

EXPERIMENTIERBUCH

PROFI CARTECH



fischertechnik[®] [®]

fischertechnik® 

Experimentierbuch

PROFI CARTECH

fischertechnik 

Pflaum Verlag München

Bildquellen-Nachweis:

MAN: S. 74

Mercedes: S. 24/25; S. 34/35; S. 60/61; S. 88

Opel: S. 72/73

ISBN 3-7905-0624-9

Copyright 1991 by Richard Pflaum Verlag GmbH & Co., KG. München · Bad Kissingen · Baden-Baden · Berlin · Düsseldorf · Heidelberg

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

© für die Abbildungen fischerwerke Arthur Fischer GmbH & Co. KG, Tumlingen

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Satz: typo spezial Ingrid Geithner, Erding

Druck: Pflaum Verlag München

Inhalt

CarTech	7
Bevor Du anfängst	8
Montage der mechanischen Bauteile	8
Steckermontage	11
Kabel anfertigen	11
Kabel abisolieren und Stecker montieren	11
Stromversorgung	12
Motor	12
Ein wenig Elektrotechnik	13
Aufbau der Modelle	15
Das Geheimnis der Kraftübertragung	17
Getriebe für Traktoren, Renn- und Geländewagen	25
Schaltgetriebe	35
Schaltgetriebe mit 2 Gängen	36
Fahrzeug mit Schalgetriebe	40
Schaltgetriebe mit Rückwärtsgang	45
Fahrzeug mit Rückwärtsgang	49
Fahrzeug mit Rückwärtsgang und Kettenantrieb	53
Fahrzeug mit Schaltgetriebe und Lenkung	56
Fahrzeuglenkungen	61
Fahrzeug mit Drehschemellenkung	62
Fahrzeug mit Achsschenkellenkung	65
Fahrzeug mit Allradlenkung	70
Fahrzeugantriebe	73
Fahrzeug mit Antriebswelle und Kegelradantrieb	74
Fahrzeug mit Differential	78
Fahrzeug ausgebaut mit MASTER-Bauteilen	81
Funktionsmodell Differentialgetriebe	82
Fahrzeug mit Heckmotor und Differentialgetriebe	85
Fahrzeug mit Pendelachse und Differentialgetriebe	88
Fahrzeug mit Allradantrieb und Knicklenkung	91
Stückliste	95

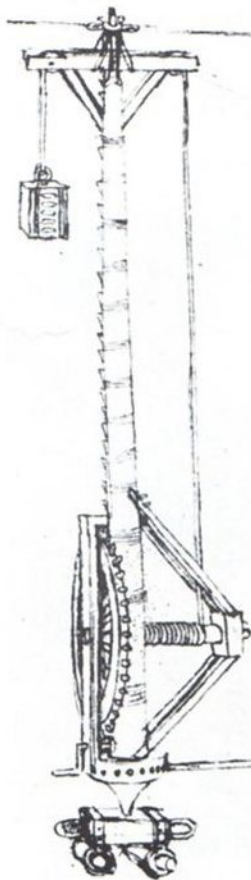
CarTech...

.... ist die Abkürzung für Car-Technik, also für alles, was mit der Fahrzeug-Technik zusammenhängt. Natürlich können nicht alle Gebiete der Autotechnik in einem fischertechnik-Baukasten behandelt werden.

Hier geht es um die beiden wichtigsten Punkte, Antrieb und Lenkung. Du wirst Getriebe mit zwei Vorwärtsgängen oder mit Rückwärtsgang bauen, die verschiedenen Formen der Lenkung ausprobieren, die Möglichkeiten von Geländefahrzeugen mit Vierradantrieb und Pendelachse kennenlernen und mit den Modellen erproben. Dies ist kein Unterrichtsbuch, wie Du es von der Schule her kennst. Es soll Dir nur Anregungen für eigene Experimente geben, mit denen Du dann ganz einfach herausfindest, wie das alles funktioniert.

Auch wenn die Getriebe von Autos mit vier oder mehr Gängen ausgerüstet und auch etwas anders aufgebaut sind, arbeiten sie im Prinzip genauso, wie Deine fischertechnik-Modelle mit nur zwei Gängen. Getriebe werden nicht nur in Autos, sondern auch in vielen anderen Maschinen verwendet (z. B. in der Bohrmaschine, in der Waschmaschine, beim Fahrrad). Auch eine mechanische Uhr ist nichts weiter als ein spezielles Getriebe. Übrigens waren Getriebe schon in der Antike die wichtigsten Maschinen-Elemente, und in den Aufzeichnungen von Leonardo da Vinci, der Ende des 15. Jahrhunderts lebte, finden sich schon die Antriebsprinzipien, wie wir sie heute immer noch anwenden.

Wenn Du die Modelle aufgebaut und verstanden hast, wie sie funktionieren, kannst Du sie auch mit Bausteinen aus anderen fischertechnik-Baukästen kombinieren (z. B. durch ein Führerhaus aus dem Master-Baukasten erweitern) oder sogar eigene Modelle entwerfen (z. B. einen Kran mit einem Getriebe für den Lasthaken).

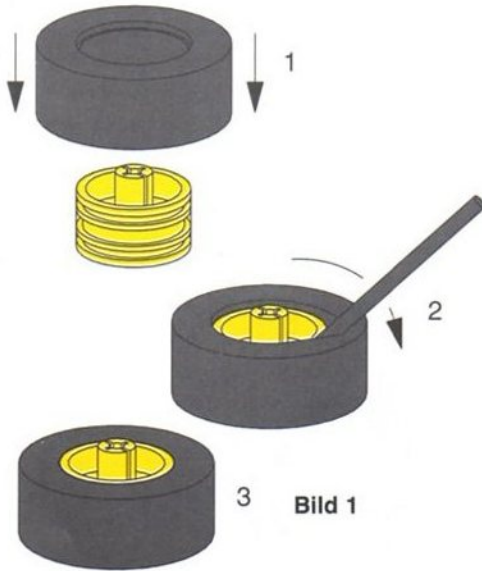


Bevor Du anfängst ...

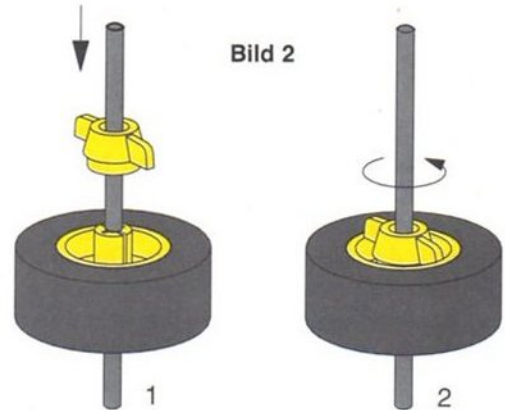
... noch ein paar wichtige „Kleinigkeiten“ und Tips, die Du unbedingt durchlesen solltest, bevor Du mit dem Aufbau Deines ersten Modells beginnst.

Montage der mechanischen Bauteile

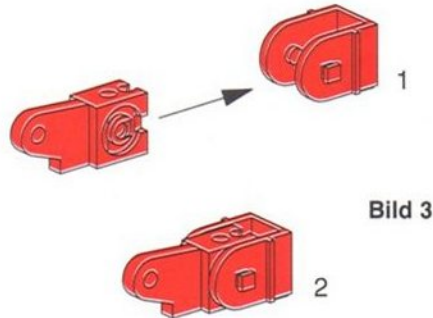
1. Reifen montieren (Bild 1)



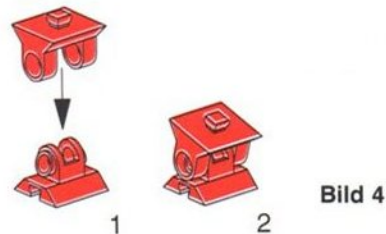
2. Nabe auf der Achse festziehen
Nabenzange und Nabenmutter mit dem Zahnrad verschrauben. Dann auf die Achse stecken und Nabenmutter gut festziehen (Bild 2).



3. Zusammenbau von Lenkwürfel und Lenkklaue (Bild 3)



4. Zusammenbau von Gelenkwürfelklaue und Gelenkwürfelzunge (Bild 4)



5. Zusammenbau von Lenkrad, Zangenmutter und Lenksäule

Zangenmutter auf das Lenkrad aufschrauben, dann auf die Lenksäule stecken und Zangenmutter gut festziehen (**Bild 5**).

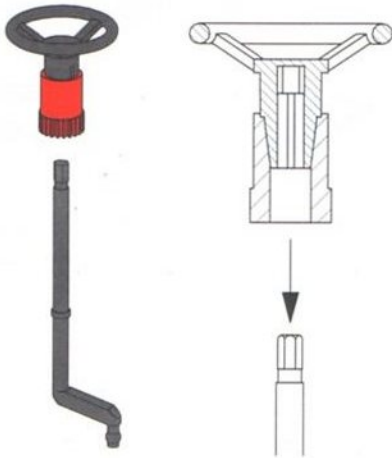


Bild 5

6. Zusammenbau der Kette

Die Kette montierst Du durch Zusammenstecken der einzelnen Rastkettenglieder, bis die erforderliche Länge erreicht ist. In der Anleitung zu den Modellen steht immer, wie lang die Kette sein muß (**Bild 6**).

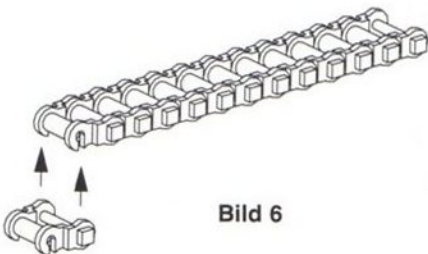


Bild 6

7. Unterscheidung der verschiedenen Zahnräder (**Bild 7**)

	Zahnrad Z10
	Spannzange
	Nabenmutter
	Zahnrad Z20
	Flachnabenzange
	Zahnrad Z15
	Zahnrad Z10 mit Rasthülse
	Kegelzahnrad mit Rasthülse
	Kegelzahnrad mit Rastachse

Bild 7

8. Kombination von Zahnrädern Z15 mit Zangenmutter und Spannzange

Bei der Kombination von zwei Zahnrädern 15 mußt Du etwas aufpassen. An beiden Zahnrädern ist eine Markierung

Bevor Du anfängst ...

Markierung auf Markierung

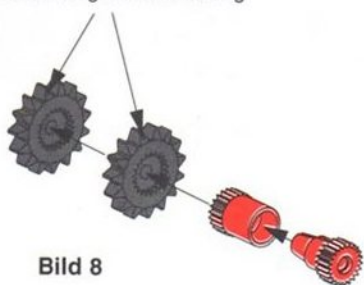


Bild 8

angebracht. Die Zahnräder lassen sich nur dann richtig zusammenbauen, wenn beide Markierungen übereinanderliegen. Lege die beiden Zahnräder so aufeinander, daß die Markierung in die gleiche Richtung weist. Dann die Spann- zange durchstecken und die Zangen- mutter aufschrauben (**Bild 8**).

9. Zusammenbau des Kardangelenks (**Bild 9**)



Bild 9

10. Zusammenbau des Differential- Getriebes (**Bild 10**)

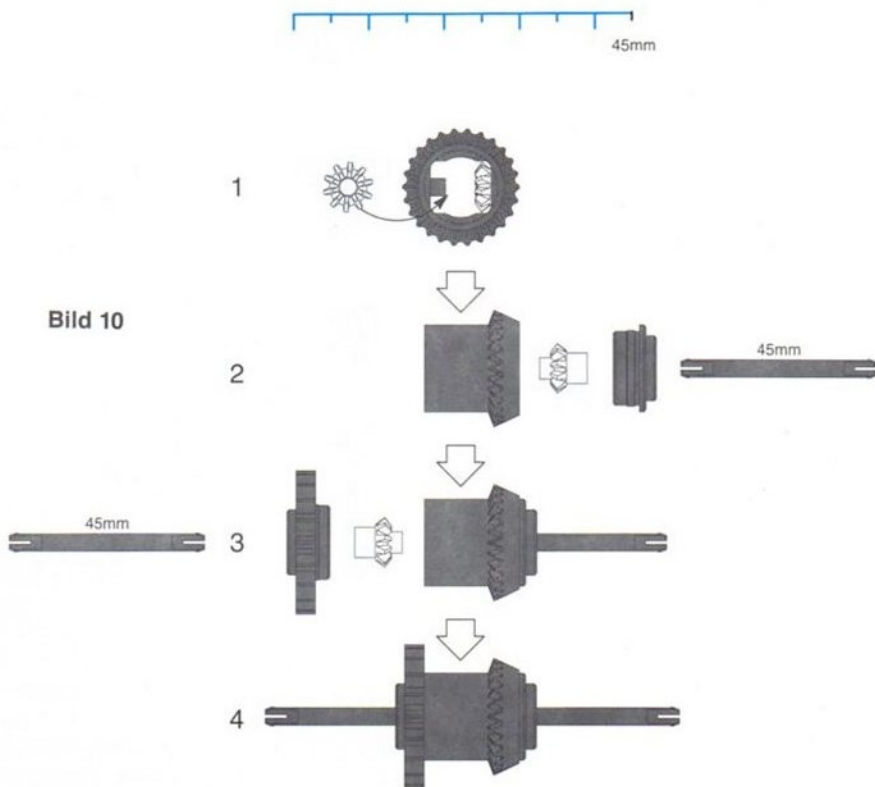
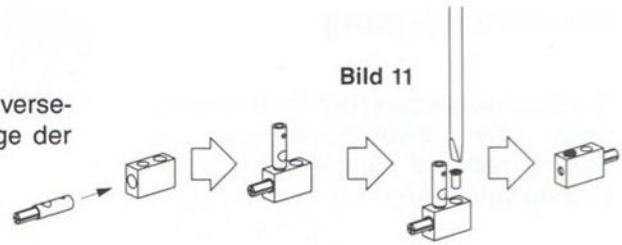


Bild 10

Steckermontage

Alle Kabel werden mit Steckern versehen. Den Aufbau und die Montage der Stecker zeigt Dir das **Bild 11**.



Kabel anfertigen

Für die Verbindung zwischen Stromversorgung, Motor und Schalter wird ein zweiadriges Kabel gebraucht. Die Enden der Kabel vorsichtig mit einer Schere etwa 3 cm auftrennen und die einzelnen Adern etwas auseinanderziehen (**Bild 12**).



Bild 12

Kabel abisolieren und Stecker montieren

Zum Abisolieren die Kunststoffhülle etwa 4 mm vom Kabelende mit einem Messer ringsherum einritzen. Die feinen Kupferadern dürfen dabei nicht verletzt werden! Anschließend die Kunststoffisolierung vom Kupferleiter abziehen. Vor dem Anschrauben des Steckers wird die Kupferlitze nach hinten umgebogen und dann der Stecker aufgeschraubt. Dazu löst Du die Schraube des Steckers, damit das Kabelende eingeschoben werden kann. Nun ziehst Du die Schraube sanft an, damit die Isolierung nicht zu stark gequetscht wird (**Bild 13**).

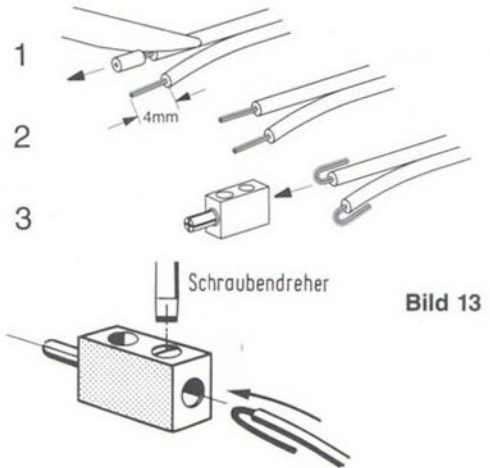


Bild 13

An eine Kabelader kommen an beide Enden Stecker mit der gleichen Farbe — an die rote Ader rote Stecker und an die rot-grüne Ader grüne Stecker (**Bild 14**).

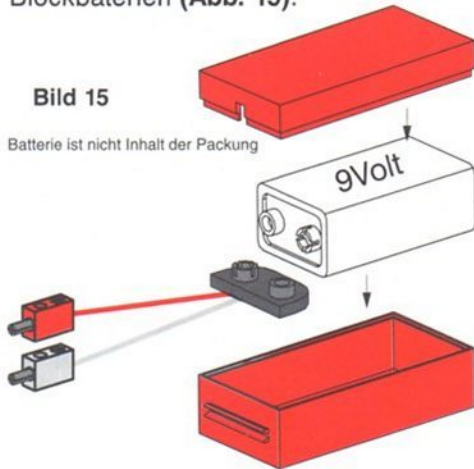


Bild 14

Bevor Du anfängst ...

