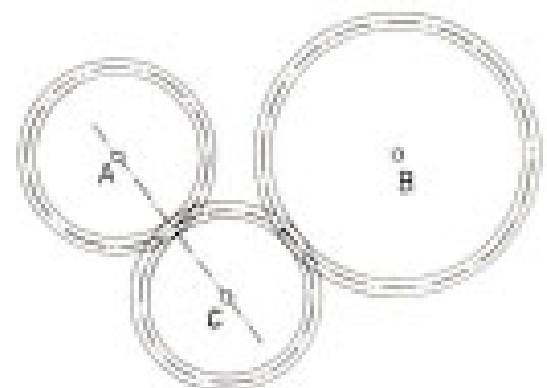


Fig. 2.60

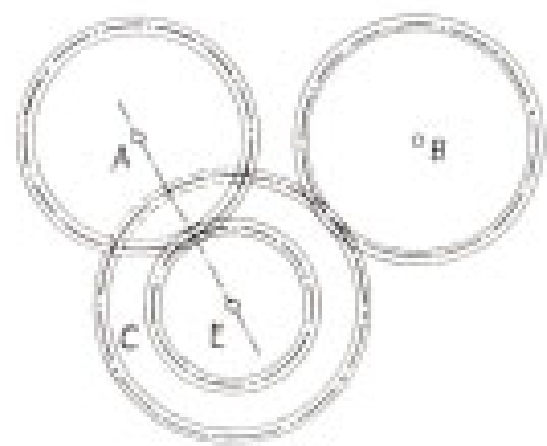


Fig. 2.61



Fig. 2.62

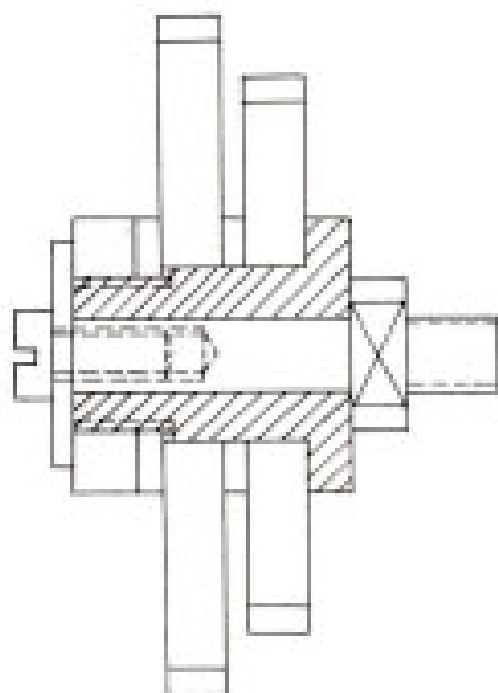
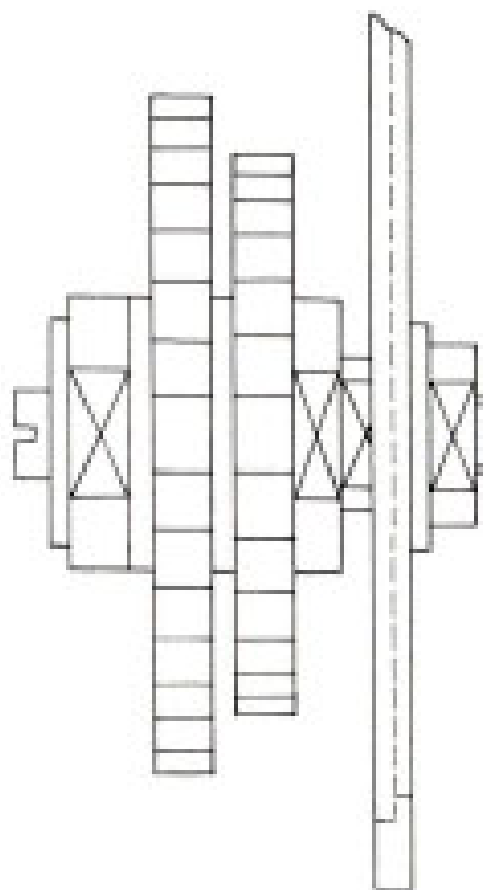


Fig. 2.63



Der Vorschub (oder die Spandicke) einer Drehbank kann durch die Veränderung des Übersetzungsverhältnisses zwischen Arbeitsspindel und Leitspindel reguliert werden.

Fig. 2.64 zeigt eine Räderschere, wie sie in der Praxis verwendet wird, Fig. 2.65, eine Schnittzeichnung der Anordnung.⁹

Die Einstellung der Räder geht derart vor sich, daß man nach Aufbringen von a und d die Räder c und b auf dem Bolzen bei B bei ausgeschwenkter Schere so befestigt, daß ein Eingriff der Räder a und b erreicht wird. Dann schwenkt man die Schere derart ein, daß das Rad c mit Rad d in richtigen Eingriff kommt, wonach die Schrauben bei D festgezogen werden.

