

# Planung und Beispiel

Ergebnisse eines Hamburger Arbeitskreises  
zum Problem von  
Theorie und Praxis der Arbeitslehre



Ernst Klett Verlag  
Stuttgart

## Gleichförmig übersetzende Getriebe — Ein Unterrichtsbeispiel mit einem kombinierten Bausystem

*Ein System zur kombinierten Verwendung von Werkstattmaterial und vorgefertigten Präzisionsteilen*

Von der technisch orientierten Werkdidaktik wird das Herstellen von Funktionsmodellen als eine effektive Methode angesehen, technische Sachverhalte zu erschließen und technisches Denken anzuregen. Lange wurden dafür ausschließlich herkömmliche Werkmaterialien (Holz, Pappe, Draht usw.) verwendet, wobei allerdings oft andere Intentionen den Unterricht bestimmten als heute. Die alleinige Verwendung von Werkstattmaterial erforderte einen hohen Zeitaufwand, führte nur bei großem werktechnischem Können zu funktionstüchtigen Modellen und ließ kaum die Darstellung komplizierterer Funktionen zu.

Die Einsicht in diese Unzulänglichkeiten und die eindeutigere Ausrichtung auf technische Inhalte ließen den Werkunterricht die didaktischen Qualitäten technischer Baukästen entdecken<sup>1</sup>. Bei der Suche nach dem didaktischen Ort des Baukastens im technischen Werkunterricht wurden neben seinen Vorzügen auch die Grenzen seiner Verwendbarkeit deutlich. Wolfgang Biester hat auf dem zweiten Werkpädagogischen Kongreß Vorteile und Mängel mechanischer Baukästen in knapper, aber prägnanter Form einander gegenübergestellt<sup>2</sup>.

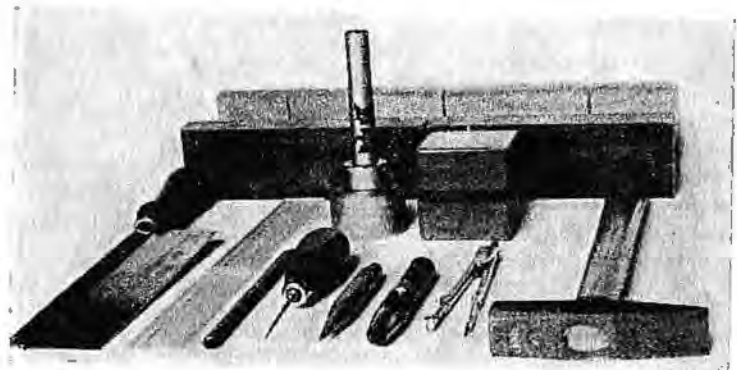
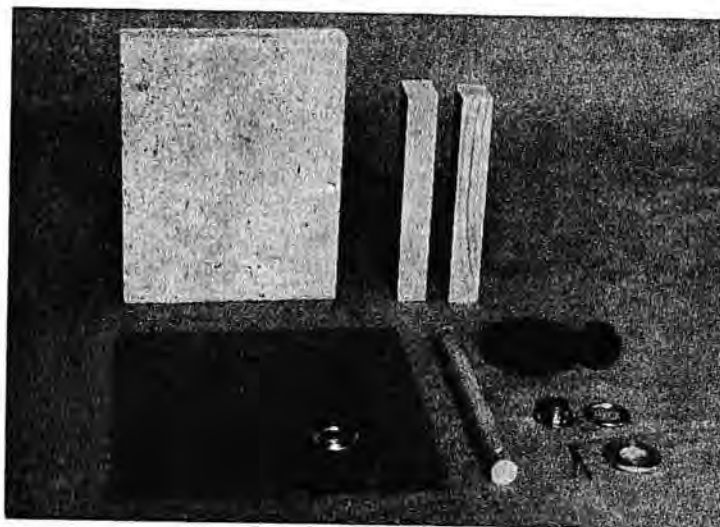
Im folgenden wird eine Zwischenform des Konstruierens von Funktionsmodellen vorgestellt, bei der Werkstattmaterialien und vorgefertigte Präzisionsteile benutzt werden. Dieses kombinierte Bauen will nicht an die Stelle technischer Baukästen treten. Da es aber in einigen Punkten bessere didaktische Möglichkeiten bietet, kann es die Baukastenarbeit sinnvoll ergänzen. Das im zweiten Teil beschriebene Unterrichtsbeispiel soll zeigen, wie diese Ergänzung unterrichtlich realisiert werden kann.

Mit dem vorgestellten System<sup>3</sup> lassen sich in erster Linie verschiedene gleichförmig übersetzende Getriebe bauen. Die Darstellung des Systems ist auf den anschließenden Unterrichtsvorschlag ausgerichtet. Es ließe sich ohne weiteres variieren, erweitern und für andere Aufgabenstellungen einsetzen.

<sup>1</sup> Vgl. Klöckner, K.: Die Maschine als Aufgabenbereich des Werkunterrichts. In: *Werkunterricht als technische Bildung*, Weinheim 1969, S. 172 ff.

<sup>2</sup> Biester, W.: Technische Baukästen als Arbeitsmittel im Werkunterricht, In: *Werkunterricht als technische Bildung*, Weinheim 1969, S. 291 ff.

<sup>3</sup> Das System wurde zusammengestellt von Albrecht Schnitzer, Beratungsstelle für den Werkunterricht in Hamburg.