Stromversorgung

Die Stromversorgung der Modelle erfolgt durch den 9-Volt-Powerblock. Der Stecker paßt auf handelsübliche 9-Volt-Blockbatterien (**Abb. 15**).



Achte auf ausgelaufene Batterien! Bei längeren Betriebspausen empfiehlt es sich, die Batterien aus dem Batteriegehäuse zu entfernen. Verbrauchte Batterien sind dem Sondermüll zuzuführen.

Motor

Gleichspannungs-Elektromotor mit drei Anschlußmöglichkeiten (**Bild 16**). Die Anschlußmöglichkeiten kannst Du auch kombinieren (z. B. rechts den Stecker von vorne und links von oben einstecken). Die beiden Anschlußstecker dürfen aber **NIE** auf der gleichen Seite des Motors eingesteckt werden, denn das gibt einen Kurzschluß.

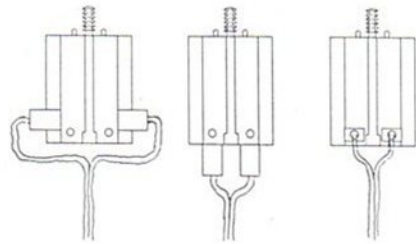


Bild 16

Ein wenig Elektrotechnik

Die Modelle werden alle mit einem Elektromotor angetrieben. Deshalb solltest ein wenig über Elektrotechnik wissen:

Nicht alle Stoffe leiten den Strom gleich gut. Besonders gut fließt er durch Metalle, wie z. B. die dünnen Kupferleitungen, die beim fischertechnik-Baukasten verwendet werden. Aber auch Messing, Eisen, Blei, Zinn oder die blanken fischertechnik-Metallachsen sind gute Leiter. Berühren sich zwei Leiter, kann der Strom auch über die Kontaktstelle fließen (wir nutzen das z. B. bei Steckern und Buchsen aus).

Andere Stoffe leiten den Strom schlecht oder gar nicht. Darum werden auch die Kupferadern der Kabel gegen zufällige Berührung durch Kunststoff geschützt, denn der Kunststoff ist ein ausgesprochener Nichtleiter oder Isolator. Auch Luft, Glas, trockenes Holz und die meisten nichtmetallischen Stoffe sind Nichtleiter.

Für den Betrieb von elektrischen Verbrauchern (Lampen, Elektro-Magnete, Motoren) braucht man eine Stromquelle, z. B. eine Batterie oder ein Netzteil. Die Stromquelle kann man sich wie eine Wasserpumpe vorstellen, die den Strom durch die Leitungen und Verbraucher drückt. Wie bei der Pumpe vom Aquarium ist ein geschlossener Kreislauf nötig, damit der Strom fließen kann (**Bild 17**). Der Strom fließt über die „Hinleitung“ zum Verbraucher und über die „Rückleitung“ wieder zur Batterie. Wird der Stromkreis an irgendeiner Stelle unterbrochen, kann kein Strom mehr fließen. Bei den CarTech-Modellen fließt der Strom normalerweise von der Batterie über den Umpolschalter zum Motor. Schließe doch einmal die Stecker von der Batterie direkt an den Motor an und achte auf die Drehrichtung. Nun vertausche die beiden Stecker am Motor — jetzt dreht der Motor in die andere Rich-

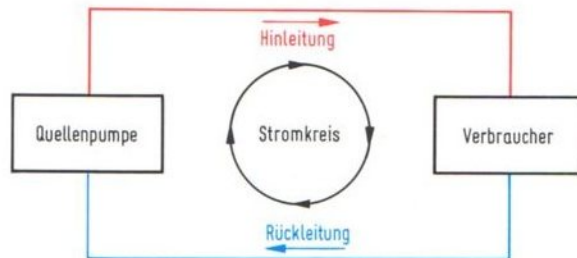


Bild 17

ung. Das Umstecken der Anschlüsse kehrt also die Drehrichtung um. Aber das ist doch recht umständlich. Viel praktischer ist da der Umpolwechsler, der nicht nur die Motoranschlüsse vertauscht (umpolt), sondern in der Mittelstellung den Motor auch noch abschaltet.

Der Umpolwechsler hat zwei Buchsenpaare, die mit „Batterie“ und „Motor“ beschriftet sind. In das Buchsenpaar „Batterie“ steckst Du die beiden Stecker vom Batterieanschluß. In die beiden Buchsen „Motor“ wird das Verbindungskabel zum Motor gesteckt (**Bild 18**).

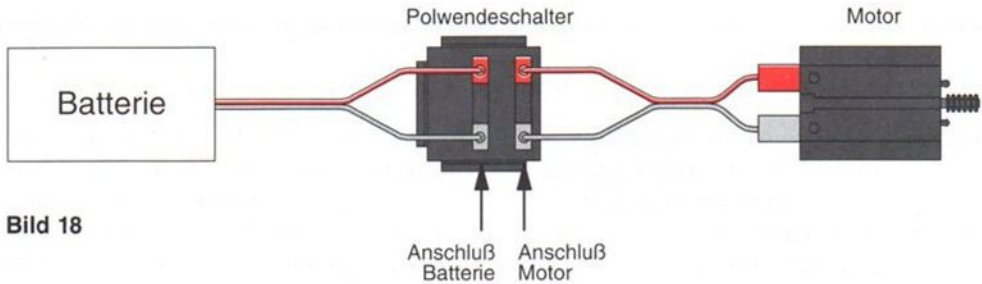


Bild 18

Aufbau der Modelle

Die Modelle selbst werden Schritt für Schritt nach den Bauplänen aufgebaut. Bei jedem Bauabschnitt werden die neu hinzukommenden Bauteile farbig gezeigt. Wenn auf einem vorhergehenden Teil aufgebaut wird, ist dieser Abschnitt weiß gezeichnet. Suche vor jedem Bauabschnitt zuerst die benötigten Bauteile heraus und baue diese anschließend ein. Der nächste Bauabschnitt wird erst in Angriff genommen, wenn alle Teile

verarbeitet sind. Achte bei den Bausteinen auch auf die Einbaulage, damit Dir in späteren Abschnitten nicht der Weg verbaut ist.

Wichtig ist auch, daß alle Achsverschraubungen, z. B. Naben, gut festgezogen sind, sonst funktioniert das Modell nicht. Die Vorbereitungen sind nun erledigt. Jetzt kannst Du dieses Anleitungsbuch ruhig einmal durchblättern und hier und da etwas schmökern.





Das Geheimnis der Kraftüber- tragung

Bei vielen CarTech-Modellen erfolgt die Übertragung der Drehbewegung des Motors auf die Räder über eine Kette — so wie Du es vom Fahrrad her kennst. Wenn Du Dir den Antrieb Deines Fahrrades anschaust, fällt Dir vielleicht bei der Kette und den beiden Zahnrädern etwas auf: Wieso ist eigentlich beim Fahrrad das vordere Zahnrad größer als das hintere?

Wenn Du herausgefunden hast, was hinter dieser Frage steckt, dann hast Du auch schon die Grundbegriffe der Getriebetechnik „in der Tasche“. Von der Kraftübertragung mit einem Zahnrad zur Gangschaltung (z. B. die Kettenschaltung am Fahrrad) ist es dann nur noch ein kleiner Schritt. Bevor Du das erste Modell baust, überlege Dir doch einmal, was alles zum Antreiben eines Fahrzeugs oder einer Maschine gehört.

- Zunächst brauchst Du ein Antriebsteil. Beim Fahrrad sind es die Pedale, beim fischertechnik-Modell ist es ein Elektromotor.
- Dann wird eine Kraftübertragung zwischen Antrieb und den angetriebenen Teilen benötigt, z. B. die Kette beim Fahrrad oder Zahnräder beim Autogetriebe. Ketten- und Zahnradübertragung wirst Du auch bei den fischertechnik-Modellen finden.
- Am Ende der Kraftübertragung befinden sich dann die angetriebenen Teile, z. B. die Autoräder, ein Bohrer, die Tür vom Lift — eben alles das, was bewegt werden soll.

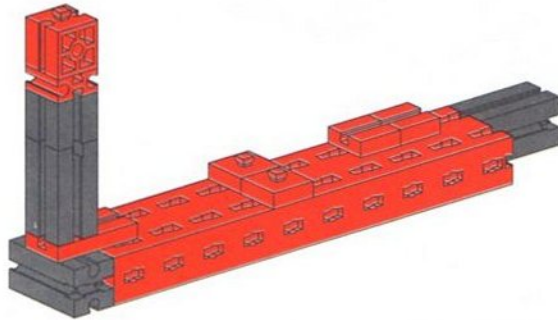
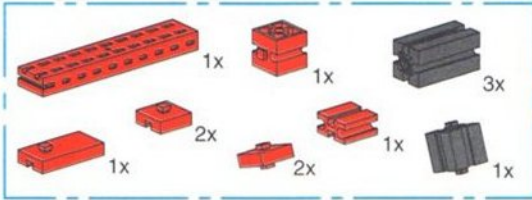
Manchmal fällt die Kraftübertragung auch ganz weg, z. B. bei einem Ventilator, wo der Propeller direkt auf der Achse des Motors sitzt. Meist kann man aber die hohe Drehzahl des Motors nicht brauchen; sie muß über ein Getriebe vermindert werden. Dabei ergibt sich gleich noch ein sehr erwünschter Effekt: Die Kraft des Motors nimmt mit der Verminderung der Drehzahl zu.

Wie das funktioniert, kannst Du jetzt gleich mit dem ersten Modell ausprobieren. Die einzelnen Bauphasen findest Du auf den folgenden Seiten. Mit diesem Modell kannst Du ausprobieren, wie sich verschiedene Zahnräder beim Kettenantrieb auswirken. Zum Spannen der Kette beim Wechsel zwischen großen und kleinen Zahnrädern kannst Du das linke Wellenlager auf der Bodenplatte verschieben. Doch jetzt ans Werk (die Abkürzung „Zahnrad 20“ steht für „Zahnrad mit 20 Zähnen“), und achte auf die Drehzahl der beiden Reifen:

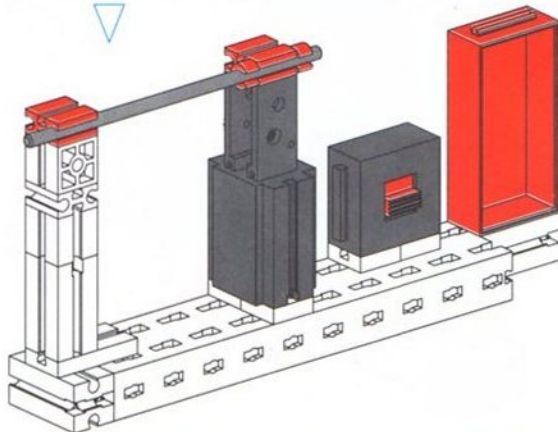
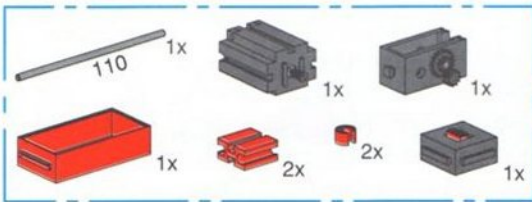
1. Versuch: linkes Zahnrad 20, rechtes Zahnrad 20
2. Versuch: linkes Zahnrad 10, rechtes Zahnrad 10
3. Versuch: linkes Zahnrad 20, rechtes Zahnrad 10
4. Versuch: linkes Zahnrad 10, rechtes Zahnrad 20

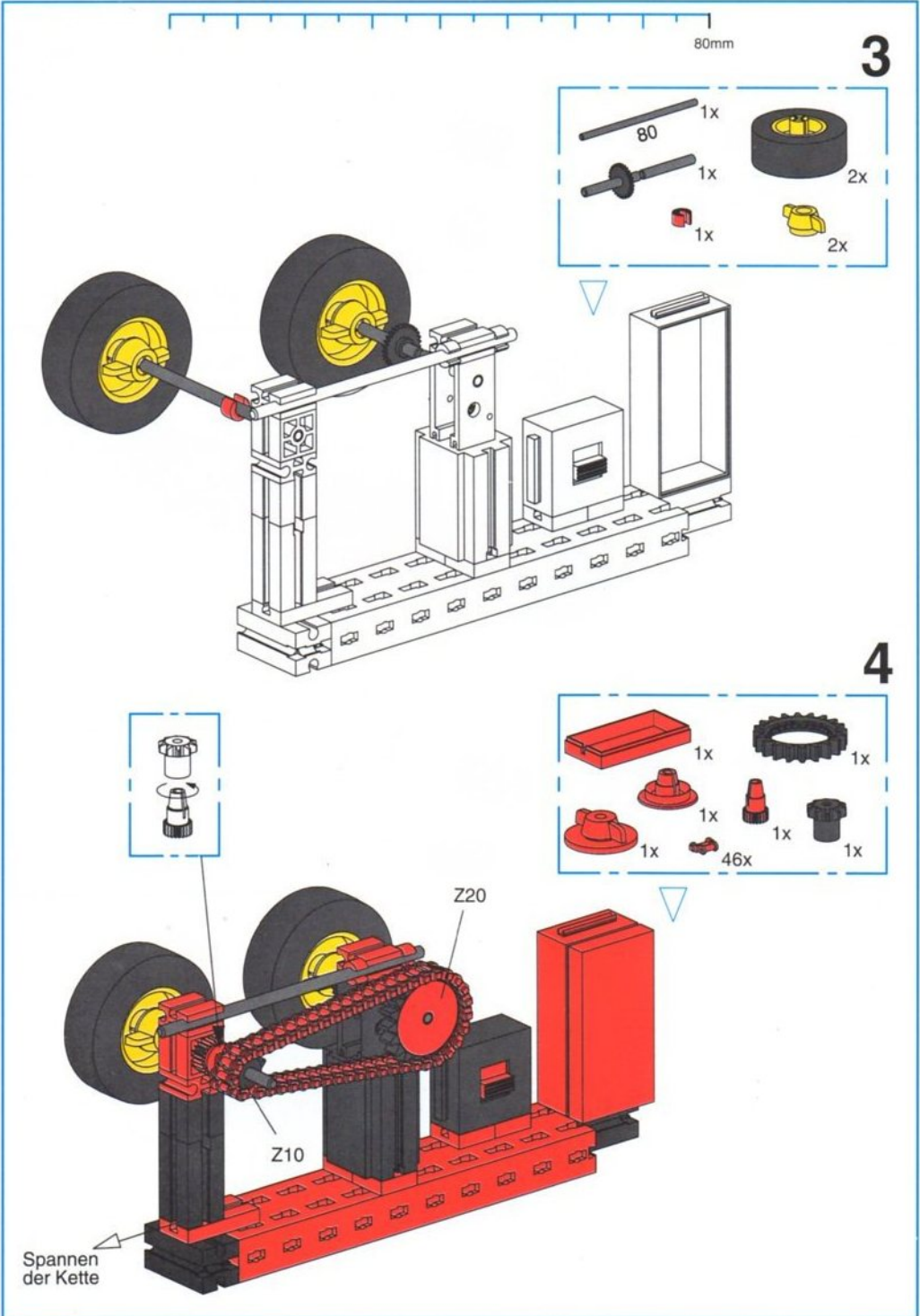
1

110mm



2





Wie funktioniert?

Was hast Du herausbekommen? Beim ersten und zweiten Versuch drehen sich beide Reifen gleich schnell, obwohl die Zahnräder beim ersten Versuch doppelt so viele Zähne haben wie im zweiten Versuch. Beim dritten Versuch dreht sich der linke Reifen langsamer als der rechte, und beim letzten Versuch ist es umgekehrt, der linke Reifen läuft schneller. Jetzt muß noch geklärt werden, um wieviel schneller oder langsamer der linke Reifen läuft.

