

**Kompetenzorientierung**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

**2.1 Werkstoffe und Produkte**

- Bauelemente (z. B. Dübel, Schrauben und Muttern) und Halbzeuge (z. B. Holzkugeln, Holzleisten, Lochstreifen, Rohre, Winkel, Zahnräder) fach- und bedarfsgerecht auswählen und nutzen sowie geeignete Alternativen nennen. [2.1: E8]
- in einer Konstruktionsaufgabe, ausgehend von einer konkreten Problemstellung, einen technischen Gegenstand weitgehend selbstständig und ressourcenschonend planen, entwickeln, fertigen, beurteilen und optimieren. [2.1: M15]
- in einer Konstruktionsaufgabe, ausgehend von einer konkreten Problemstellung, einen technischen Gegenstand selbstständig und ressourcenschonend planen, entwickeln, fertigen, beurteilen und optimieren. [2.1: E15]

**2.2 Systeme und Prozesse**

- die wesentlichen Baugruppen einer Maschine nennen und das Zusammenwirken beschreiben (z. B. Bohrschrauber, Handrührgerät). [2.2: G1]
- die wesentlichen Baugruppen einer Maschine erkennen und das Zusammenwirken erläutern (z. B. Bohrschrauber, Handrührgerät). [2.2: E1]

**2.3.4 Mensch und Technik, Mobilität**

- Wirkungsweise und Aufbau eines Antriebssystems beschreiben (z. B. Elektro-, Verbrennungsmotoren, Getriebe). [2.3.4: G1]

**Prozessbezogene Kompetenzen**

- technische Informationen mit vorhandenem Wissen verknüpfen und anwenden. [EG4]
- Konstruktions- und Herstellungsprozesse planen und strukturieren. [EG5]
- Texten, Datenblättern und grafischen Darstellungen technische Informationen entnehmen und interpretieren. [K1]
- ihr Vorgehen, ihre Beobachtungen und die Ergebnisse ihrer Arbeit dokumentieren. [K2]
- zur Veranschaulichung von Ergebnissen und Daten geeignete Tabellen und Diagramme anlegen. [K3]
- relevante Informationen zu technischen Sachverhalten in angemessener Fachsprache strukturiert wiedergeben. [K7]
- konstruktive Lösungen für technische Probleme entwickeln. [H1]
- den Arbeitsablauf planen, strukturieren und optimieren. [H2]
- ihre technischen Lösungen reflektieren, prüfen und optimieren. [H7]