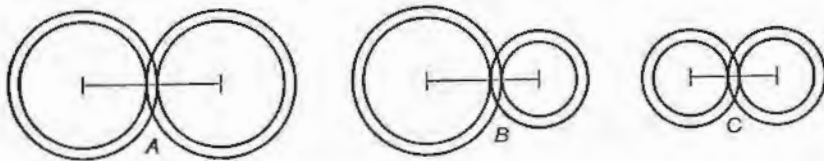
### 1. Material

- Gestell** — Grundplatte (Spanplatte 20 mm), Gestellwände (Holz-pappe 3 mm), Stabilisierungsleisten (30 mm), Nägel (Flako 20 mm)
- Wellen** — Rundholz (10 mm)
- Lagerung** — Segelösen (10 mm), Unterlegscheiben (11 mm), Splinte (20 mm), Nägel (13 mm)
- Präzisionsteile** — großes Zahnrad (Z 1 = 24 Zähne), kleines Zahnrad (Z 2 = 12 Zähne)  
Zur Erweiterung des Systems eignen sich noch die Kegelräder, das Schnurrad, die Schnecke und die Seiltrommel von Plastikant<sup>4</sup>.
- 2. Werkzeug** — Schlosserhammer (200 g), Feinsäge, Schneidelade, Senk-stift, Vorstecher, Lineal, Bleistift, Zirkel, Locheisen (10 mm), Hirnholzblock, Handbohrmaschine, Spiral-bohrer (2 mm), Segelösenstanze (10 mm)<sup>5</sup>.

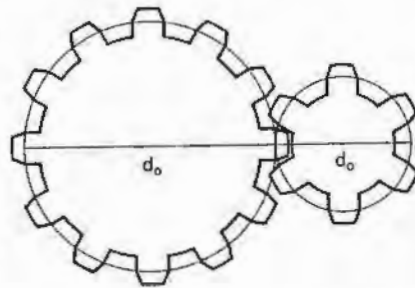
### 3. Konstruktionsvorgänge

#### Ermitteln der Wellenabstände

Der Abstand der Wellen ist festgelegt durch die Größe der gewählten Zahn-räder. In dem System gibt es zwei Stirnradgrößen, die in drei verschiedenen Kombinationen zusammengesetzt werden können.



Ausgangsmaß für die Berechnung der Wellenabstände ist nicht der Außendurchmesser der Zahnräder (Kopfkreis), sondern der Teilkreis-durchmesser  $d_o$ . Die Formel für die Berechnung von  $d_o$  ist in einschlä-gigen Fachbüchern angeführt. Hier soll die Angabe der Teilkreise ge-nügen.  $d_o$  des großen Zahnrades ist 36 mm,  $d_o$  des kleinen ist 18 mm.



<sup>4</sup> Es handelt sich um Kunststoffelemente des Plastikant-Bankkastens, die bei Abnahme einer größeren Stückzahl direkt vom Hersteller günstig bezogen werden können. (Franken-Plastik, 8510 Fürth/Bayern, Waldstraße 49.)  
<sup>5</sup> Die Segelösenstanze ist mit den entsprechenden Ösen über den örtlichen Fachhandel erhältlich.

Danach ist der Wellenabstand für die Konstruktion  $A = 36$  mm,  $B = 27$  mm, für  $C = 18$  mm.

#### Anreißen der Lochmaße

Das für die beabsichtigte Konstruktion gültige Maß wird auf einer der bei-den Gestellwände an gewünschter Stelle übertragen. Mit dem Locheisen (10 mm) werden die Löcher für die Lager der Wellen in die Holz-pappe geschlagen. Da es kaum möglich ist, das Locheisen nach Augenmaß kon-zentrisch über dem markierten Wellenmittelpunkt aufzusetzen, ist eine zu-sätzliche Markierung erforderlich.

1. Möglichkeit: Die Zahnräder werden an gewünschter Stelle aufgelegt. Mit einem Bleistift werden die Innenkreise der Zahnräder ausgezeichnet.
2. Möglichkeit: Um die beiden markierten Wellenmittelpunkte werden Kreise mit einer Zirkelöffnung  $r = 6$  mm geschlagen. In diese Kreise kann das Locheisen deutlich erkennbar eingesetzt werden.
3. Möglichkeit: Um die Wellenmittelpunkte werden Quadrate  $10 \times 10$  mm gezeichnet, in die das Locheisen eingesetzt wird.

#### Lochen

Um zu vermeiden, daß später die Wel-len verkantet lagern, werden die bei-den Gestellwände bündig aufeinander-gelegt und die beiden Löcher für die Lager jeder Welle gleichzeitig durch-geschlagen.

#### Herstellen der Lager

Die für eine reibungs- und verschleiß-arme Lagerung geeigneten Segelösen werden mit der Segelösenstanze ein-gesetzt. Dazu wird die Ösenhälfte mit dem Bund durch das Loch in der Pap-pe gesteckt. Beides wird auf den Un-terteil der Stanze gelegt. Dann wird der Ösenring übergelegt. Mit dem koni-schen Oberteil der Stanze wird nun die Öse festgeschlagen.



#### Befestigen der Zahnräder

Für eine sichere Befestigung der Zahnräder auf der Welle wird durch den an der Zahnradnabe herausragenden Bund mit dem Senkstift ein Nagel (13 mm) in die Welle geschlagen. Zuvor muß der Ort der Zahnräder auf der Welle angerissen werden.

#### Einbau der Wellen

Damit die Wellen nicht aus den Lagern gleiten, werden sie durch Splinte gesichert. Unterlegscheiben verhindern, daß die Splinte an den Gestell-wänden scheuern.

## Montage des Gestells

Von der genauen Befestigung der Gestellwände hängt wesentlich die exakte Lage der Wellen ab. Bei der endgültigen Montage ist deshalb auf die Bündigkeit zwischen Grundplatte und Gestellwand zu achten. Die Stabilisierungsleisten geben dem Gestell einen verhältnismäßig hohen Grad an Verwindungssteifigkeit.