Das kannst Du Dir ganz einfach überlegen. Die Kette bildet ja eine starre Verbindung, es kann sich nichts verschieben. Was geschieht, wenn das rechte Zahnrad 10 Zähne und das linke 20 Zähne hat? Nimm einmal an, das rechte Zahnrad dreht sich eine volle Umdrehung. Dann wandert die Kette genau 10 Zähne weiter — und da die Verbindung starr ist, muß sich also auch das linke Zahnrad um 10 Zähne weiterbewegen. Weil das linke Zahnrad aber 20 Zähne besitzt, dreht es sich nur um eine halbe Umdrehung weiter. Wenn jetzt das rechte Zahnrad eine weitere Umdrehung vollführt, dann hat das linke gerade eine volle Umdrehung ausgeführt — es dreht sich also gerade halb so schnell wie das rechte. Du kannst das auch selbst ausprobieren, wenn Du das Getriebe am Motor leicht

verschiebst (der Motor wird vom Antrieb getrennt) und die Reifen von Hand drehst. Um die Umdrehungen besser zählen zu können, kannst Du die Zahnräder mit einem kleinen Stück Klebestreifen markieren. (Aufpassen, daß der Klebestreifen nicht in die Kette gerät!) Wenn die Zahnräder wie beim vierten Versuch angeordnet sind, ist es genau umgekehrt, das linke Zahnrad dreht sich doppelt so schnell wie das rechte (**Bild 19**). Beim ersten und zweiten Versuch haben sich beide Reifen gleich schnell gedreht, und bei den beiden Versuchen war auch die Geschwindigkeit gleich. Es kommt also offensichtlich nicht darauf an, wieviele Zähne die Zahnräder haben, sondern nur darauf, wie sich die Zähnezahlen zueinander verhalten. Stell Dir jetzt einmal vor, das linke Zahnrad hätte 40 Zähne und das rechte 20 Zähne: für eine Umdrehung des linken Zahnrades muß das rechte sich zweimal drehen — es ergibt sich hier also das gleiche Verhältnis wie vorher.

Mit diesem Wissen kannst Du nun schon in die Berechnung von Getrieben einsteigen. Weil bei der Kraftübertragung die Anzahl der Zähne keine Rolle spielt, sondern nur das Verhältnis der Zähnezahlen zueinander, hat man in der Technik für dieses Verhältnis einen festen Begriff eingeführt. Die Motor-Drehzahl wird in eine schnellere oder langsamere Drehzahl übersetzt, und daher nennt man das

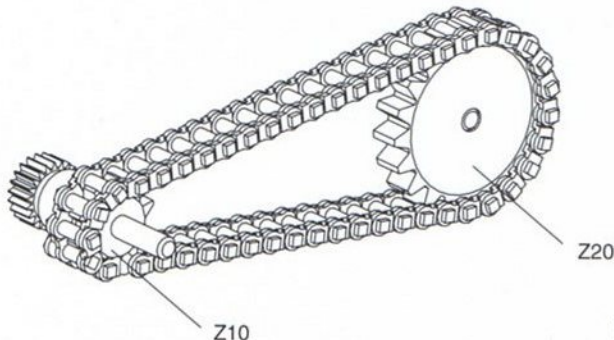
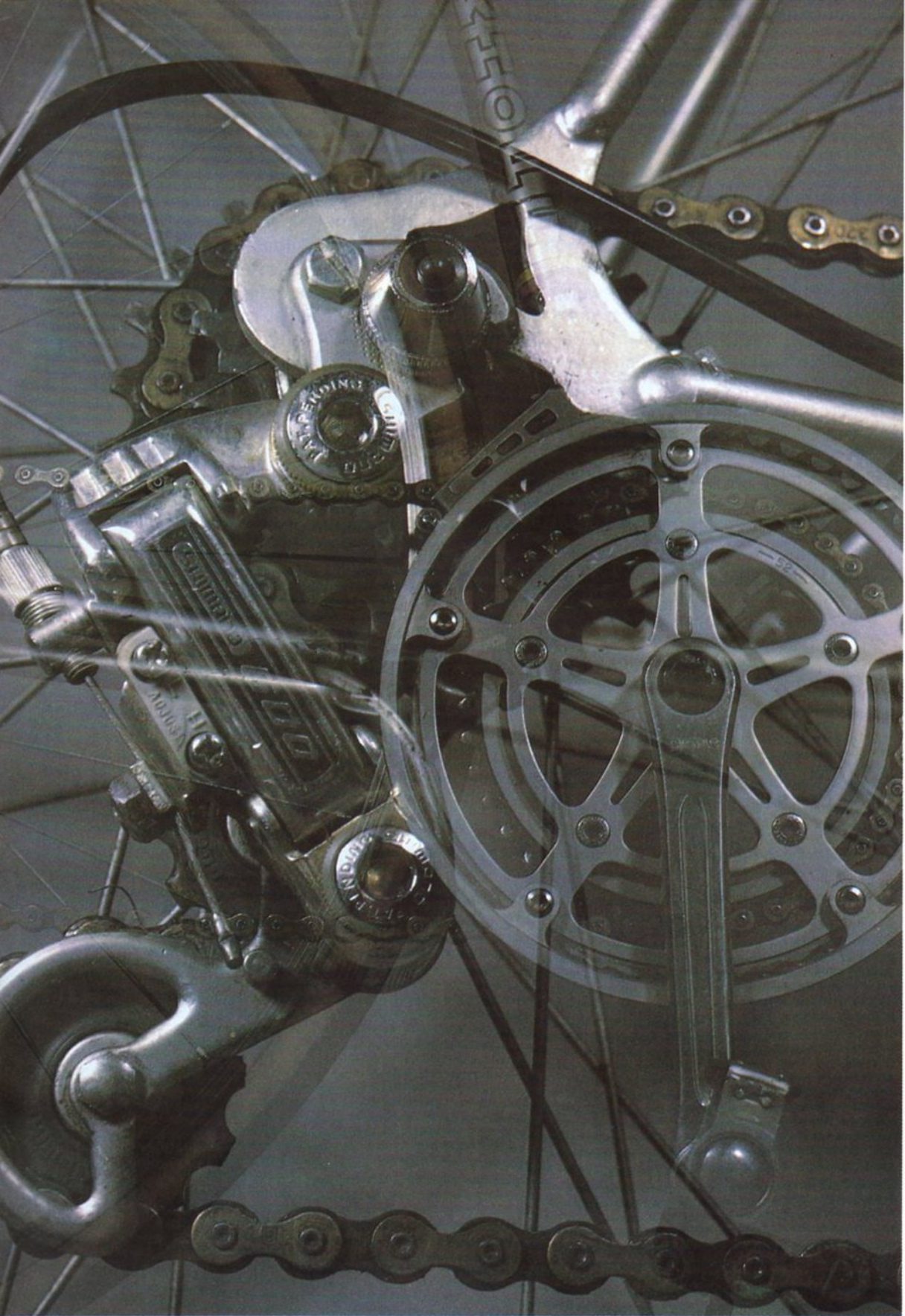


Bild 19



Verhältnis der Zähnezahlen „Übersetzungsverhältnis“. Zu den besprochenen Beispielen kannst Du jetzt auch sofort das Übersetzungsverhältnis ausrechnen:

$$\frac{20}{40} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$$

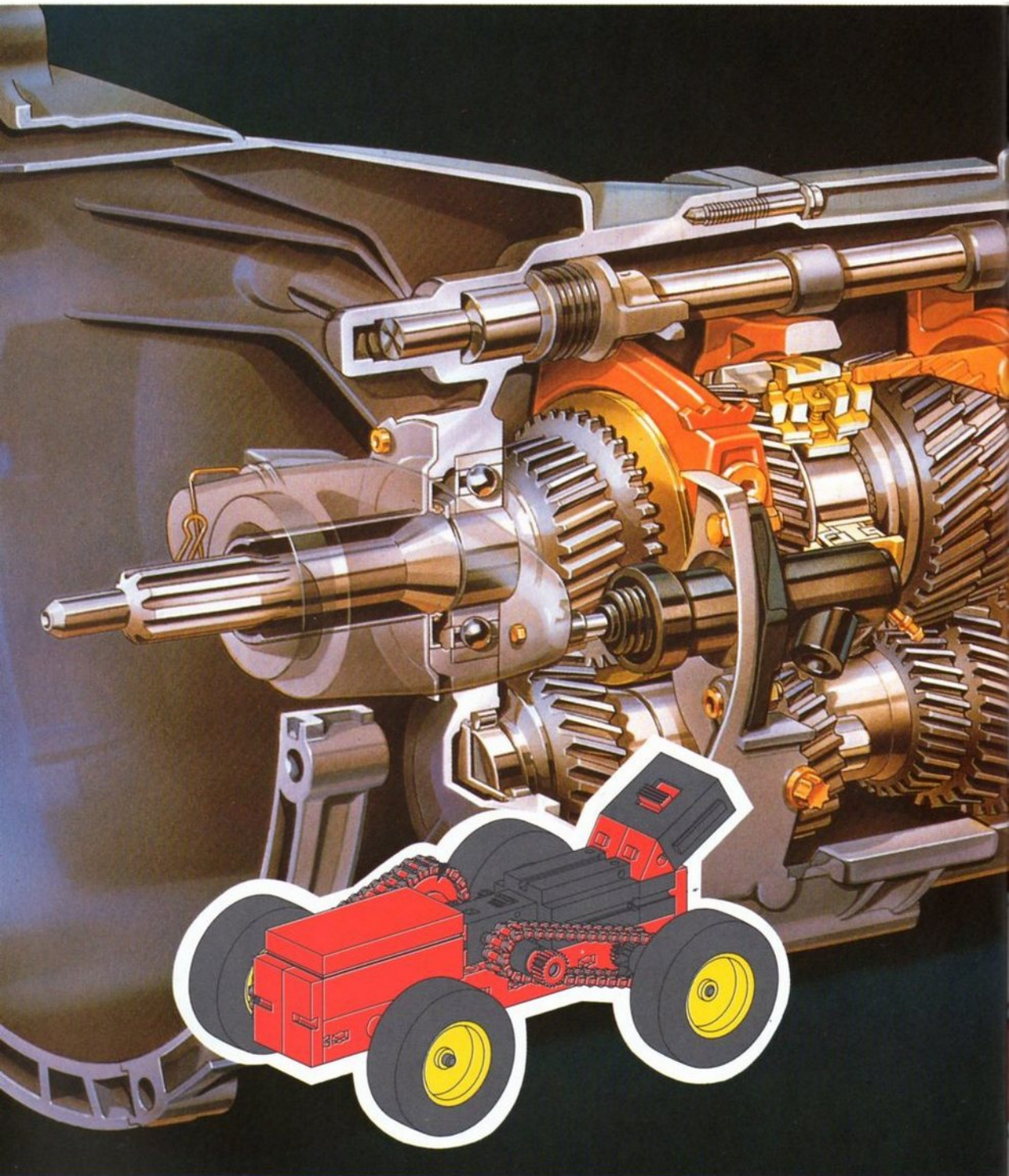
Wie Du siehst, beschränkt sich die Rechenerei auf das Kürzen des Bruchs. Nun kannst Du auch das Übersetzungsverhältnis zu den vier Versuchen ausrechnen. Wenn Du Dir noch nicht ganz sicher bist, kannst Du in der folgenden Tabelle „spicken“ (statt des Bruchstrichs haben wir den Doppelpunkt genommen, damit es übersichtlicher ist).

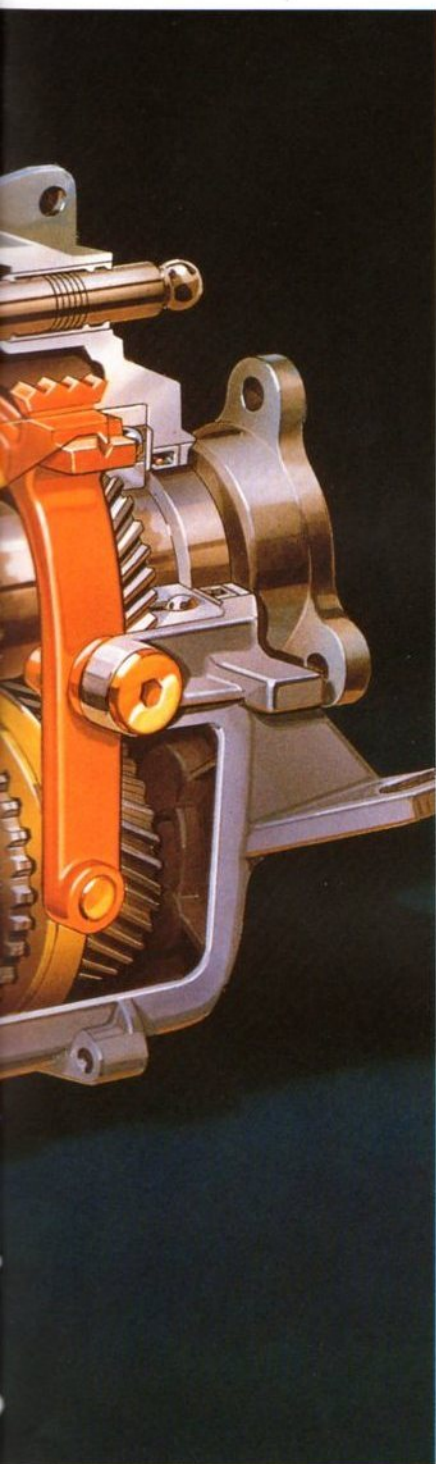
Versuch Nummer	Zähne links Reifen	Zähne rechts Antrieb	Übersetzung
1	20	20	20:20 = 1:1
2	10	10	10:10 = 1:1
3	20	10	20:10 = 2:1
4	10	20	10:20 = 1:2

Aus dem Übersetzungsverhältnis kannst Du auch gleich erkennen, ob sich der angetriebene (linke) Reifen schneller oder langsamer dreht als der Reifen auf der (rechten) Motorwelle:

- Ist der Wert vor dem Doppelpunkt größer als der Wert dahinter, wird die Drehzahl herabgesetzt.
- Ist der Wert vor dem Doppelpunkt kleiner als der Wert dahinter, wird die Drehzahl erhöht.

Jetzt kannst Du auch die Frage vom Anfang des Kapitels beantworten. Beim Fahrrad ist das vordere Zahnrad bei den Pedalen größer, damit Du nicht wie ein Verrückter strampeln mußt, um voranzukommen.





Getriebe für Traktoren, Renn- und Gelände- wagen

Die Kraftübertragung mit Kette und Zahn-
rädern kannst Du jetzt gleich bei den er-
sten Fahrzeugmodellen praktisch anwen-
den. Dabei wirst Du auch noch etwas
über den Zusammenhang zwischen
Übersetzungsverhältnis und der An-
triebskraft erfahren, die auf die Räder
wirkt.

Der Grundaufbau der nächsten drei Modelle ist gleich, sie unterscheiden sich nur beim Antrieb der Räder.

- Beim ersten Fahrzeug hat das Zahnrad auf der Motorwelle 10 Zähne, das Zahnrad an der Achse 20 Zähne. Das Übersetzungsverhältnis beträgt also 2:1, und das Fahrzeug fährt langsam (z. B. ein Traktor).
- Beim zweiten Fahrzeug ist es genau umgekehrt, auf der Motorwelle sitzt das Zahnrad 20 und auf der Achse das Zahnrad 10. Das Übersetzungsverhältnis beträgt 1:2, und das Fahrzeug fährt viermal so schnell, wie das erste (z. B. ein Rennwagen).
- Beim dritten Fahrzeug sind beide Achsen angetrieben. Auf der rechten Seite (in Fahrtrichtung gesehen) werden zwei Zahnräder 20 verwendet, auf der linken Seite zwei Zahnräder 10. Das Übersetzungsverhältnis ist auf beiden Seiten gleich, und zwar 1:1 (Geländewagen mit Vierradantrieb). Das Fahrzeug ist also halb so schnell wie der Rennwagen und doppelt so schnell wie der Traktor.

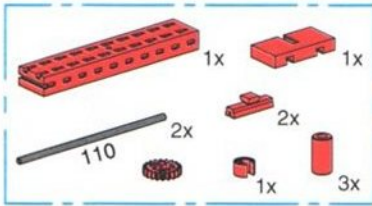
muß der Rennwagen zeigen, was er kann, und zum Schluß kommt der Geländewagen dran.

Wenn Du Lust hast, kannst Du den Geländewagen noch umbauen, indem auf die Motorachsen auf beiden Seiten ein Zahnrad 10 kommt und auf beide Radachsen ein Zahnrad 20 — Du hast dann das Übersetzungsverhältnis vom Traktor und gleichzeitig Vierradantrieb.