**Zur Sache**

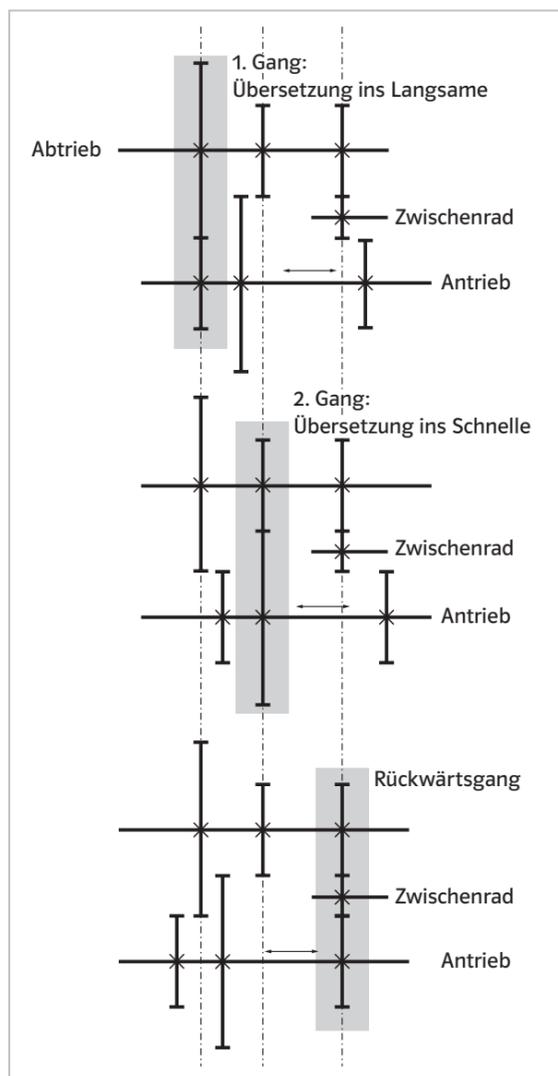
Wechselgetriebe, die die Drehzahlen am Abtrieb anpassen, sind besonders im Kleinmaschinenbereich weit verbreitet. Sie werden in der Regel mit Zahnrädern ausgeführt. Ihre Funktion ist leicht nachvollziehbar, wenn es sich nur um zweistufige Wechselgetriebe handelt und die Zahnräder nicht miteinander synchronisiert werden. Diese Synchronisation bewirkt, dass das Getriebe mit laufendem Motor geschaltet werden kann. Allerdings haben Synchronisationsgetriebe einen relativ komplizierten Aufbau und können daher in der Sekundarstufe 1 kaum behandelt werden. Einfachere zweistufige Wechselgetriebe sind dagegen für alle SuS der Sekundarstufe 1 nachvollziehbar und im Modell nachbaubar. Sie bestehen aus zwei Zahnradgruppen, wobei eine Gruppe auf einer Welle in einer Nut verschiebbar gelagert ist. Durch die Verschiebung dieser Zahnradgruppe auf der Welle greift je nach Stellung der Gruppe mal ein größeres, mal ein kleineres Kammrad in ein gegenüberliegendes Rad ein. Ein Wechsel in der Übersetzung sollte daher nur bei stillstehendem Antrieb vorgenommen werden, da sonst die Zähne nicht sauber und geräuschlos ineinandergreifen können. Zugmittelgetriebe funktionieren prinzipiell ganz ähnlich. Allerdings muss hier (z. B. bei der Kettenschaltung am Fahrrad) zum Wechseln der Kette von einem Ritzel auf das nächste vorsichtig weitergetreten werden, damit die Kette überhaupt transportiert wird. Der Aufbau eines solchen Ketten-Wechselgetriebes ist relativ leicht für die SuS nachvollziehbar. Für ein zweistufiges Wechselgetriebe mit Laufrichtungsumschaltung (Rückwärtsgang) werden statt der zwei Zahnradgruppen drei benötigt. Ein drittes Zahnrad läuft in dieser dritten Gruppe als Zwischenrad, es bewirkt die zweimalige Umlenkung der Drehrichtung, sodass am Abtrieb die gleiche Drehrichtung abgegriffen werden kann, wie sie an der Antriebsseite (Motor) anliegt.

**Methodische Hinweise**

In Aufgabe 4 ist der Einsatz eines Taschenrechners sinnvoll. Wenn entsprechende Grundkenntnisse vorhanden sind, kann auch ein Tabellenkalkulationsprogramm genutzt werden.

**Lösungen und Lösungshinweise**

- Der untere Teil von Abb. 2 im Schülerbuch zeigt eine Übersetzung ins Schnelle. Es kämmt das Zahnrad mit den 60 Zähnen ( $z = 60$ ) mit dem Zahnrad mit 20 Zähnen ( $z = 20$ ); das ergibt eine Übersetzung ins Schnelle. In Abb. 1 ist eine eindeutige Übersetzung ins Langsame zu erkennen: Ein sehr kleines Ritzel kämmt mit einem relativ großen Zahnrad. Achtung – versteckte Schwierigkeit: Die andere mögliche Stellung der Zahnradgruppen zueinander in Abb. 1 ergibt auch keine Übersetzung ins Schnelle, denn das verhältnismäßig große Ritzel auf der Antriebswelle ist immer noch kleiner als das gegenüberliegende Zahnrad auf der Abtriebswelle. Dies ist technisch notwendig, weil die Umdrehungszahl eines Elektromotors deutlich über der sinnvoll nutzbaren Umdrehungsgeschwindigkeit einer Handbohrmaschine liegt. [2.2: G1], [EG4, K7]
- Im 1. Gang treibt ein Zahnrad mit 20 Zähnen ein Zahnrad mit 60 Zähnen an. Die Zähne verhalten sich also zueinander im Verhältnis von 20 zu 60 (oder 1 zu 3). Beim 2. Gang ist das Verhältnis der beiden Zahnräder zueinander genau umgekehrt, also 3 zu 1. Das bedeutet, dass das Abtriebsrad drei Umdrehungen macht, während sich das Antriebsrad nur einmal drehen muss. [2.2: G1], [2.3.4: G1], [K1]
- a) Individuelle Lösungen  
Dieses Modell wird am schnellsten mit einem Technikbaukasten realisiert. Allerdings gibt es im Lehrmittelhandel auch Halbzeuge, die ähnliche Lösungen ermöglichen. Konstruktiv muss man darauf achten, dass die Zahnräder, die die Übersetzung ins Schnelle ermöglichen sollen, in der Summe den gleichen Durchmesser haben wie die beiden Zahnräder, die die Übersetzung ins Langsame bewirken sollen. Außerdem müssen die beiden Zahnräder der Abtriebswelle zusammen mit der Welle verschoben werden können. [2.1: M15], [EG5, H1, H2]  
● b) Individuelle Lösungen  
Abb. 1 zeigt die Anordnung der Zahnradgruppen zueinander in den drei möglichen Stellungen. Das Zwischenrad muss dabei nicht unbedingt mit den beiden Hauptachsen in einer Ebene liegen und kann daher beliebig groß sein. [2.1: M15], [EG5, H1, H2]