Man beachte folgende konstruktive Einzelheiten:

- Sämtliche Räder haben gleichen Bohrungsdurchmesser und gleiche Nut für eine Paßfeder.
- Bei A und C können die Räder achsial durch Vertauschen von Rad und Hülse versetzt werden.
- Die Zwischenräder b und c sitzen mit einer Paßfeder auf einer drehbaren Hülse und erhalten durch eine Scheibe einen bestimmten Abstand.
- Durch Anziehen der Mutter bei B werden über eine Scheibe Bolzen und Flanschbüchse gegen die Wechselradschere festgezogen.
- Beide sind in der Wechselradschere auf Verdrehung gesichert.
- Die Scheibe bei B ist zur Flanschbüchse zentriert, während die Hülse mit der Paßfeder durch Anziehen der Mutter am Drehen nicht gehindert wird.
- Die Lagerstelle der Hülse kann über Ölloch und Schmiernut geölt werden, ebenso die Lagerstelle bei A.
- Die Räder bei A und C werden von einer Paßfeder mitgenommen und mit einer Sechskantschraube und Scheibe unter Zwischenschaltung einer Hülse an einen Absatz der Welle angepreßt.
- Die Wellen bei A und C haben am Ende Gewindelöcher. Der 60° aufweisende Zentrierkonus ist durch einen zylindrischen Ansatz nach innen verlängert, damit der Konus überall gleich lang ist, was wegen des Gewindes nicht der Fall wäre. Es handelt sich hier um eine Maßnahme, die verhindert, daß sich der Konus ungleich abnutzt, wodurch sich die Kornerspitzen bei der Erzeugung der Wellen verlaufen würden.
- Die Scheiben bei A und C sind gegen die Wellen zentriert und leiten den Spanndruck mit einem Ansatz achsial weiter.
- Die Flanschbüchse bei B ist gegen die Scheibe mit einer beidseitigen Abflachung versehen, damit sich die Scheibe gegen die Flanschbüchse nicht verdrehen läßt, da die Reibung der drehenden Hülse ein Drehmoment auf die Scheibe ausübt und sich demnach Scheibe und Mutter lösen könnten.