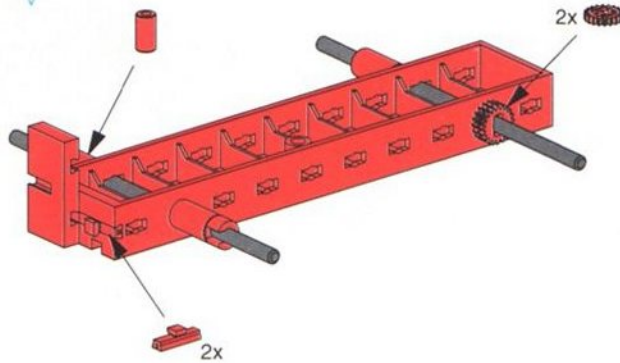
Mit diesen Modellen kannst Du auch nacheinander ausprobieren, wie sie sich an einer Steigung verhalten. Dazu baust Du aus einem Brett oder Karton eine Schräge, die sich mit untergelegten Bauklötzen oder Büchern steiler oder flacher einstellen läßt. Als erstes kommt der Traktor dran. Die Bahn wird solange steiler gemacht, bis der Traktor gerade noch hinaufkommt. Die Oberfläche von Brett oder Karton sollte nicht zu glatt sein, sonst drehen die Räder durch. Danach

1

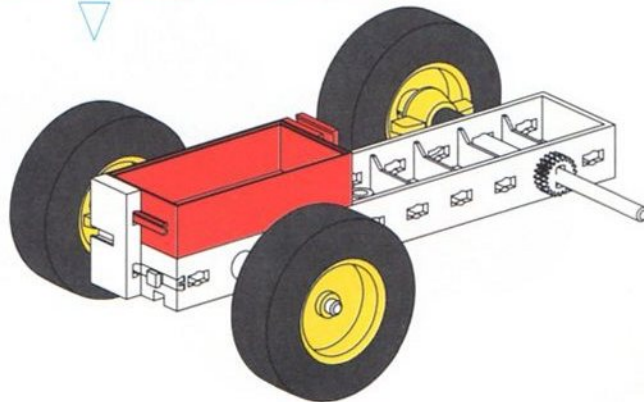
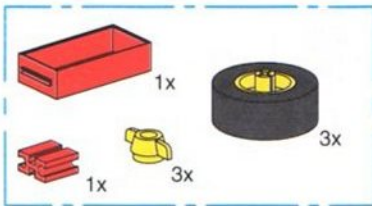
110mm



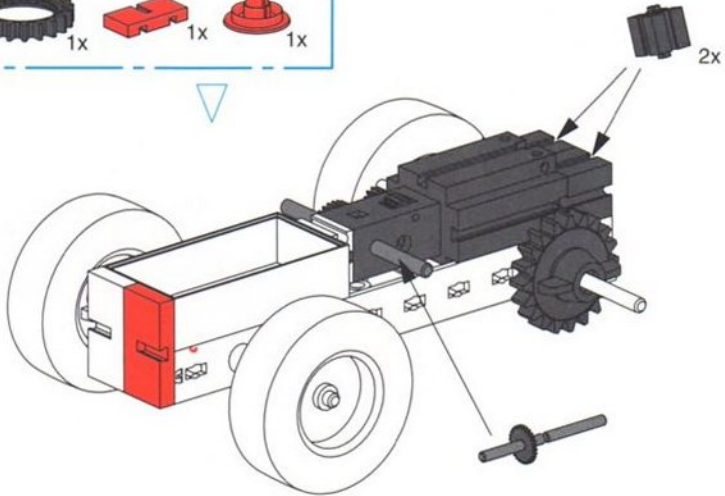
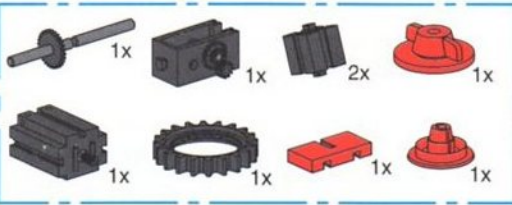
Traktortrieb



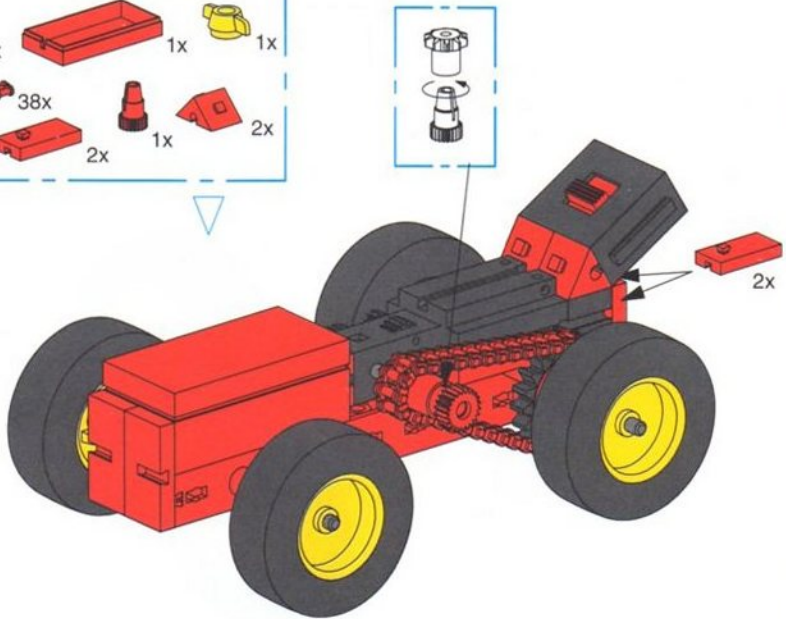
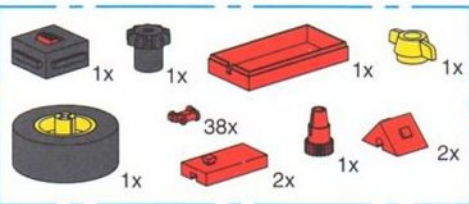
2



3

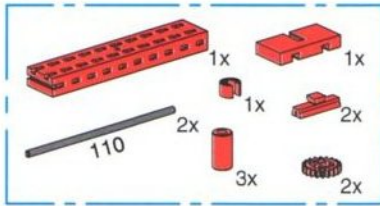


4

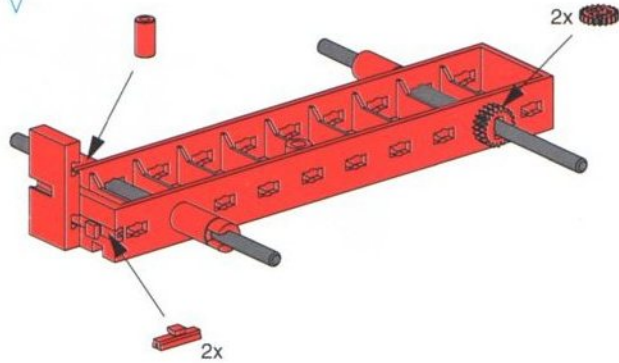


1

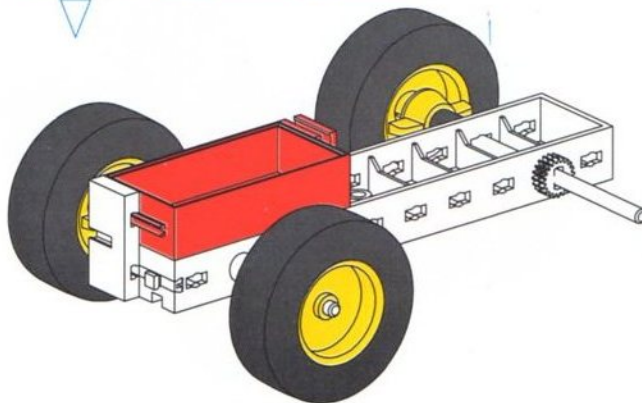
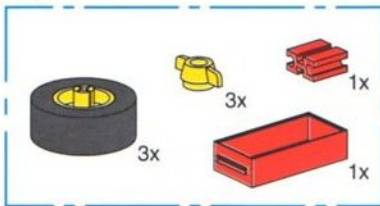
110mm



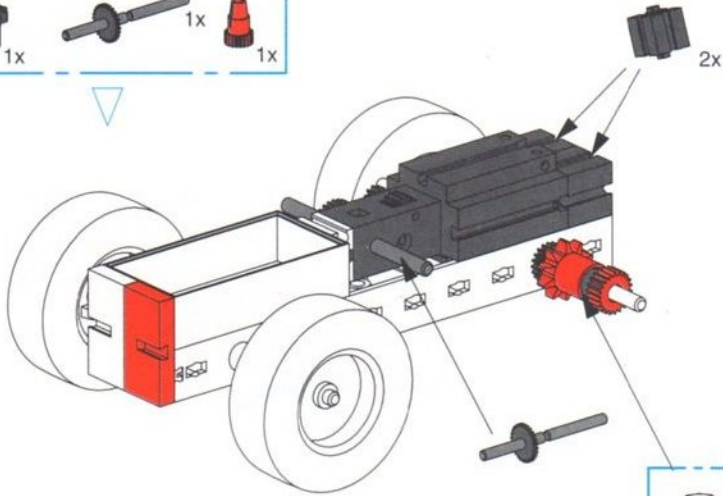
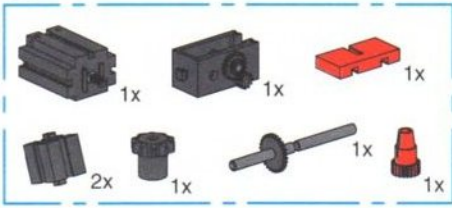
Rennwagenantrieb



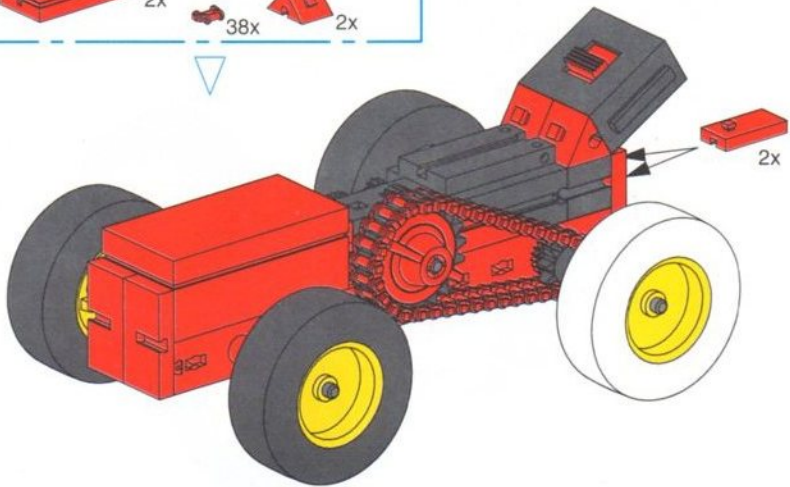
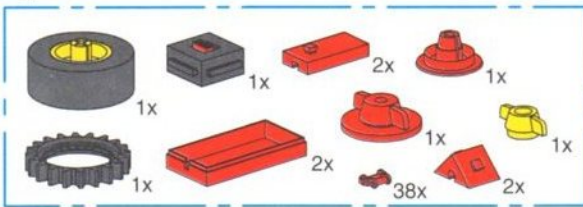
2



3



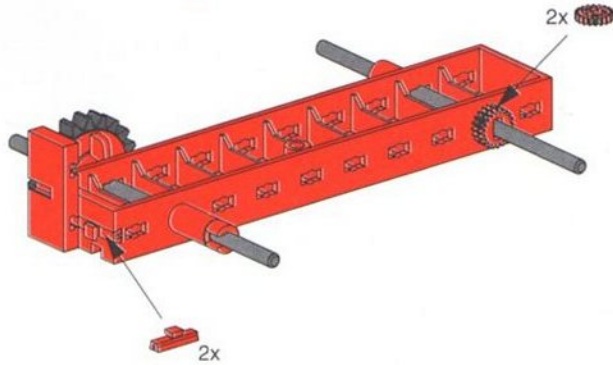
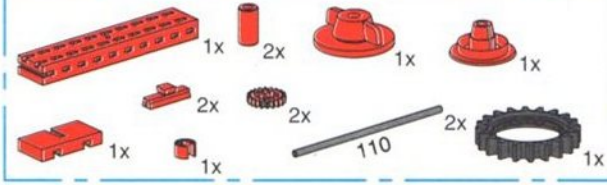
4



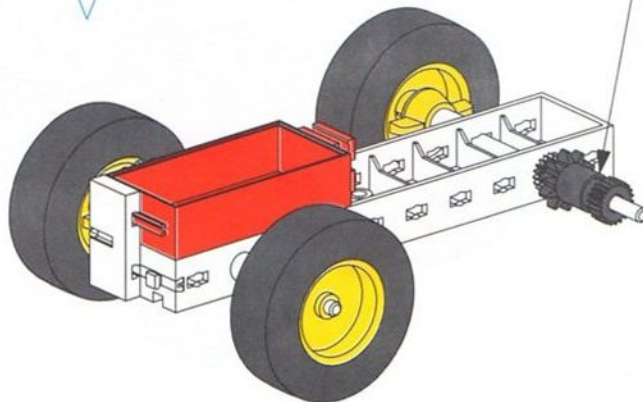
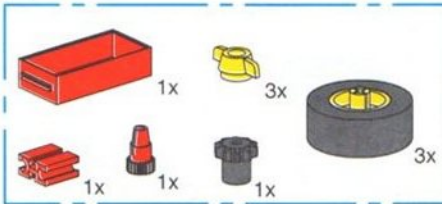
110mm

1

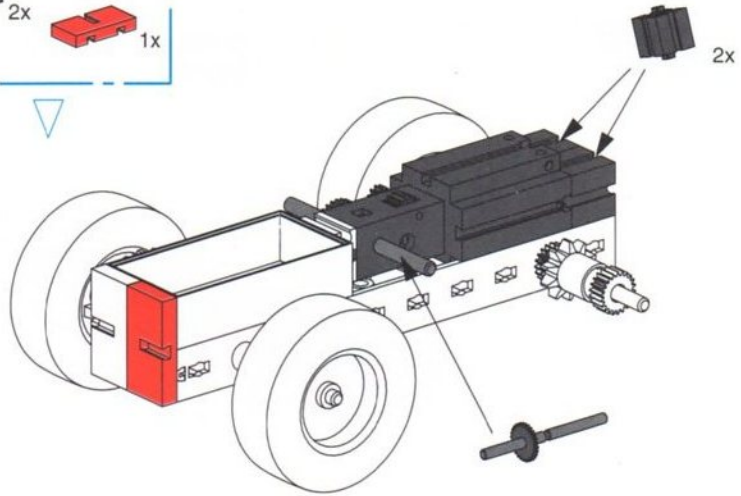
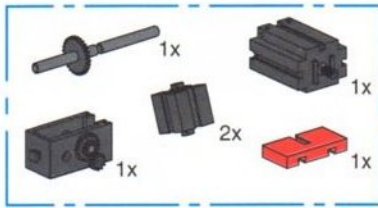
Geländewagenantrieb



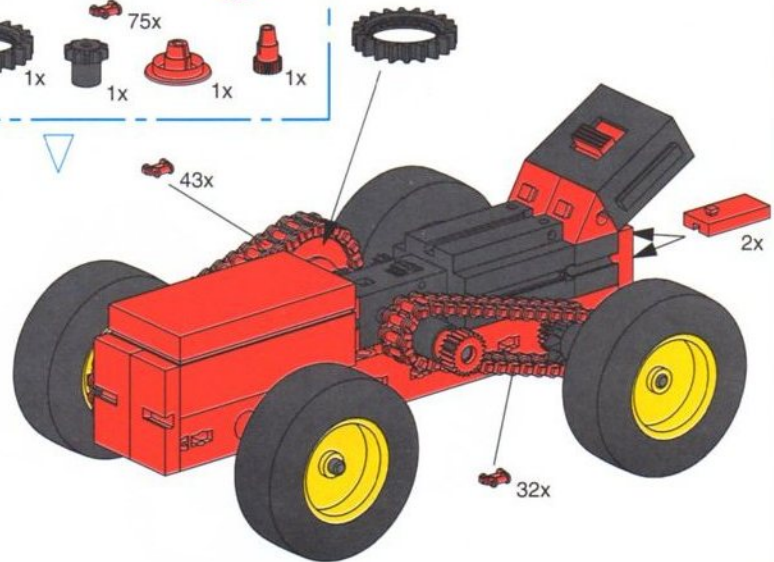
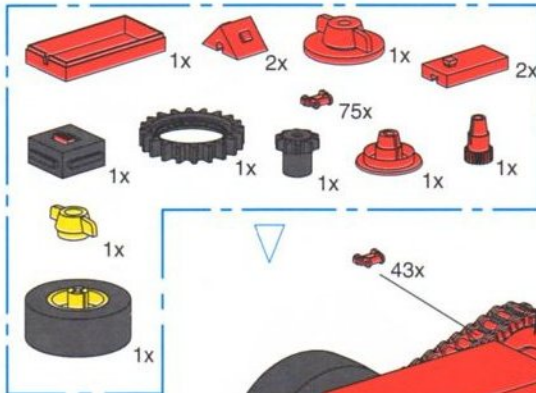
2



3



4



Wie funktioniert?