### Vorzüge des beschriebenen Kombinationssystems

1. Über die Grenzen von Baukästen hinaus kann es Bedingungsfaktoren erfahrbar machen, die den einwandfreien Lauf von Getrieben garantieren. Das betrifft vor allem die Lagerung von Wellen und mit Einschränkung die Gestellstatik.
2. Es lassen sich besser zweckorientierte Konstruktionen durchführen, die Einsatzgründe und Einsatzorte für bestimmte Getriebe erkennbar machen.
3. Konstruktionen müssen vorausgeplant werden. Dennoch ist in gewissem Umfang ein experimentierendes Vorgehen möglich, da Fehler leicht korrigierbar sind. Das Material ist preiswert und leicht zu ersetzen.
4. Es sind keine aufwendigen Herstellungsarbeiten erforderlich. Die meisten Tätigkeiten sind lernintensiv.

### Unterrichtsbeispiel „Gleichförmig übersetzende Getriebe“

Im Mittelpunkt des Unterrichts steht der Bau eines handgetriebenen Ventilatormodells. Dieses Modell zeigt die Grundelemente jeder Arbeitsmaschine: Gestell, Antrieb, Übertragung, Abtrieb. Der Antrieb erfolgt durch eine Kurbel, die Übertragung bildet ein Zahnradgetriebe, der Abtrieb ist — als Arbeitsorgan der Maschine — ein Flügelrad. Bei der recht komplexen Aufgabe liegt es nahe, Schwierigkeiten auszuklammern und dadurch bestimmte Probleme zu isolieren. Unter diesem Aspekt einer Problemisolierung ergeben sich zwei Unterrichtsmöglichkeiten.

*A* Der Akzent liegt auf dem Übertragungsteil. Unterrichtsgegenstand ist das Sachgebiet *Räder- und Zugmittelgetriebe*.

*B* Der Akzent liegt auf der Entwicklung des Arbeitsteils, des Flügelrades. Unterrichtsgegenstand ist das Sachgebiet *strömungserzeugende Arbeitsmaschine (Verdichter)*.

Die Akzentuierung geschieht auf folgende Weise: Die didaktisch nicht intendierten Teile des Funktionsmodells werden vorgegeben (Anfertigen nach Bauanleitung). Nur die didaktisch gemeinten Maschinenteile werden den Schülern zum Problem gemacht. Hier müssen sie Schwierigkeiten bewältigen und selbst Lösungen finden. Diese Teile an den Modellen werden reflektiert, thematisch ausgeweitet und in Beziehung zur technischen Realität gesetzt.

Das nachstehende Schema zeigt die beiden Durchführungsmöglichkeiten.

	<i>A</i>	<i>B</i>
Unterrichtsinhalte	Maschinenteile und Maschinenelemente: a) Räder und Zugmittelgetriebe b) Lagerung von Wellen	Maschinentyp: strömungserzeugende Arbeitsmaschinen (Verdichter)
Unterrichtsphasen		Getriebekennnisse vorausgesetzt
1. Erwerben notwendiger Vorkenntnisse	a) Vorübungen zum Getriebe b) Vorübung zur Lagerung von Wellen	a) Herstellen von Gestell und Getriebe (standardisiert durch Bauanleitung) b) Herstellen eines Flügelrades (variabel: offene Aufgabenstellung)
2. Zweckgebundene Aufgabe: Bauen eines Ventilators	a) Herstellen eines Flügelrades durch (standardisiert durch Bauanleitung) b) Herstellen von Gestell und Getriebe (variabel: offene Aufgabenstellung)	Testen der Ventilatoren (d. h. der Variablen: Flügelrad)
3. Ergebnisvergleich	Testen der Ventilatoren (d. h. der Variablen: Gestell und Getriebe)	Ermitteln der Konstruktionsmerkmale bei den Ventilatoren, welche die Leistung der einzelnen Modelle bedingen
4. Ergebnisanalyse	Ermitteln der Konstruktionsmerkmale bei Getriebe und Gestell, welche die Leistung der einzelnen Modelle bedingen	Verbessern der Modelle: a) Gezielte Versuche mit Flügelzahl, -größe, -form und -stellung b) Finden von Möglichkeiten zur Verdichtung des Luftstroms (Leitvorrichtungen)
5. Ausweitung	Versuch zur Drehmomentvergrößerung durch ein Getriebe	Analyse (evtl. Demontage, Montage) von Ventilator, Föhn, Heizgebläse, Staubsauger usw.
6. Bezüge zur technischen Realität	Analyse der Getriebe in: Handbohrmaschine, Fahrrad, Kreissäge usw.	Erarbeiten einer Übersicht: Turboverdichter
7. Systematisierung	Erarbeiten einer Übersicht: Räder- und Zugmittelgetriebe	

Im folgenden wird nur der erste Weg als Unterrichtsbeispiel weiter ausgeführt und bis in Einzelheiten beschrieben: Das Getriebe für den Ventilator



wird mit den Teilen des Kombinationssystems gebaut. Um die Schüler zum Konstruieren der notwendigen Übersetzung ins Schnelle zu befähigen, werden einige elementare Übungen mit einem technischen Baukasten (z. B. *compact-technik*; *fischer-technik* etc.) vorgeschaltet.

Beim Konstruieren mit den Baukästen lernen die Schüler prinzipielle Möglichkeiten der Übertragung von Drehbewegungen, der Beeinflussung von Drehsinn und Drehzahl kennen. Entsprechend der Vielseitigkeit des Baukastensystems können Erfahrungen in größerer Breite gesammelt werden, als es mit dem Kombinationssystem möglich wäre.