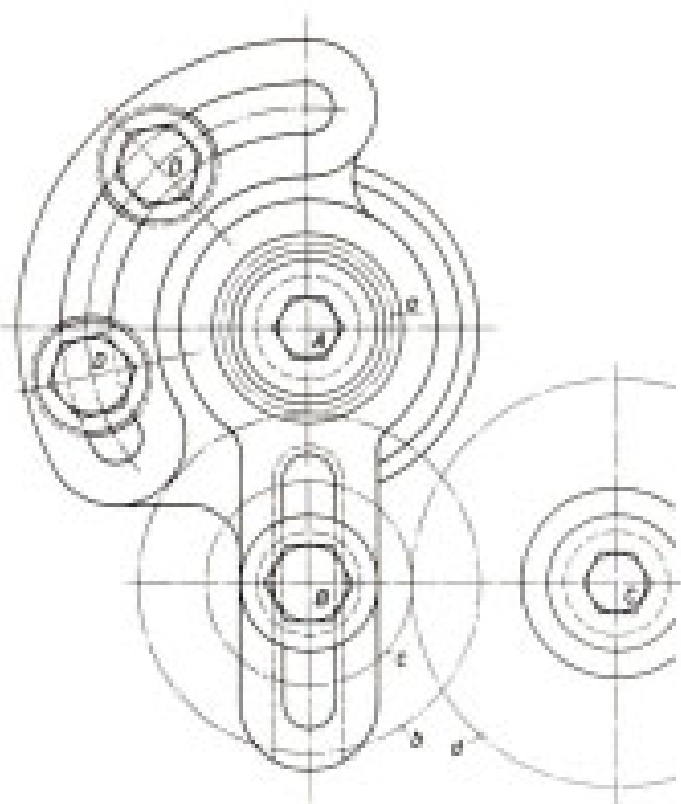


Fig. 2.64

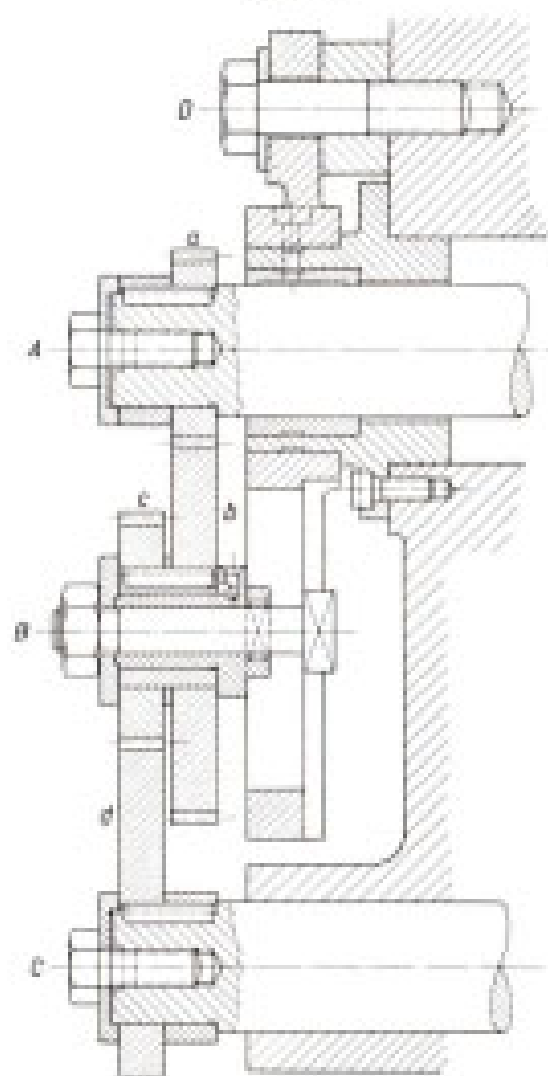


Fig. 2.65

⁹ laut Angaben vom Dr.-Ing. H. Brandenberger

Unter dem Abschnitt über das Drehen haben wir festgestellt, daß ein Werkstück eine Drehung um seine eigene Achse ausführen muß, um bearbeitet werden zu können. Wir wollen nun untersuchen, wie viele Umdrehungen in der Minute das Werkstück machen muß, damit die Bearbeitung unter günstigsten Bedingungen erfolgen kann. Diese Anzahl minutlicher Umdrehungen (UpM) steht in einem bestimmten Verhältnis zur Schnittgeschwindigkeit, die wir nachfolgend erklären. Wenn man von einer Eisenbahn oder einem Auto sagt, es mache 110 km/h, heißt das, daß in einer bestimmten Zeit (eine Stunde) ein Weg von 110 km durchlaufen wird. Die Stunde ist die gewählte Zeiteinheit.

Die Geschwindigkeit ist der Weg, der während der Zeiteinheit durchlaufen wird.

Die Zeiteinheit kann beliebig sein. Für verhältnismäßig kleine Geschwindigkeiten wird die Stunde als Einheit verwendet. In andern Fällen wählt man die Minute oder die Sekunde.

In der Metallbearbeitung sind sowohl Minute wie Sekunde die Zeiteinheiten.

Wir haben vorher gesagt, daß das Werkstück M, das durch das Futter P angetrieben wird, um seine eigene Achse rotiert. Wir nehmen an, die Anzahl Umdrehungen pro Minute sei 600. Was passiert, wenn das Werkstück in einer Minute 600 Umdrehungen macht beim Abrollen auf einer Ebene, anstatt beim Laufen um seine eigene Achse? Es wird einen Weg von x Metern, den wir nun berechnen werden, durchlaufen.

Nehmen wir den Punkt A₁ des Kreises, Fig. 2.66. Bei jeder Umdrehung wird er sich um den Weg fortgewogen, der gleich ist dem Umfang des Kreises oder dem Umfang der Werkstoffange.

Man weiß, daß zur Berechnung des Umfanges C des Kreises der Durchmesser mit π ($\pi = 3,14$) multipliziert werden muß. Somit ist $C = D \cdot \pi$, im betreffenden Falle $3,14 \text{ mal } 32 \text{ mm} = 100,48 \text{ mm}$. Wickelt wir diesen Weg 600mal ab, erhalten wir einen Gesamtweg von $600 \text{ mal } 100,48 \text{ mm} = 60.288 \text{ mm}$ oder 60,288 m.

Fassen wir die Ergebnisse zusammen unter Berücksichtigung der Fig. 2.66 und 2.67. Der Teil M dreht sich um seine Achse; der Punkt A wird 100,48 mm zurückgelegt haben, jedesmal, wenn er wieder vor die Spitze des Werkzeuges O kommt und nach 600 Umdrehungen wird er einen Weg von 60,28 m ausgeführt haben. Diese Zahl von 60,28 nennt man Schnittgeschwindigkeit oder Umfangsgeschwindigkeit.



Fig. 2.66

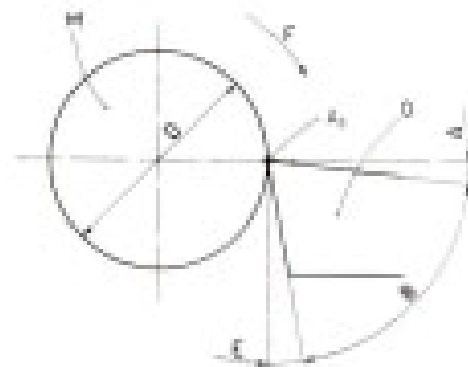


Fig. 2.67

* laut Angaben von André Bachler S. A., Mülhausen