Wenn die Unterlage nicht zu glatt war, müßte eigentlich der Traktor eine wesentlich steilere Bahn geschafft haben als der Rennwagen. Das bedeutet doch, daß die Kraft der Räder auch vom Übersetzungsverhältnis abhängt, denn die Kraft des Motors ist ja bei allen Modellen gleich. In der Technik spricht man vom „Drehmoment“ — im Physikunterricht wird das irgendwann ganz genau behandelt; für die fischertechnik-Modelle genügt eine einfache Merkregel:

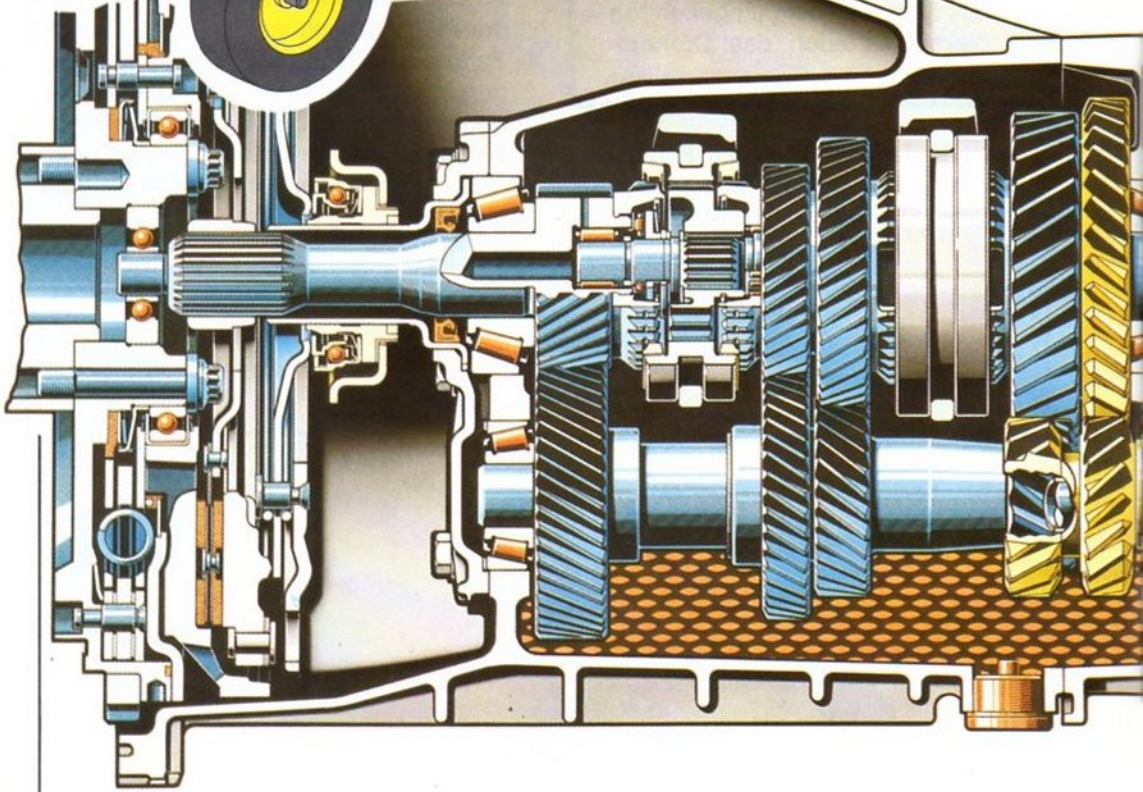
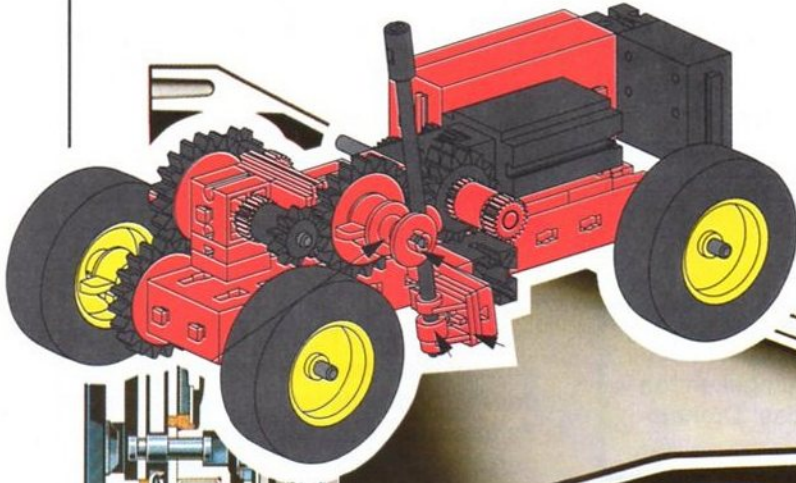
- Mit dem Übersetzungsverhältnis ändert sich im umgekehrten Verhältnis auch das Drehmoment.

Was bedeutet das? Bei den Fahrzeugmodellen hatten wir zwei Fälle, bei denen sich das Drehmoment geändert hat:

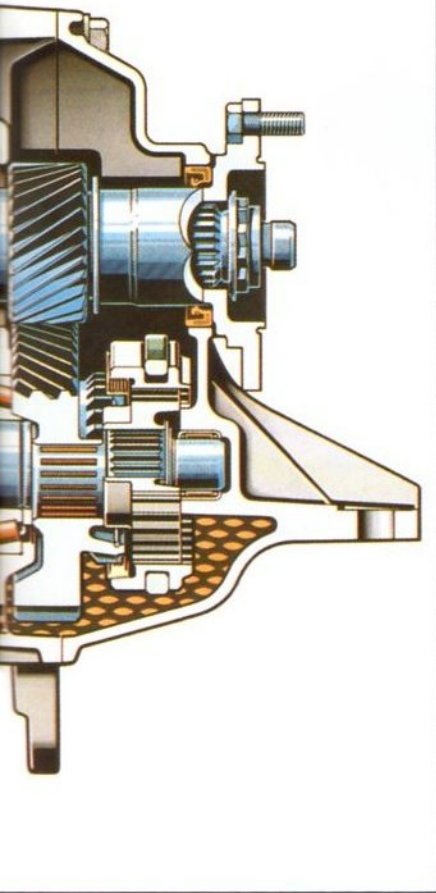
Beim Traktor wird die Motordrehzahl halbiert, und das Drehmoment verdoppelt sich. Umgekehrt war es beim Rennwagen. Dort wird die Motordrehzahl verdoppelt und das Drehmoment halbiert. Deshalb schafft der Traktor auch die steilere Steigung. Zusammengefaßt bedeutet dies folgendes:

Fahrzeug	Zähne Reifen	Zähne Antrieb	Übersetzung	Dreh- moment
Off-Road	20	20	20:20 = 1:1	1fach
Off-Road	10	10	10:10 = 1:1	1fach
Traktor	20	10	20:10 = 2:1	2fach
Renn- wagen	10	20	10:20 = 1:2	1/2fach

Aus dem gleichen Grund ist übrigens bei der Fahrrad-Kettenschaltung das größte Zahnrad am Hinterrad für die Steigungen zuständig (hohes Drehmoment, niedrige Geschwindigkeit), und das kleinste Zahnrad dient dem schnellen Vorankommen (niedrigeres Drehmoment, hohe Geschwindigkeit).



Schalt- getriebe



Die Kette war bei den bisher aufgebauten Fahrzeugmodellen notwendig, um die Entfernung zwischen Motorachse und Radachse zu überbrücken. Ein Autogetriebe, das über den Schaltknüppel betätigt wird, soll dagegen möglichst wenig Platz einnehmen. Daher läßt man hier die Zahnräder direkt ineinander greifen. Am Übersetzungsverhältnis und am Drehmoment ändert das nichts (die Kette ist ja eine starre Verbindung). Das Ineinandergreifen von Zahnrädern konntest Du ja auch schon beim U-Getriebe am Motor sehen.

Wozu braucht man eigentlich ein Getriebe, schließlich kann man die Drehzahl des Automotors über das Gaspedal regeln?

Die meisten Motoren haben nicht in jedem Drehzahlbereich die gleiche Kraft (das gilt übrigens auch für Elektromotoren). Man versucht daher, über ein Getriebe zu erreichen, daß der Motor immer im günstigsten Drehzahlbereich läuft. Das Getriebe ermöglicht dann, die Geschwindigkeit in einem weiten Bereich

an den günstigsten Motordrehzahlbereich anzupassen. Auch ist beim Auto in diesem Drehzahlbereich die Ausnutzung der Energie, die im Benzin steckt, am günstigsten. Außerdem braucht das Auto zum Anfahren viel Kraft, denn die gesamte Masse des Autos muß ja erst einmal in Bewegung gebracht werden. Fährt dann das Auto mit gleichmäßiger Geschwindigkeit, müssen nur noch der Luftwiderstand und der Reibungswiderstand der Räder überwunden werden.

Schaltgetriebe mit 2 Gängen

Auch Schaltgetriebe kannst Du gut mit fischertechnik bauen. Damit es nicht zu kompliziert wird, bleibt es bei Deinen Modellen bei zwei Gängen. In **Bild 20** siehst Du das Prinzip der Untersetzung mit Zahnradern dem Kettenantrieb gegenübergestellt; hier ist gegenüber der bisherigen Kraftübertragung nur die Kette weggefallen. Ist Dir übrigens aufgefallen, daß sich das Rad des Fahrzeugs bei der Zahnradübertragung entgegen der Richtung der Motorwelle dreht? Dieses Problem kann aber mit dem Umpolschalter gelöst werden.

Um ein Getriebe zu bauen, muß nur noch eine mechanische Konstruktion gefunden werden, die es erlaubt, die Zahnräder wechselweise in Eingriff zu bringen, und so z. B. von „schnell“ auf „langsam“ umzuschalten. Genau das findest Du im nächsten Modell, also ran an den Aufbau. Der Abstand der beiden Zahnradpaare auf den Welle sollte so gewählt werden, das sich beim „Gangwechsel“ ein ganz schmaler Leerlaufbereich ergibt. Die Zähne können dann besser greifen.