Während aber die Baukastenübungen weitgehend formalen Charakter behalten, ist das Ventilatorgetriebe einem bestimmten Einsatzort und einem konkreten Zweck zugeordnet: über eine hohe Drehzahl des Flügelrades soll es eine möglichst große Leistung des Ventilators bewirken. Der Grad der Zweckerfüllung läßt sich feststellen. Er liefert die Kriterien für eine Beurteilung der Konstruktionen.

Vorübungen zum Getriebe (Einsatz technischer Baukästen)

#### Lernziele

1. Die Schüler sollen verschiedene Möglichkeiten zur Übertragung von Drehbewegungen finden; sie sollen die Wirkungen von Reibrad-, Zahnrad- und Zugmitteltrieben erklären können.
2. Die Schüler sollen planmäßig Änderungen des Drehsinns herbeiführen können.
3. Sie sollen Änderungen der Drehzahl herbeiführen, die Gesetzmäßigkeiten untersuchen und berechnen können.

#### 1. Übertragen von Drehbewegungen

*Aufgabe:* Eine Kurbel dreht eine Welle. Übertrage die Drehbewegung auf eine zweite parallele Welle.

Durch Zusatzbedingungen kann die Aufgabe eingengt und auf bestimmte Getriebe ausgerichtet werden:

- a) Die Wellen sollen einen möglichst geringen Abstand haben: Zahnrad- oder Reibradtrieb
- b) die Bewegung soll schlupffrei übertragen werden: Zahnrad- oder Kettentrieb
- c) Die Wellen sollen einen größeren Abstand haben: Zugmitteltrieb

*Schüleraktivität:* Konstruieren von Reibrad-, Zahnrad- und Zugmitteltrieben

*Reflexion:* Beschreiben der verschiedenen Lösungen, Ordnen nach der Art der Bewegungsübertragung, Erklären der Wirkungsweise der einzelnen Getriebe, evtl. Vorwegnahme von Teilen der Getriebesystematik (siehe Seite 22)

*Begriffe:* Getriebe, Reibrad, Zahnrad, Zugmittel (Riemen, Kette, Spirale), Welle, Kurbel, Gestell, Antrieb, Abtrieb, Bewegungs- und Kraftübertragung, Verzahnung, Formschluß, Reib- bzw. Kraftschluß, Kraftfluß, Torsion, Schlupf, Umschlingungswinkel

*Verfügbarmachen der Fachterminologie für die Schüler:*

- a) Klären der Begriffe im Gespräch
- b) Aufstellen von Begriffslisten mit Erläuterungen
- c) Anwenden der Termini in neuen Situationen

*Zeichnen:* Festhalten der Konstruktionen als Schemazeichnungen im Werkhefter

#### 2. Ändern des Drehsinns

*Aufgabe:* Zwei Räder (Zahn- oder Reibräder) sind in einem Gestell gelagert. Zwischen ihnen ist ein gewisser Abstand. Ihre Wellen liegen parallel zueinander. Übertrage eine Bewegung so, daß sich das getriebene Rad in entgegengesetzter Richtung zum treibenden dreht.

*Schüleraktivität:* Konstruieren von gekreuztem Riementrieb bzw. von Rädergetrieben mit jeweils vier oder sechs Reib- bzw. Zahnradern

*Reflexion:* a) Ausfüllen folgender Tabelle

Drehsinn der Räder

	Treibrad	1. getriebenes Rad	2. getriebenes Rad	3. getriebenes Rad
offener Riementrieb	r	r	—	—
gekreuzter Riementrieb	r	l	—	—
Reibradgetriebe	r	l	r	l
Zahnradgetriebe	r	l	r	l

b) Formulieren der ablesbaren Gesetzmäßigkeiten:

offener R.: Treibendes und getriebenes Rad drehen sich gleichsinnig;  
 gekreuzter R.: Treibendes und getriebenes Rad drehen sich gegensinnig;  
 Rädergetriebe: Die angetriebenen Räder mit ungerader Zahl drehen sich gegensinnig, die mit gerader Zahl gleichsinnig zum Treibrad.

*Begriffe:* offener und gekreuzter Riementrieb, Drehsinn, Achse

#### 3. Ändern der Drehzahl

*Aufgabe:* Zwei Räder sind in einem Gestell zu lagern. Ihre Wellen liegen parallel. Eins treibt das andere. Das getriebene soll schneller sein als das treibende.

\* Dieser Schritt ist auch in den weiteren Unterrichtsteilen möglich.

**Schüleraktivität:** Konstruieren einer Übersetzung ins Schnelle  
**Reflexion:** a) Umdrehungszahlen der Räder feststellen und in einer Tabelle (siehe c) notieren  
 b) Ursache der unterschiedlichen Drehzahlen suchen und Erklärung dafür finden  
 Impuls: bei Zahnrädern Zähne zählen und vergleichen, bei Gummirädern Umfänge messen (Papierstreifen, Schnur) und vergleichen  
 c) Einführen des Begriffs „Übersetzungsverhältnis“: Das Übersetzungsverhältnis ist das Verhältnis der Drehzahlen zueinander. Wenn bei einer Umdrehung des treibenden Rades sich das getriebene Rad z. B. zweimal dreht, liegt ein Übersetzungsverhältnis von 1 : 2 vor.

Drehzahlen		Übersetzungsverhältnis
treibendes Rad	getriebenes Rad	
1	2	1 : 2
1	4	1 : 4
usw.		