1 Schematische Darstellung der Zahnradgruppen in einem Zweigangwechselgetriebe mit Rückwärtsgang

**4 ● a) und b)**

**Kettenschaltung mit 21 Gängen**

Gang/ Gruppe	Zähne an Kurbel	Zähne am Hinterrad	Über-setzungs-verhältnis	Rang
1/1	24	28	0,86	1
1/2	24	24	1	2
1/3	24	21	1,14	3
2/1	34	28	1,21	4
1/4	24	18	1,33	5
2/2	34	24	1,42	6
1/5	24	16	1,5	7
3/1	42	28	1,5	8
2/3	34	21	1,62	9
1/6	24	14	1,71	10
3/2	42	24	1,75	11
2/4	34	18	1,89	12
3/3	42	21	2	13
2/5	34	16	2,13	14
1/7	24	11	2,18	15
3/4	42	18	2,33	16
2/6	34	14	2,43	17
3/5	42	16	2,63	18
3/6	42	14	3	19
2/7	34	11	3,09	20
3/7	42	11	3,82	21

Wenn ein Tabellenkalkulationsprogramm benutzt wird, sieht der Anfang der Tabelle folgendermaßen aus:

	A	B	C	D	E
1	Kettenschaltung mit 21 Gängen				
2	Gang/ Gruppe	Zähne an Kurbel	Zähne am Hinterrad	Über-setzungs-verhältnis	Rang
3	1/1	24	28	=RUNDEN(B3/C3;2)	1
4	1/2	24	24	=RUNDEN(B4/C4;2)	2
5	1/3	24	21	=RUNDEN(B5/C5;2)	3
6	2/1	34	28	=RUNDEN(B6/C6;2)	4

[EG4, K1, K2, K3]

**5 ● Individuelle Lösungen**

Funktionsfähige Modelle mit einem zweistufigen Kettengetriebe können z. B. mit den Materialien von Fischertechnik gebaut werden. Modelle mit Halbzeugen aus dem Lehrmittelhandel funktionieren nur eingeschränkt, da die Ketten hierfür meist ungeeignet sind. [2.1: E8], [2.1: E15], [2.2: E1], [EG5, H1, H2, H7]

**Medien**

- AB 1 ▶ Einteilung von Getrieben. Arbeitsblätter Umwelt Technik – Arbeit und Produktion B (757723), S. 18
- AB 2 ▶ Arten und Eigenschaften von Getrieben. Arbeitsblätter Umwelt Technik – Arbeit und Produktion B (757723), S. 20
- AB 3 ▶ Zahnräder. Arbeitsblätter Umwelt Technik – Arbeit und Produktion B (757723), S. 22
- AB 4 ▶ Drehzahländerung durch Zahnradgetriebe. Arbeitsblätter Umwelt Technik – Arbeit und Produktion B (757723), S. 24
- AB 5 ▶ Funktionen von Zwischenrädern. Arbeitsblätter Umwelt Technik – Arbeit und Produktion B (757723), S. 26
- AB 6 ▶ Getriebekombinationen. Arbeitsblätter Umwelt Technik – Arbeit und Produktion B (757723), S. 30
- AB 7 ▶ Achsen. Arbeitsblätter Umwelt Technik – Arbeit und Produktion B (757723), S. 8
- AB 8 ▶ Wellenarten unterscheiden. Arbeitsblätter Umwelt Technik – Arbeit und Produktion B (757723), S. 10
- AB 9 ▶ Lagerarten. Arbeitsblätter Umwelt Technik – Arbeit und Produktion B (757723), S. 16