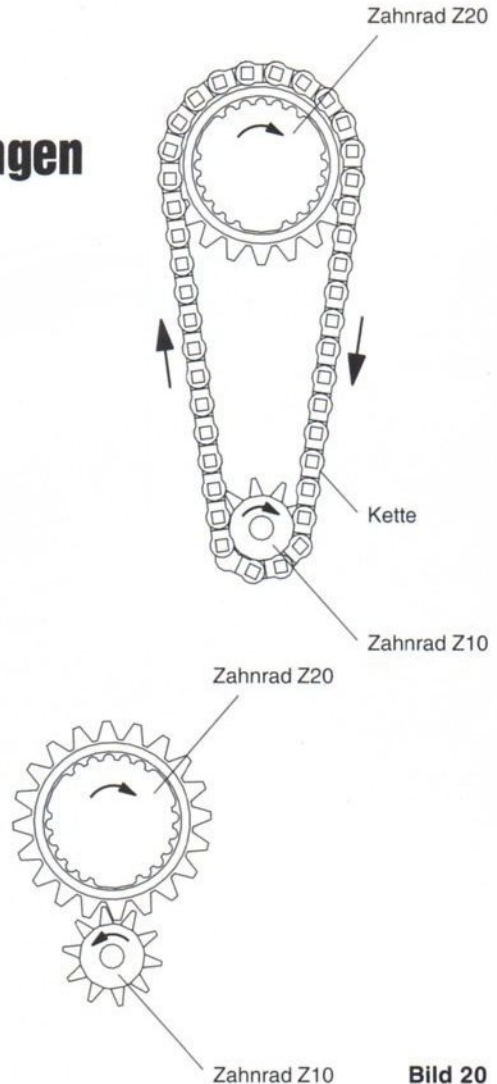
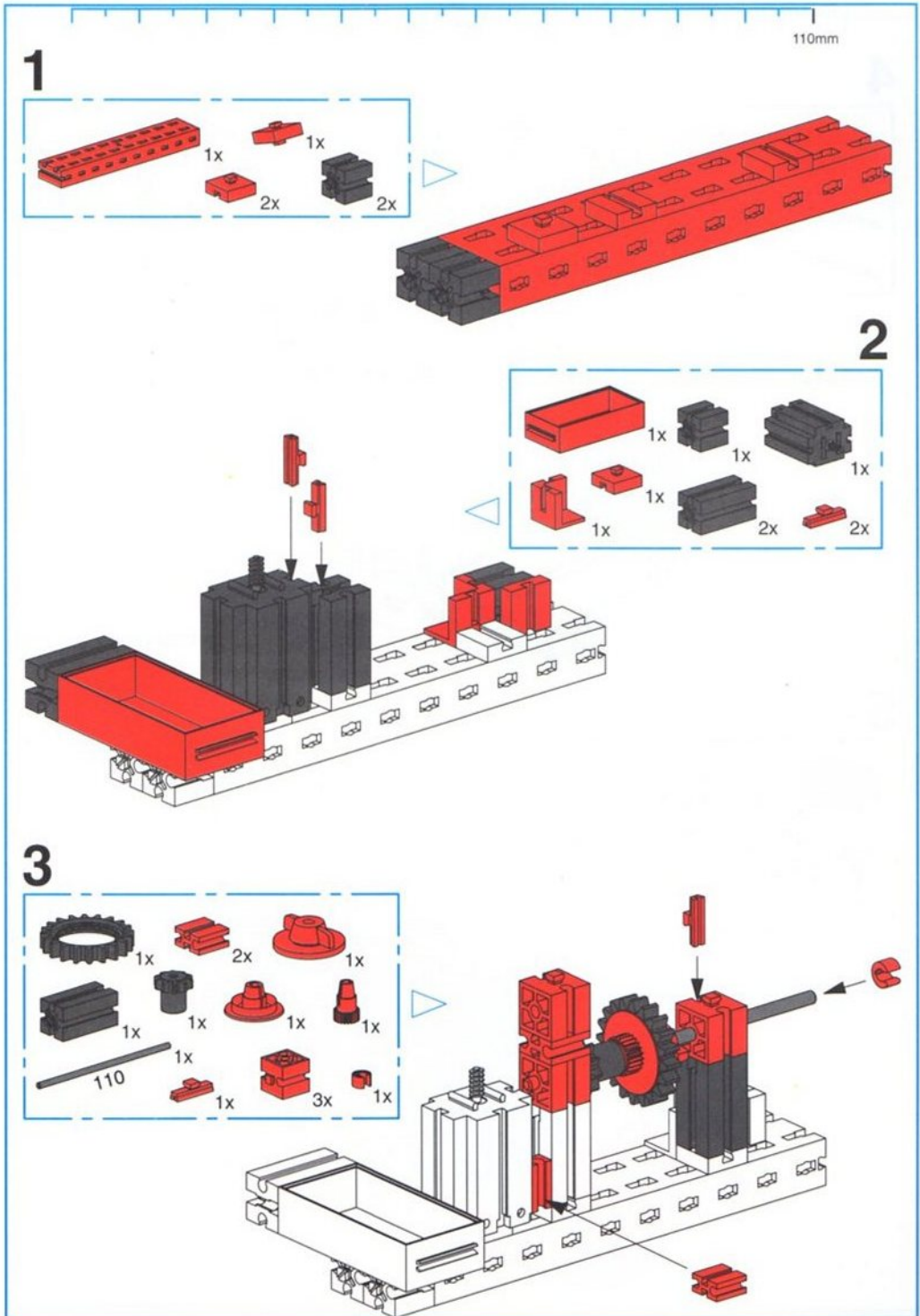
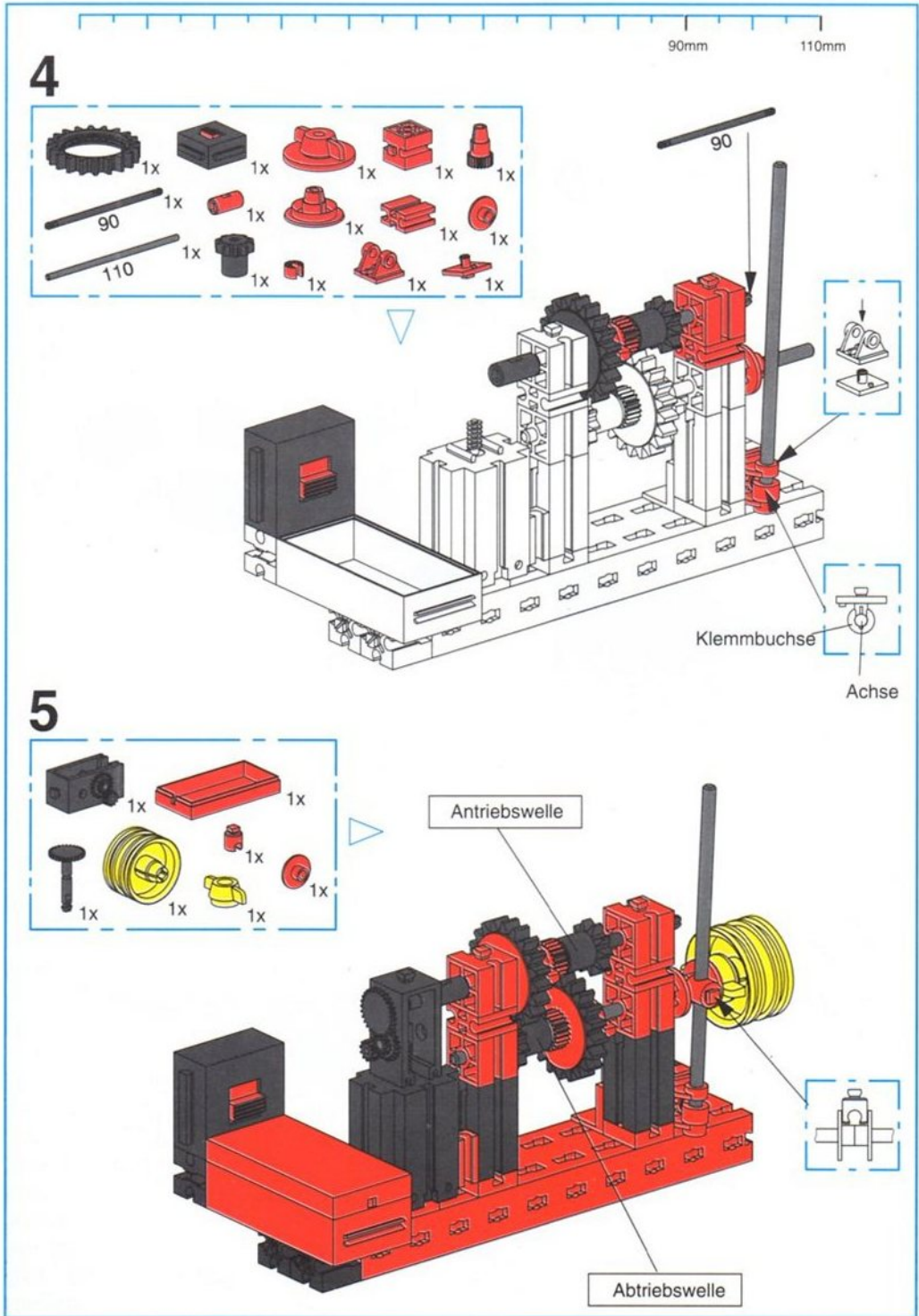
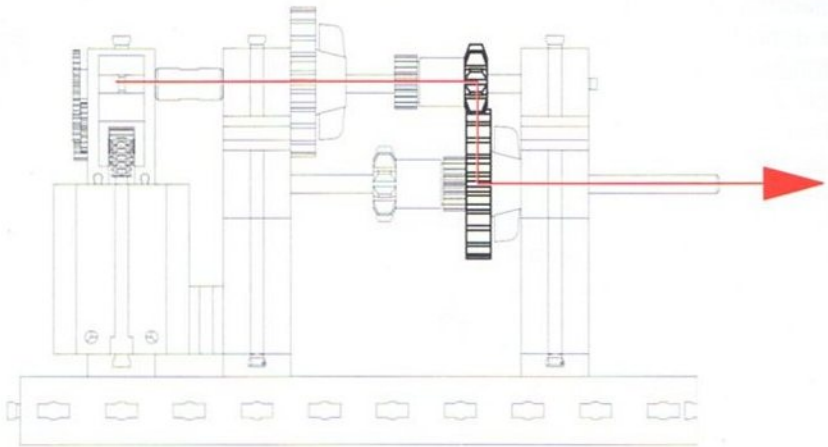


Bild 20

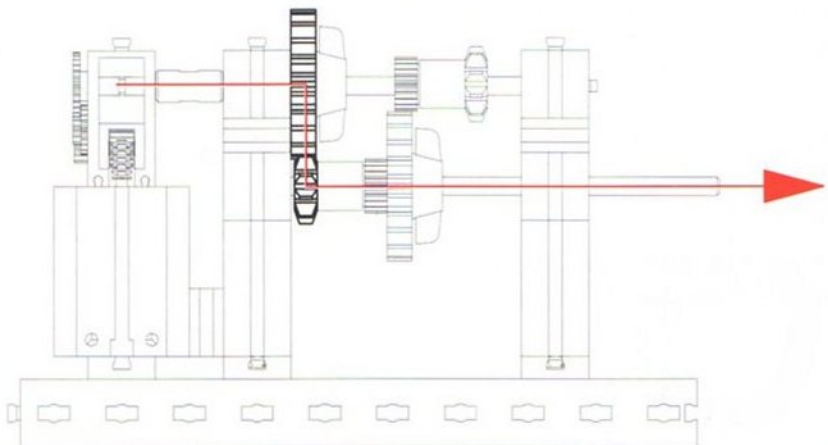




1. Gang



2. Gang



Jetzt probiere erst einmal aus, wie das Getriebe funktioniert. Damit das Getriebe richtig arbeiten kann, muß der Motor laufen, denn bei stehenden Motor decken sich die Zähne der ineinandergreifenden Zahnräder nicht immer — und dann kannst Du nicht schalten. Bei laufendem Motor gleiten die Zähne durch die Abschrägung am Rand leicht ineinander.

Steht der Schalthebel in Richtung auf den Motor, greift ein Zahnrad 20 auf der Antriebswelle (das ist, wie Du schon weißt, die Welle, die vom Motor angetrieben wird) in ein Zahnrad 10 auf der Abtriebswelle (das ist die mit der Felge am

Ende). Das Übersetzungsverhältnis beträgt nun

$$10:20 = 1:2,$$

die Felge dreht also mit doppelter Motordrehzahl (2. Gang).

Jetzt den Schalthebel in die Gegenrichtung drücken. Nun greift das Zahnrad 10 auf der Antriebswelle in das Zahnrad 20 auf der Abtriebswelle. Das Übersetzungsverhältnis hat sich umgekehrt, es beträgt nun

$$20:10 = 2:1,$$

die Felge dreht sich nun mit halber Motordrehzahl (1. Gang).

Fahrzeug mit Schaltgetriebe

Beim Einbau in ein Fahrzeug wird das Getriebe möglichst platzsparend und flach ausgelegt, wie Du es im nächsten Modell siehst. Das Fahrzeug hat zwei Gänge, einen Schnellgang mit einer Übersetzung von

$$10:20 = 1:2$$

und einen Langsamgang mit dem umgekehrten Verhältnis von

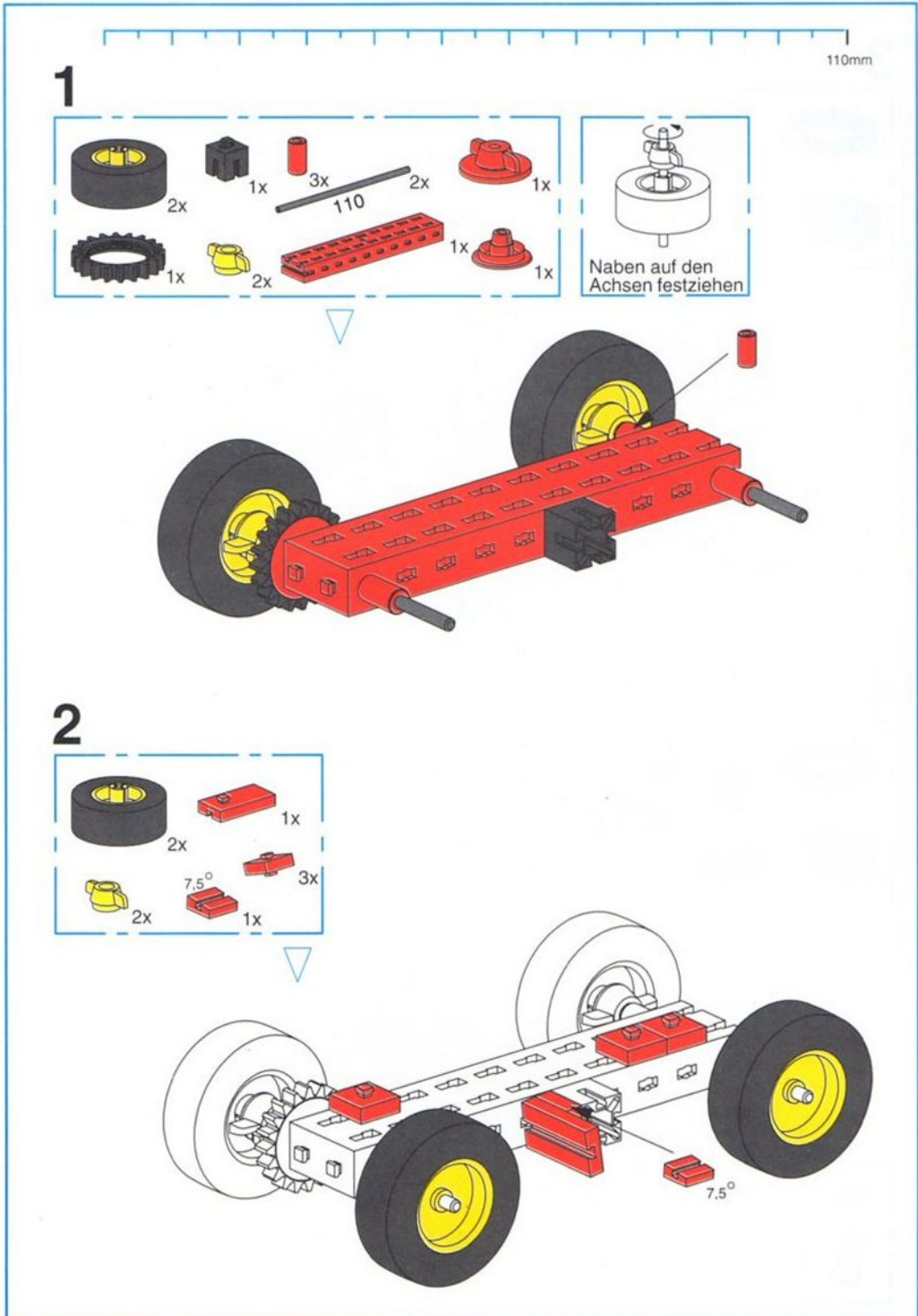
$$20:10 = 2:1$$

Im Schnellgang fährt das Fahrzeug also viermal so schnell wie im Langsamgang.

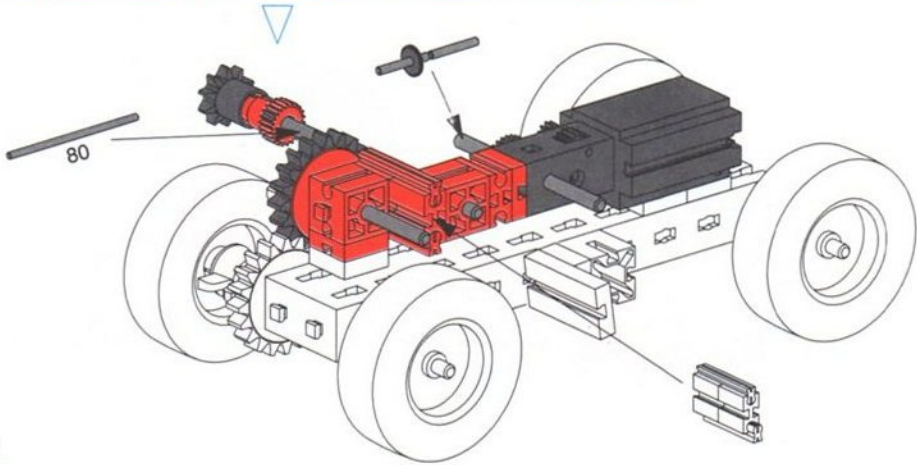
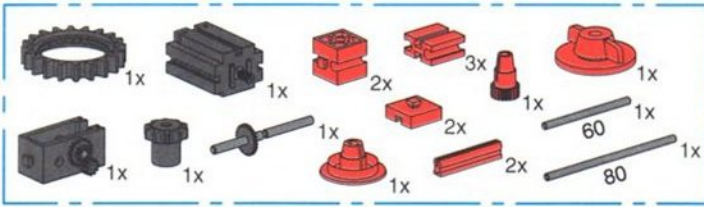
Vom Motor zum Getriebe ist noch eine weitere Übersetzung vorhanden, die aber gleichermaßen bei beiden Gängen wirkt. Auf der Motorwelle sind nebeneinander zwei Zahnräder 15 angebracht, welche die Motorkraft auf ein Zahnrad 20 des Getriebes übertragen. Das Übersetzungsverhältnis ist demnach

$$20:15 = 4:3$$

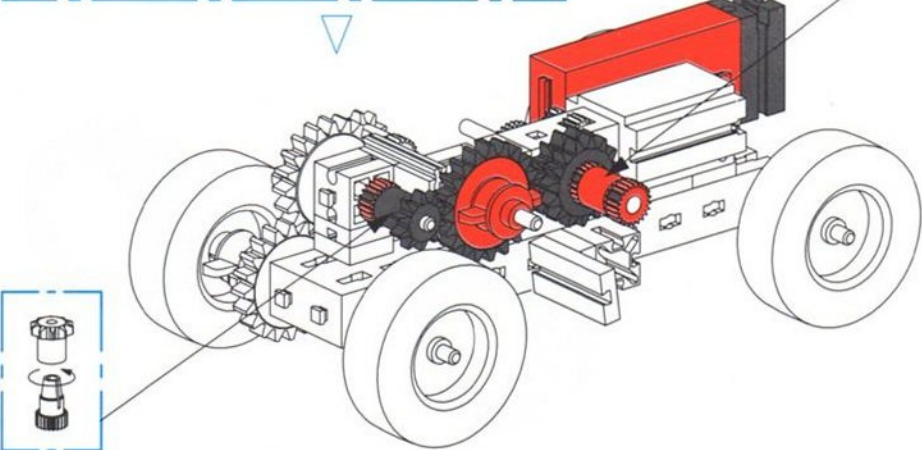
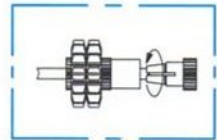
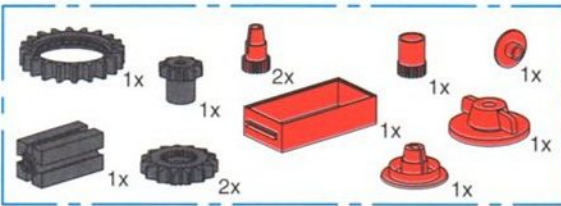
Dadurch wird das Fahrzeug also insgesamt etwas langsamer als mit dem stationären Getriebe.