**Übung:** Berechnen von Übersetzungsverhältnissen nach gegebener Zahnzahl und gegebenem Radumfang. (Die Umfänge der Räder verhalten sich umgekehrt zueinander wie die Drehzahlen.):

a)			b)		
Zahnzahl		Übersetzung	Umfang		Übersetzung
Treibrad	Abtriebsrad		Treibrad	Abtriebsrad	
12	12	1 : 1	28 cm	7 cm	1 : 4
60	20	1 : 3		usw.	
	usw.				

**Aufgabe:** Konstruiere eine möglichst starke Übersetzung ins Schnelle oder ins Langsame (Untersetzung)?

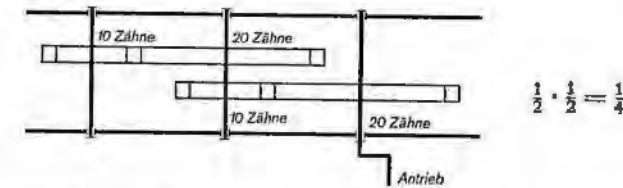
Im Hinblick auf die Herstellung des Ventilatorgetriebes ist es wichtig, daß die Schüler nun zusammengesetzte Getriebe als eine Möglichkeit kennenlernen, mit wenig Zahnradgrößen starke Übersetzungen zu erreichen. — Eine Zusatzbedingung in der Aufgabenstellung kann zur Konstruktion zusammengesetzter Getriebe veranlassen: Benutze nur zwei Größen von Rädern!

**Schüleraktivität:** Konstruieren der Übersetzungen

**Reflexion:** Ermitteln der Übersetzungsverhältnisse in den Getriebekonstruktionen und Kommentieren der Lösungen; Berechnen zusammengesetzter Getriebe nach Zeichnungen.

<sup>7</sup> Weitere Aufgaben und methodische Anregungen für eine Getriebelehre mit technischen Baukästen finden sich bei Vollmers, Ch.: Ein Lehrgang zur technischen Grundbildung. In: Westermanns Pädagogische Beiträge 10/1970, S. 527 ff.

Beispiel:



Das Gesamtübersetzungsverhältnis ist das Produkt der Einzelübersetzungen; das Abtriebsrad dreht sich also viermal schneller als das Antriebsrad.

**Begriffe:** Drehzahl, Übersetzung, Untersetzung, Übersetzungsverhältnis, Umfangsgeschwindigkeit, zusammengesetztes (mehrfaches) Getriebe

Vorübung zur Lagerung von Wellen

**Lernziele:** Die Schüler sollen die Bedingungen für eine einwandfreie Lagerung der Wellen im Kombinationssystem nennen und konstruktiv verwirklichen können.

- Parallelität der Wellen zur Grundplatte (Lager jeder Welle horizontal und vertikal in einer Ebene)
- Parallelität der Wellen untereinander
- Abstand der Wellen voneinander (Kämmen der Zahnräder muß erreicht werden)
- Sicherung der Wellen gegen axiale Verschiebung
- reibungsarmer Lauf (durch axiales und radiales Spiel)

**Material:** Siehe Beschreibung des Kombinationssystems

**Werkzeug:** Siehe Beschreibung des Kombinationssystems

**Aufgabe:** Lagere mit den gegebenen Materialien zwei Zahnräder so, daß sie einwandfrei eine Drehbewegung übertragen.

(Die Aufgabe dieser Vorübung gleicht inhaltlich den vorangegangenen. Dennoch geht es um neue Probleme. Beim Konstruieren mit den Baukästen blieb die Lagerung der Wellen unreflektiert. Sie ergab sich fast von selbst, weil sie durch die Bauelemente weitgehend vorgegeben ist. Jetzt sollen die Schüler ihre Anstrengungen gezielt darauf richten.)

**Vorstellen des Arbeitsmaterials:** Die Schüler versuchen, die Funktion der Materialien innerhalb der aufgegebenen Konstruktion zu erklären. (Rundholz = Wellen, Spanplatte = Grundplatte, Pappen = Gestellwände, Ösen = Lager usw.)

**Demonstration:** Der Lehrer zeigt die Handhabung des Locheisens und der Segelösenstanze.

**Schüleraktivität:** Herstellen eines Zahnradtriebes. (In dieser Phase werden starke individuelle Hilfen durch den Lehrer notwendig sein. Trotzdem sind Mängelergebnisse unausbleiblich. Sie können jedoch dazu dienen, die Probleme der Lagerung zu klären.)

**Zusatzaufgabe:** Schüler, die sehr schnell fertig sind, bringen eine Kurbel an.

**Reflexion:** Die Schüler sollen die Zahnradtriebe auf ihre Funktionstüchtigkeit

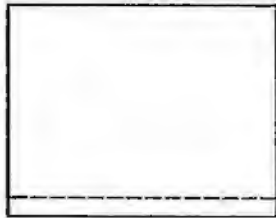
keit hin überprüfen und die Ursachen für Funktionsmängel benennen. Um Verbalisierungsschwierigkeiten zu verringern und Denkhilfen zu geben, werden zunächst die wesentlichen Bedingungen für ein exaktes Funktionieren zusammengestellt. Das Vervollständigen von Zeichnungen unterstützt den Formulierungsvorgang.

a) Vorderansicht



Zeichne die Wellen ein!

c) Seitenansicht



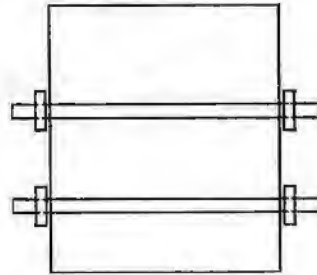
Zeichne die Lager ein!

b) Draufsicht



Zeichne die Wellen ein!

d) Draufsicht



Zeichne Zahnräder, Unterscheiben und Splinte ein!

Worauf mußte jeweils geachtet werden, um ein genaues Kämmen der Zahnräder zu erzielen?

- Wellen parallel zur Grundplatte
- Wellen parallel zueinander
- richtiger Abstand der Lager/Wellen (abhängig von der Wahl der Zahnradgrößen)
- Zahnräder auf gleicher Höhe / angemessenes Spiel bei seitlicher Sicherung (Unterscheiben und Splinte)

Gruppenarbeit: Auswerten der Modelle mit Hilfe dieser Kriterien, Aufstellen einer Liste

Fehler	Vermeidung
Zahnräder klemmen usw.	Abstand der Lager sorgfältiger ermitteln

Weiterer Gruppenauftrag: Aufschreiben der Arbeitsschritte beim Konstruieren des Modells

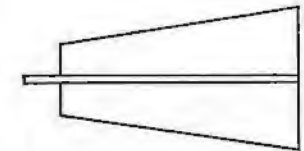
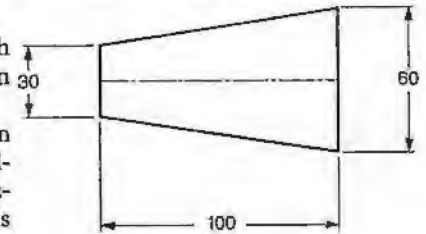
### Herstellen des Flügelrades

**Material:** Querholzscheiben 40 mm (zentrisch durchbohrt, Loch  $\varnothing$  10 mm), Dübelholz 3 mm, Aktenkarton, Kleber, Klebstreifen.

**Werkzeug:** Lineal, Bleistift, Schere, Feinsäge, Schleifpapier, Handbohrmaschine, Spiralbohrer 3 mm, Vorstecher.

**Bauanleitung:** Stelle in folgenden Arbeitsschritten ein Flügelrad her:

- Schneide aus Pappe sechs gleich große trapezförmige Flügel mit den angegebenen Maßen!
- Schneide sechs Rundhölzer (115 mm lang) und befestige sie auf der Mittellinie der Flügel. Lasse das Rundholzende an der Schmalseite des Flügels 15 mm überstehen!
- Bohre in gleichen Abständen 6 Löcher (3 mm) in die Stirnseite der Querholzscheibe! Achte darauf, daß du genau zum Mittelpunkt der Scheibe hin bohrst. Stecke zum Schluß die Flügel in die Bohrlöcher! (Nicht kleben!)

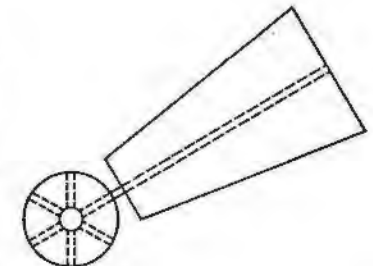


**Bau eines Ventilators: Drehzahlerhöhung durch ein Getriebe**

**Lernziele:** Die Schüler sollen einen funktionstüchtigen Ventilator herstellen. Dazu müssen sie die behandelten technischen Einzelprobleme in einer

\* Schülerübung: Umfang der Querholzscheibe auf Papierstreifen übertragen; Streifen sechsteln, um Scheibe legen und mit Vorstecher Bohrlöcher markieren.

Schablone 



zweckorientierten Aufgabe bewältigen können (Bewirken einer schnellen Abtriebsgeschwindigkeit durch effektiven Einsatz der Bauelemente, Lösen der Lagerprobleme).

**Material:** Siehe Beschreibung des Kombinationssystems; zusätzlich: Schweißdraht (3 mm) für Kurbel

**Werkzeug:** Siehe Beschreibung des Kombinationssystems; zusätzlich: Spiralbohrer (3 mm), Kombi-Zange, Eisensäge (Puksäge)

**Aufgabe:** Baue unter Verwendung des Flügelrades einen Ventilator. Das Flügelrad soll einen möglichst starken Luftstrom erzeugen. Als Antrieb dient eine Kurbel (Kurbelarm 30 mm). Die Kurbel soll abnehmbar sein. Um dem Flügelrad eine möglichst hohe Drehzahl zu geben, soll zwischen Antrieb und Abtrieb ein Getriebe eingebaut werden.

**Bedingung:** Bei rechtsdrehender Kurbel soll der erzeugte Wind von der Maschine abströmen.

**Durchführung:** 1. Unterrichtsgespräch über die Aufgabe

Mögliche Gesprächspunkte:

- Erzeugung der hohen Drehzahl des Flügelrades
- Länge der Antriebswelle (Kurbelanbringung bedenken)
- Länge der Abtriebswelle (Abstand zwischen Flügelrad und Gestellwand bedenken, um Winkelstellung der Flügel zu ermöglichen)
- Anordnung der Wellen und Achsen (Abtriebswelle so hoch, daß Flügelrad ungehindert drehen kann)
- Abnehmbarmachen der Kurbel
- Bestimmen des Kurbelarms (Mitte Antriebswelle bis Mitte Kurbelgriff)
- Beeinflussung der Windrichtung (Flügelstellung)
- Stabilisieren der Gestellwände

2. Information durch den Lehrer: Darstellen der Möglichkeit, die Wellenabstände zu berechnen (siehe Seite 3)

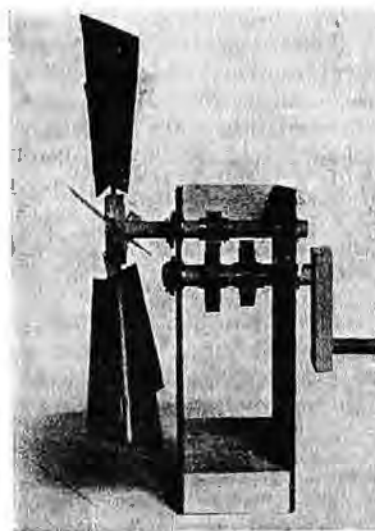
3. Anfertigen von Konstruktionsskizzen (mit Angabe der Übersetzung des Getriebes)

4. Überprüfen der Konstruktionsskizzen auf ihre Realisierbarkeit hin: Partnergespräche bzw. Lehrer-Schüler-Gespräche

5. Herstellen des Ventilators

#### *Ergebnisvergleich und Ergebnisanalyse*

Die Schüler, die zuerst fertig sind, erhalten den Auftrag, in Gruppenarbeit eine Vorrichtung zu bauen, mit der man einen Leistungsvergleich der Ventilatoren durchführen kann.