3

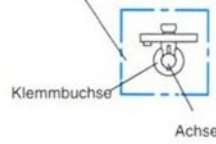
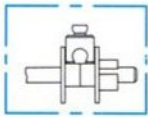
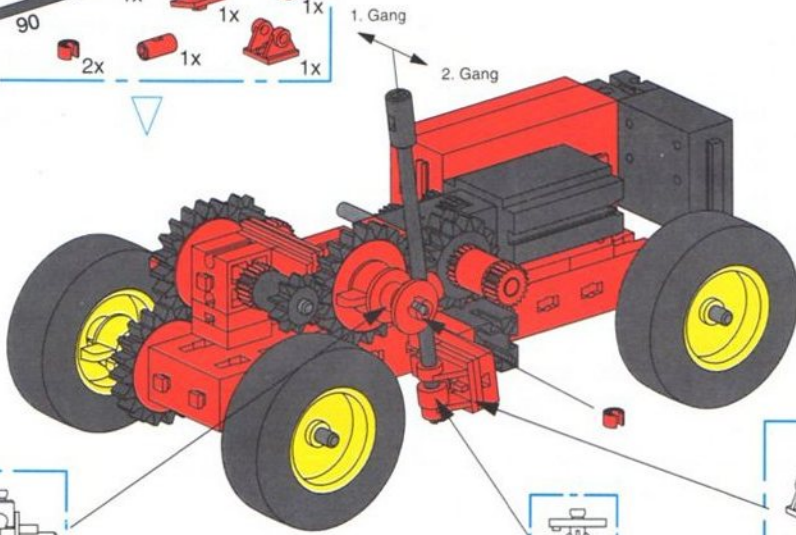
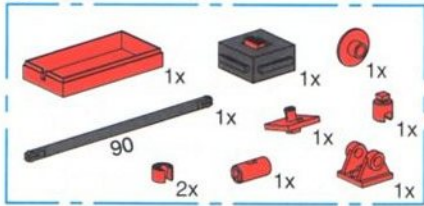


4



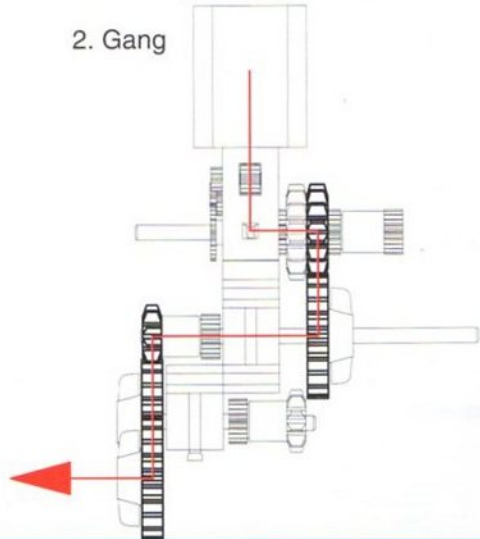
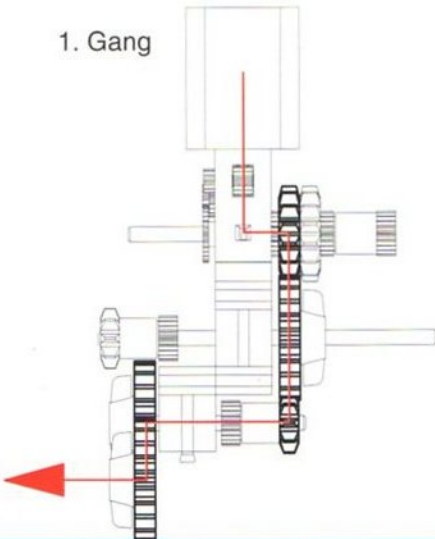
5

90mm



1. Gang

2. Gang



Wie funktioniert?

Es gab beim letzten Modell zwei hintereinandergeschaltete Übersetzungen, und es wäre doch interessant zu erfahren, welches Übersetzungsverhältnis zwischen Motorwelle und Radachse besteht.

Eine Merkregel, die Du aber immer schon beim Rechnen mit den bisher gebauten Modellen angewendet hast, wird nun wichtig. Diese Merkregeln für das Ausrechnen des Übersetzungsverhältnisses lautet:

- Die Zähnezahl des *angetriebenen* Zahnrades steht über dem Bruchstrich.
- Die Zähnezahl des *antreibenden* Zahnrades steht unter dem Bruchstrich.

Bei der Hintereinanderschaltung von Übersetzungen wird auch die Berechnung hintereinander ausgeführt. Das läßt sich am besten erkennen, wenn die ganze Rechnung mit Bruchstrichen geschrieben wird; zunächst einmal für den Langsamgang:

$$\frac{20}{15} \cdot \frac{10}{20} = \frac{20 \cdot 10}{15 \cdot 20} = \frac{200}{300} = \frac{2}{3}$$

Und jetzt das Gleiche für den Schnellgang:

$$\frac{20}{15} \cdot \frac{20}{10} = \frac{20 \cdot 20}{15 \cdot 10} = \frac{400}{150} = \frac{8}{3}$$

Jetzt noch die Probe: Im Langsamgang führen drei Umdrehungen der Motorwelle zu zwei Radumdrehungen; im Schnellgang werden aus ebenfalls drei Umdrehungen der Motorwelle acht Radumdrehungen, also genau viermal soviel — und das stimmt mit der Überlegung vom Anfang überein. Der Getriebeprofi merkt sich also:

- Beim Hintereinanderschalten von Übersetzungen werden die einzelnen Übersetzungsverhältnisse miteinander malgenommen.

Eine Übersetzung haben wir bei der Rechnung unterschlagen: die Übersetzung 20:20 vom Getriebe zum Rad. Weil aber hier das Übersetzungsverhältnis 1:1 ist, wird das Gesamtergebnis nicht beeinflusst.

Schaltgetriebe mit Rückwärtsgang

Beim Auto hat das Getriebe noch eine weitere wichtige Funktion. Da der Automotor nicht wie der Elektromotor einfach umgepolt werden kann, sondern immer nur in einer Richtung läuft, muß man eine Möglichkeit haben, die Drehrichtung der Räder umzukehren (beim Rückwärtseinparken das Auto zu schieben, wäre sicher zu umständlich!).

- Das Getriebe ist also ein Drehzahl- und Drehrichtungswandler

Beim Getriebe mit Vorwärts- und Rückwärtsgang (**Bild 21**) muß bei einer der beiden Drehrichtungen ein zusätzliches frei laufendes Zahnrad auf einer Zwischenwelle angebracht werden, denn zwei Zahnräder kehren die Drehrichtung um, bei drei Zahnrädern haben Antriebs- und Abtriebswelle die gleiche Drehrichtung. Diese Tatsache gilt natürlich auch für mehr als drei Zahnräder:

- gerade Anzahl von Zahnrädern: Drehrichtung wird umgekehrt
- ungerade Anzahl von Zahnrädern: Drehrichtung bleibt erhalten

Damit der Abstand von Antriebs- und Abtriebswelle gleich bleiben kann, werden für die eine Drehrichtung drei Zahnräder 10 und für die andere Drehrichtung zwei Zahnräder 20 genommen.

Nun kannst Du das Wechselgetriebe (mit Vorwärts- und Rückwärtsgang) aufbauen. Hier wird eine Zwischenwelle benötigt, damit einmal drei Zahnräder und zum anderen zwei Zahnräder beteiligt sind. Bei den drei Zahnrädern bleibt der Drehsinn des Motors erhalten (wie Du es in Bild 21 siehst), bei den zwei Zahnrädern wird der Drehsinn für Rückwärtsfahrt umgekehrt. Das Übersetzungsverhältnis ist in beiden Richtungen gleich, denn

$$10:10 = 20:20 = 1:1.$$

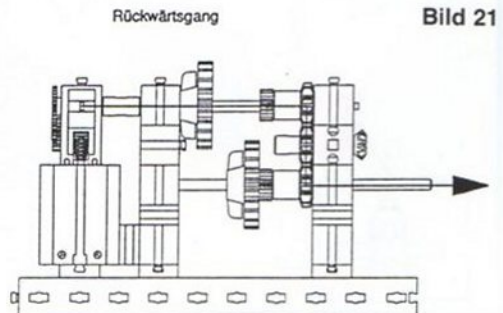
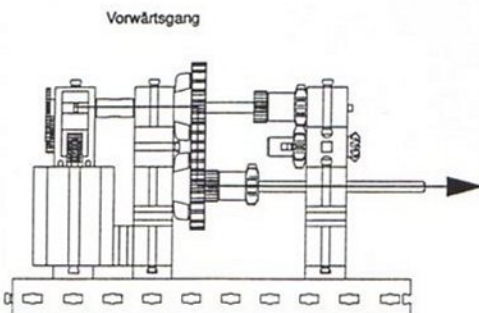
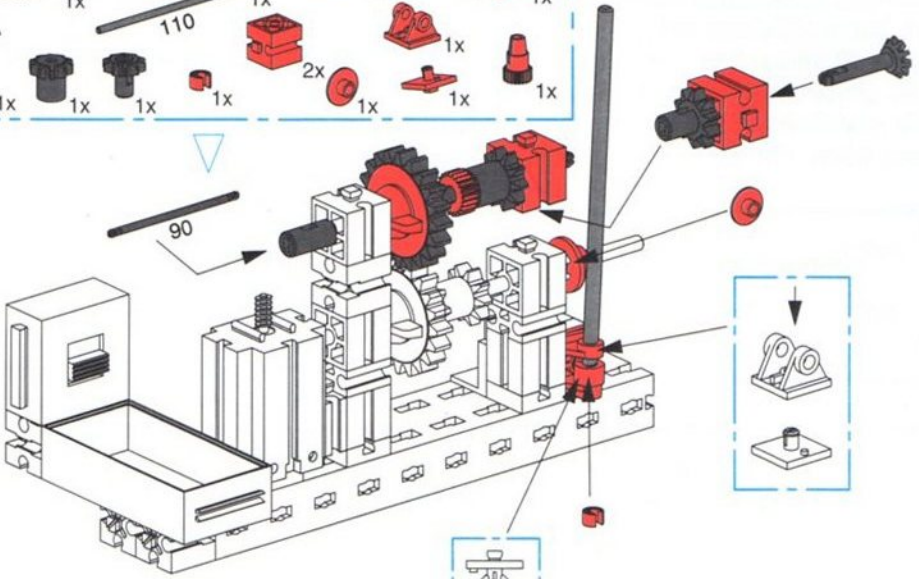
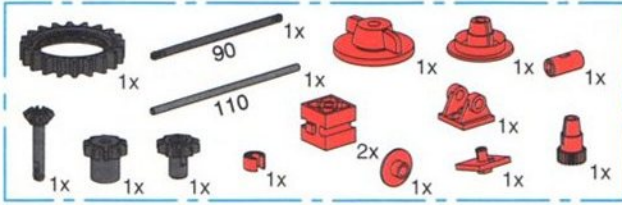


Bild 21

4

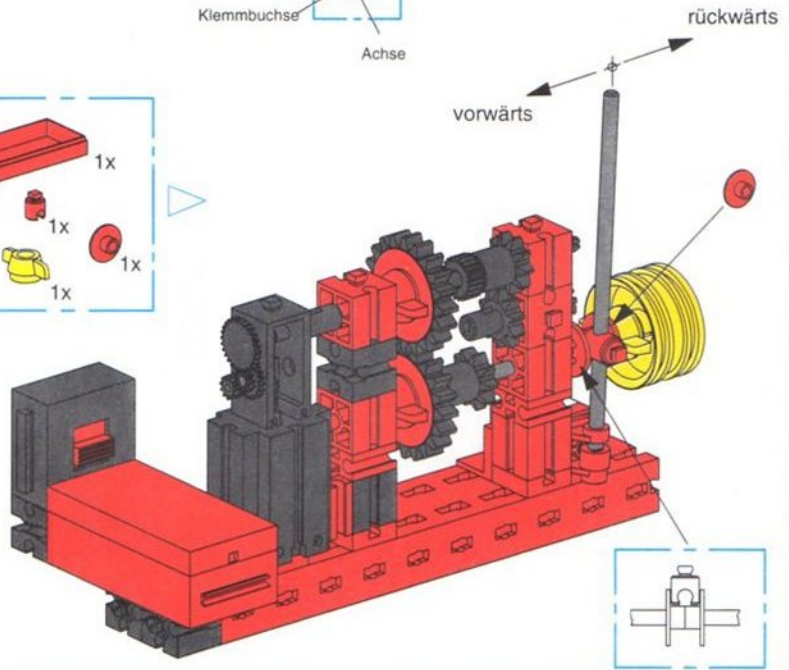
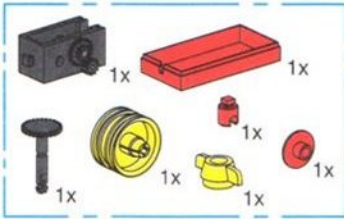
90mm

110mm

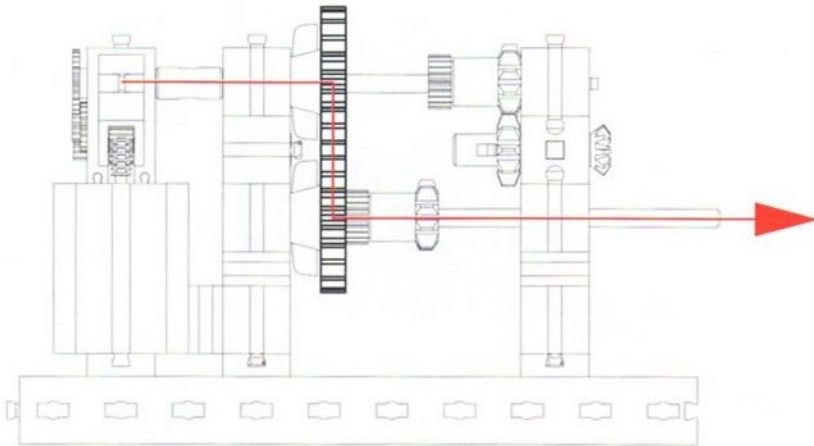


Klemmbuchse
Achse

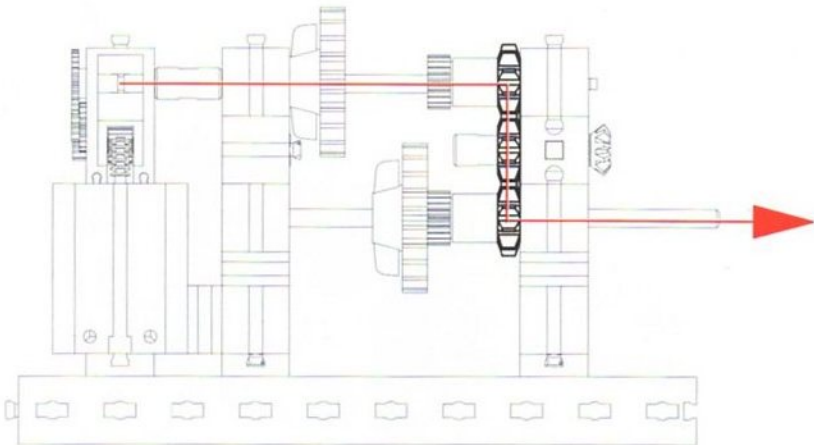
5



Vorwärtsgang



Rückwärtsgang



Fahrzeug mit Rückwärtsgang

Dein erstes Fahrzeug mit Rückwärtsgang hat Hinterradantrieb (der Umpolschalter und die Batterie sind vorne). Wenn Du von hinten auf das Modell blickst, ist der Vorwärtsgang eingelegt, wenn der Schalthebel nach rechts zeigt (sollte das Modell trotzdem rückwärts fahren, einfach den Umpolschalter in die andere Richtung stellen). Das Getriebe ist hier zwar etwas anders aufgebaut, es arbeitet aber genauso wie beim vorhergehenden Modell. Beim Vorwärtsgang wird das Getriebe von den beiden Zahnradern 20 gebildet (die Zahnräder auf der Motor- und Radachse brauchst Du im Moment noch nicht zu beachten). Es sind zwei Zahnräder an der Kraftübertragung beteiligt, die Drehrichtung der Motorwelle wird also umgekehrt. Wenn Du nun den Schalthebel nach links drückst, erfolgt die Kraftübertragung über drei Zahnräder 10 auf der linken Getriebeseite — die Motordrehrichtung bleibt erhalten.