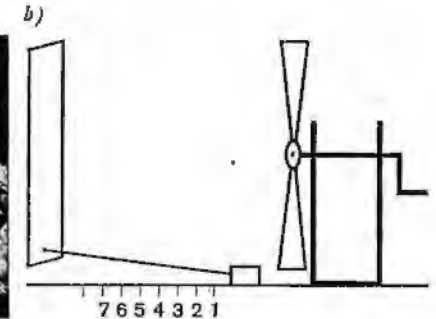
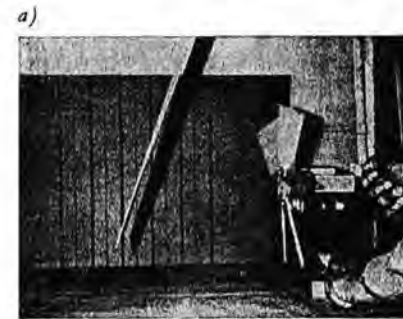


Lösungen:

1. Ein an einem Ende befestigter Pappstreifen wird von dem Luftstrom durchgebogen.

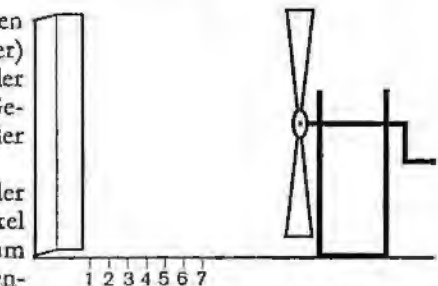
a) Der Durchbiegewinkel selbst wird an einer Skala abgelesen.

b) Der Pappstreifen zieht an einem Faden ein Holzklötzchen (o. ä.), das in einer Führung läuft. Neben der Führung ist eine Skala.



2. Der Luftstrom muß einen leichten Gegenstand (geknicktes Blatt Papier) umwerfen. Auf einer Skala wird der Ventilator immer näher an den Gegenstand herangeschoben, bis der Luftstrom ihn umstürzt.

Vor dem Test müssen die Flügel aller Flügelräder auf den gleichen Winkel eingestellt werden. — Zusätzlich zum Leistungstest könnte mit jedem Ventilator ein Dauertest durchgeführt werden, in dem durch eine längere Beanspruchung des Modells die „Verarbeitungsqualität“ geprüft wird. Die Ergebnisse der Prüfungen werden für jeden Ventilator auf einem Testblatt festgehalten.



Die Ventilatoren werden verglichen und die Gründe für die jeweils erzielten Testergebnisse ermittelt: Warum erzielt dieser Ventilator eine hohe Leistung, der andere eine viel geringere? usw.

**Resultate:** Die Leistung ist abhängig von der Konstruktion (Übersetzungsverhältnis). Leistung und Funktionstüchtigkeit sind abhängig von der Präzision der Ausführung.

**Ausweitung:** Drehmomentvergrößerung durch ein Getriebe

**Lernziel:** Die Schüler sollen das Abhängigkeitsverhältnis zwischen Kraft und Geschwindigkeit (Drehmoment und Drehzahl) in einem Getriebe erkennen und formulieren.



Es bietet sich an dieser Stelle die Gelegenheit, an Hand der Ventilatormodelle die Veränderung des Drehmoments durch ein Getriebe zu betrachten. Dazu wird der Ventilator (strömungserzeugende Arbeitsmaschine) mit wenigen Handgriffen in eine Turbine (strömungsverbrauchende Energiemaschine) verwandelt: Die Kurbel wird abgenommen und statt ihrer eine Seiltrommel mit einer Schnur angebracht. Ein Luftstrom (durch Staubsauger erzeugt) treibt das Flügelrad an. Die sich aufrollende Schnur zieht eine Last hoch. Der Kraftfuß im Getriebe wird dabei umgekehrt. Es wirkt nun als Untersetzung.

Der Versuch kann so durchgeführt werden, daß die einzelnen Modelle auf die Kraft der Abtriebswelle hin verglichen werden. (Unterschiede ergeben sich durch die verschieden starken Übersetzungen.) Evidenter ist der Versuch, wenn innerhalb jedes Modells die Kräfte von Antriebs- und Abtriebswelle gemessen und verglichen werden:

Mit jeweils gleichlanger Schnur wird durch die Antriebs- und die Abtriebswelle das größtmögliche Gewicht hochgezogen. Zusätzlich wird mit der Stoppuhr die benötigte Zeit gemessen. Gewichte und Zeiten werden in einer Tabelle notiert.

	Gewicht	Zeit	Gewicht : Zeit	Übersetzung
1. Turbine	Antriebswelle			
	Abtriebswelle			

#### 2. Turbine

Aus der Tabelle können folgende Tatbestände abgelesen werden:

1. Durch eine Untersetzung kann Kraft gewonnen werden; je stärker die Untersetzung, um so größer die Kraft.
2. Je mehr Kraft gewonnen wird, um so mehr Zeit muß aufgewendet werden (entsprechend geringe Geschwindigkeit/Drehzahl der Welle)
3. Das Verhältnis Gewicht : Zeit bleibt annähernd gleich. Durch die Wahl der Untersetzung bzw. Übersetzung kann man also einen Gewinn an Kraft (Drehmoment) oder an Zeit (Geschwindigkeit/Drehzahl) erreichen. Dabei ergibt sich ein Verlust bei der jeweils anderen Größe.

*Begriffe:* Seiltrommel, Seilführung, Hub, Hubkraft, Hubgeschwindigkeit, Reibungsverlust

#### Bezüge zur technischen Realität (Analyse einfacher Getriebe)

*Lernziel:* Die Schüler sollen die beim Konstruieren der Modelle erworbenen Kenntnisse und Einsichten auf die technische Realität übertragen (Transfer). Sie sollen die Einsatzgründe für die einzelnen Getriebearten benennen können.

Bereitstellen der Maschinen: Handbohrmaschine, Handschleifstein, Fahrrad, Kreissäge, Nähmaschine, Filmumpulgeräte, Küchenmaschine usw.

*Analysieren der in den Maschinen enthaltenen Getriebe:*

Als Arbeitsform bietet sich Gruppenarbeit an. Jede Gruppe erhält eine Maschine zur Analyse. Als Hilfe kann ein Fragenkatalog dienen:

1. Um welche Art von Getriebe handelt es sich? (Wie wird die Bewegung übertragen?)
2. Welche Aufgaben erfüllt das Getriebe in dieser Maschine?
3. Warum ist gerade diese Art des Getriebes eingebaut?
4. Wie lautet das Übersetzungsverhältnis?
5. Warum ist dieses Übersetzungsverhältnis gewählt und nicht ein höheres oder niedrigeres?
6. Bemerkungen:

*Beispiel:* Analyse des Getriebes der Handbohrmaschine

1. Kegelradgetriebe
2. a) Es überträgt die durch eine Handkurbel erzeugte Drehbewegung über die Spindel auf das Bohrfutter.  
b) Es lenkt die von der Kurbel erzeugte Drehbewegung um (im rechten Winkel).  
c) Es erhöht die Drehzahl.
3. Es ist ein formschlüssiges Zahnradgetriebe gewählt, damit beim Bohren auch ein höherer Materialwiderstand überwunden werden kann.
4. Übersetzungsverhältnis 1 : 4
5. Bei einem kleineren Übersetzungsverhältnis würde der Bohrer sich nicht schnell genug drehen. Bei einem größeren würde zuviel Kraft gebraucht werden.

#### Systematik der Räder- und Zugmittelgetriebe

*Lernziel:* Den Schülern wird ein Ordnungsschema der Räder- und Zugmittelgetriebe gegeben. Sie sollen die angesprochenen Getriebearten in diese Ordnung richtig einreihen können und selbst weitere Beispiele erkunden. Einige Getriebearten werden bei der Konstruktion des Ventilators und den vorbereitenden Übungen nicht angesprochen. Es fehlen besonders Getriebe, die Drehbewegungen im Winkel übertragen, in denen sich also die Achsen schneiden. Damit die Schüler vor der Erstellung der Getriebe-systematik auch mit diesen Getriebeformen Erfahrungen gesammelt haben, könnten entsprechende Konstruktionsübungen mit den technischen Baukästen nachgeholt werden. Es wäre ebenso denkbar, daß der Lehrer zur Veranschaulichung solche Getriebe Modelle vorzeigt und die Schüler nur ihre Funktionsweise erklären.

Im folgenden wird eine Getriebeübersicht vorgeschlagen, wie sie mit der Klasse erarbeitet werden könnte<sup>9</sup>. Welche Teile davon vorgegeben werden müssen und welche die Schüler finden können, wird nach dem Leistungsvermögen der Klasse zu entscheiden sein. Für den Transfer des Gelernten dürfte es vorteilhaft sein, besonders viele Anwendungsfälle der verschiedenen Getriebearten erkunden zu lassen (evtl. Betriebserkundungen).

<sup>9</sup> Nach Stührmann, H.-J., Wessels, B.: Lehrhandbuch für den Technischen Werkstattunterricht, Bd. 1. Weinheim 1970 S. 58.

## Gleichförmig übersetzende Getriebe

	<i>Rädergetriebe</i> für kleinere Achsabstände		<i>Zugmittelgetriebe</i> für größere Achsabstände	
	formschlüssig (schlupffrei) Zahnradgetriebe	reibschlüssig (elastisch) Reibradgetriebe	formschlüssig (schlupffrei) Ketten- und Zahn- riemengetriebe	reibschlüssig (elastisch) Riemen- und Seil- getriebe
Kraftübertragung				
parallele Achsen	Stirnradgetriebe:  Uhrwerke, Winde, Küchenmaschinen, Wechselgetriebe (Auto), Fahrradklingel	Reibscheibengetriebe:  Nähmaschine (Garn- aufspulvorrichtung)	Ketten- und Zahn- riemengetriebe:  Fahrrad, Kettcar, Paternoster, Antrieb der Nockenwelle (Auto)	Riementrieb:  Kreissäge, Näh- maschine (Antrieb), Lichtmaschine (Auto)
sich schneidende Achsen	Kegelradgetriebe: Handbohrmaschine, Differential	Reibkegelgetriebe und Teller-Scheiben- Reibgetriebe: Fahrraddynamo, Plattenspieler	—	Winkel- oder Leit- rollenriementrieb:
nicht in einer Ebene liegende Achsen	Schneckenradgetriebe: Wagenheber, Lenk- getriebe	—	—	halbgekreuzter Riementrieb