Wie sieht das Übersetzungsverhältnis aus? Du könntest jetzt natürlich gleich anfangen zu rechnen, wie Du es bereits kennengelernt hast. Aber mit etwas

Überlegen kannst Du Dir die Arbeit leichter machen. Beim stationären Getriebe im vorhergehenden Modell konntest Du bereits feststellen, daß beim Getriebe selbst das Übersetzungsverhältnis sich nicht ändert. Beim Ausrechnen der Übersetzung sind also nur noch zwei Stellen zu beachten:

- Übersetzung zwischen Motorwelle und Getriebe
- Übersetzung zwischen Getriebe und Rad

Das ist einfach festzustellen:

- Motor–Getriebe:
15 Zähne — 20 Zähne
- Getriebe–Rad:
10 Zähne — 20 Zähne

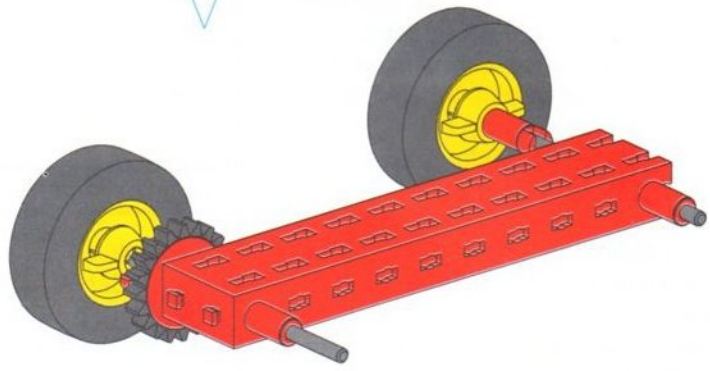
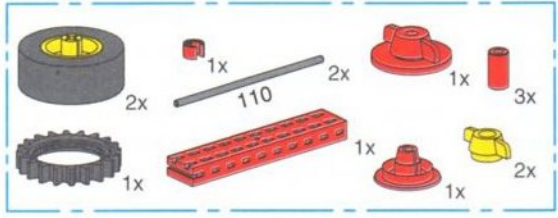
Daraus ergibt sich das Übersetzungsverhältnis:

$$\frac{20}{15} \cdot \frac{20}{10} = \frac{400}{150} = \frac{8}{3}$$

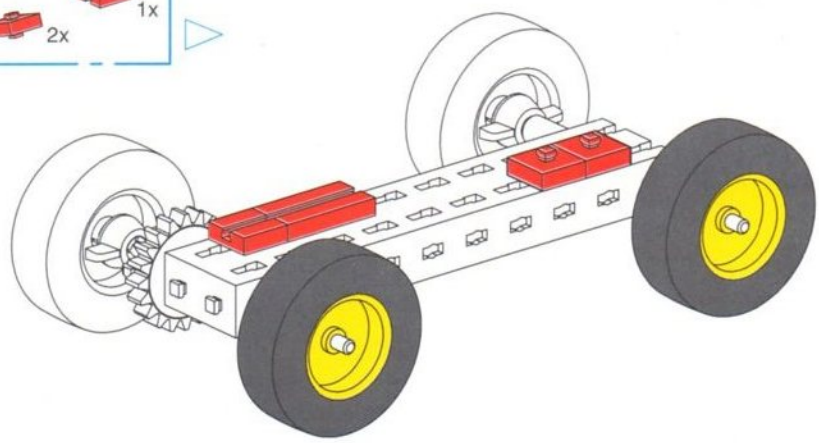
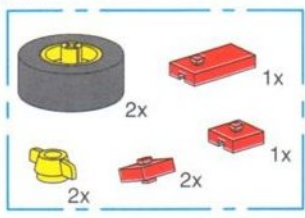
Bei acht Motorumdrehungen dreht sich das Rad also nur dreimal.



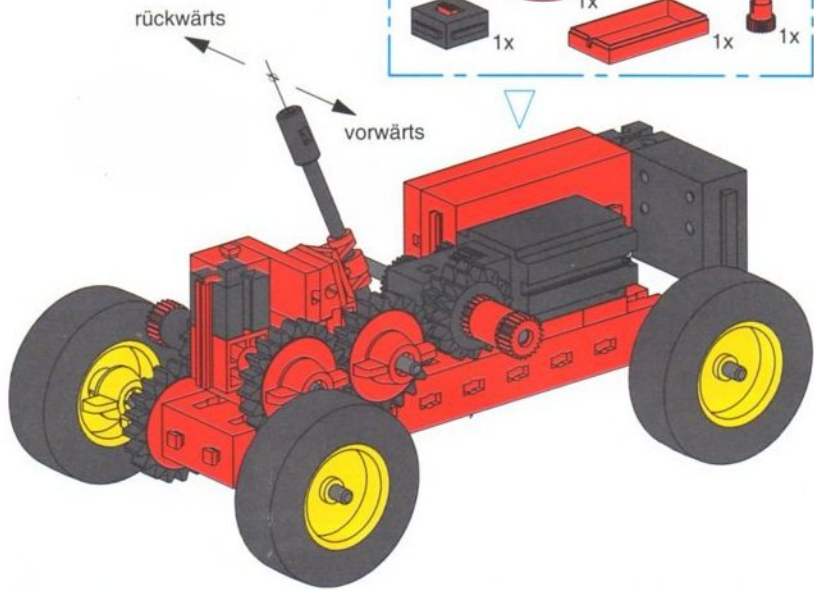
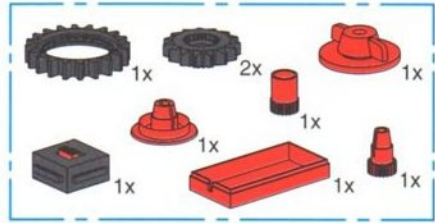
1



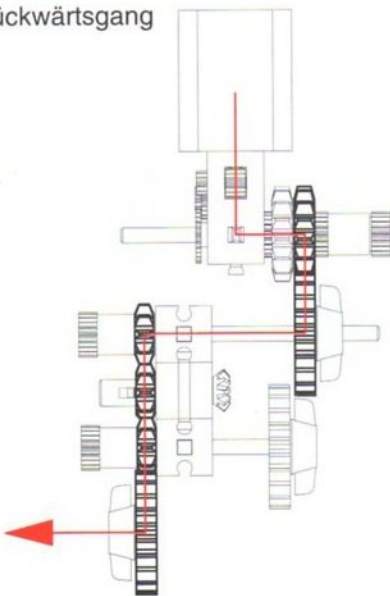
2



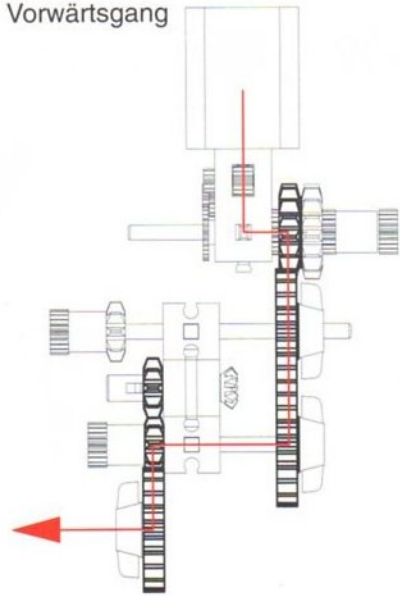
5



Rückwärtsgang



Vorwärtsgang



Fahrzeug mit Rückwärtsgang und Kettenantrieb

Beim zweiten Fahrzeug mit Rückwärtsgang haben die beiden Gänge auch noch eine unterschiedliche Übersetzung, denn auch ein echtes Auto fährt im Rückwärtsgang nicht so schnell wie im Vorwärtsgang. Auch dieses Fahrzeug ist mit Hinterradantrieb ausgerüstet. Wenn Du das Modell von hinten betrachtest, ist der Vorwärtsgang eingelegt, wenn der Schalthebel nach rechts zeigt (sollte das Modell trotzdem rückwärts fahren, einfach den Umpolschalter in die andere Richtung stellen).

Es sind nun die vier Zahnräder auf der linken Seite des Fahrzeugs für die Kraftübertragung zuständig. Wie sieht es hier mit dem Übersetzungsverhältnis aus (es wird immer von der Motorwelle ausgegangen)?

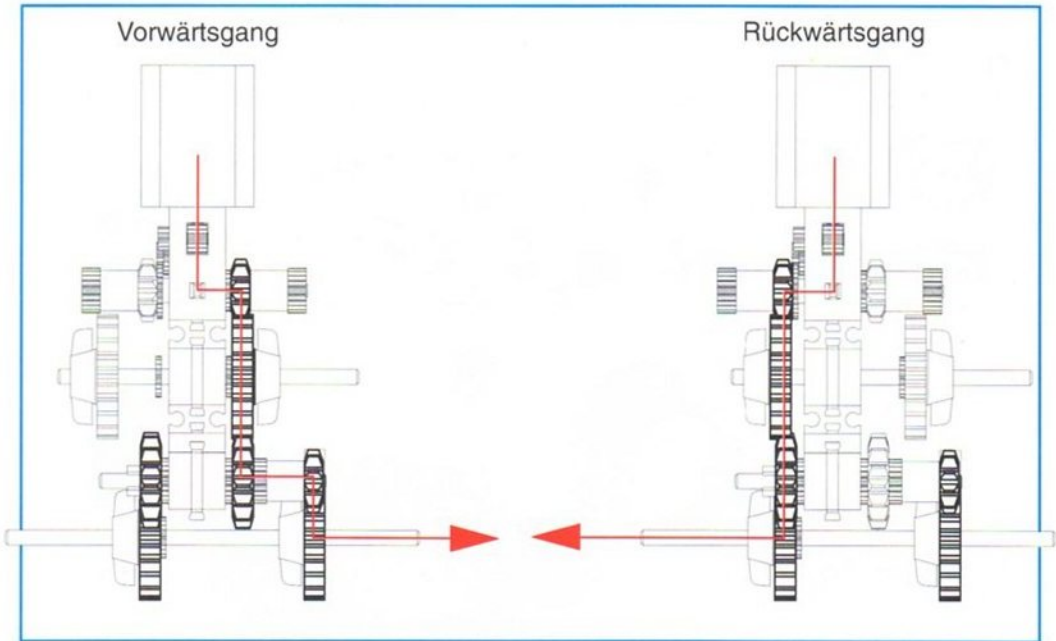
$$\frac{20}{10} \cdot \frac{15}{20} \cdot \frac{20}{15} = \frac{6000}{3000} = 2$$

Das Rad dreht sich also halb so schnell wie die Motorwelle.

Beim Rückwärtsgang (Schalthebel nach links) sieht die Übersetzung etwas anders aus. Jetzt erfolgt die Kraftübertragung durch die Zahnräder und die Kette auf der rechten Seite des Fahrzeugs. Durch die Kettenübertragung ist die Drehrichtung jetzt genau umgekehrt. Das Übersetzungsverhältnis sieht jetzt folgendermaßen aus:

$$\frac{20}{10} \cdot \frac{15}{20} \cdot \frac{20}{10} = \frac{6000}{2000} = 3$$

Für eine Radumdrehung muß sich nun die Motorwelle nicht zweimal, sondern dreimal drehen — rückwärts fährt der Wagen also langsamer.

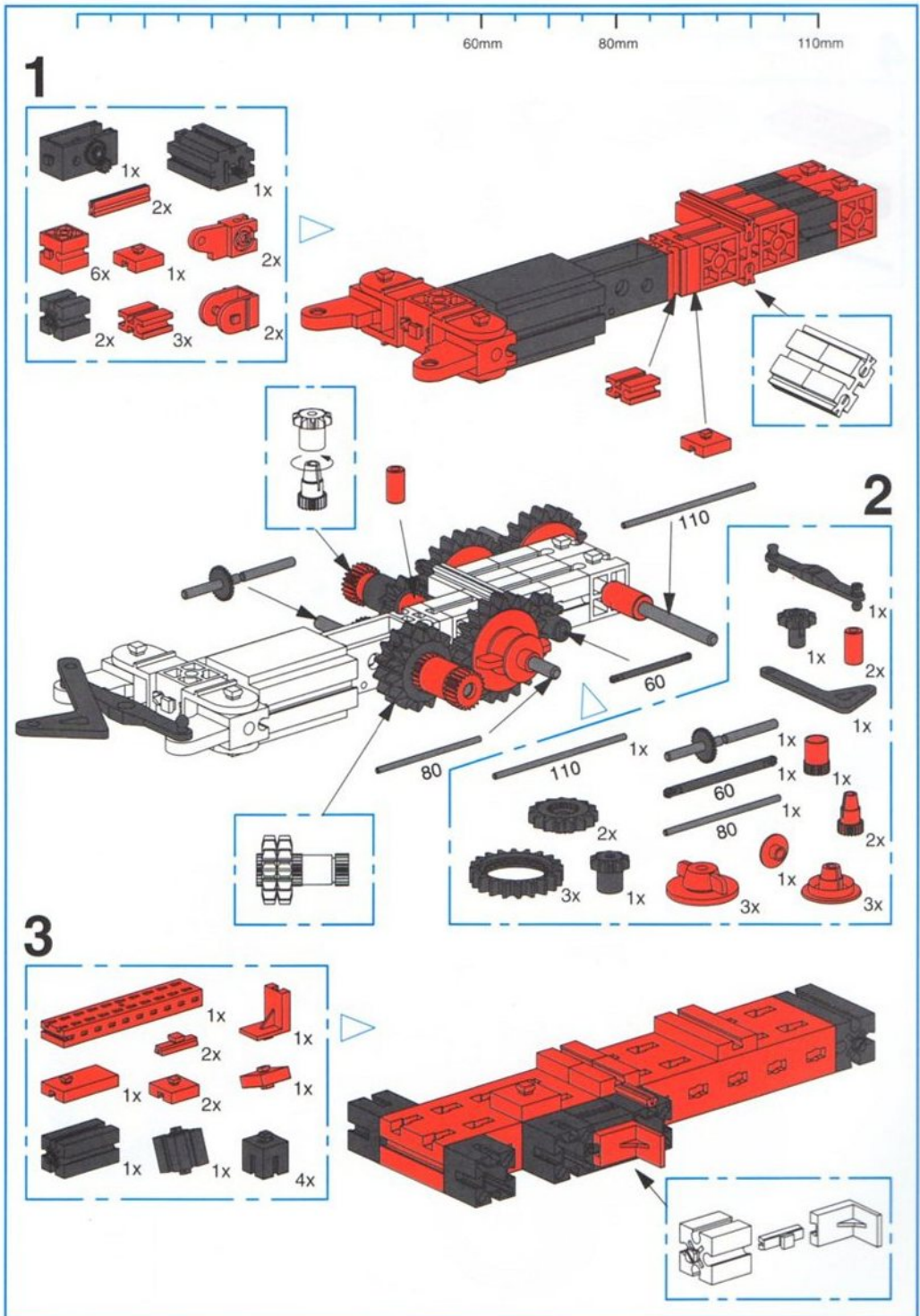


Fahrzeug mit Schaltgetriebe und Lenkung

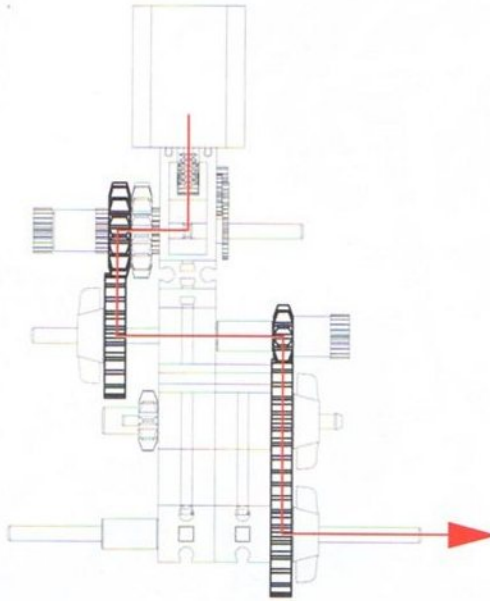
Das letzte Modell hat wieder zwei Geschwindigkeiten, wie die Modelle am Anfang. Du solltest es vielleicht erst bauen, wenn Du das nächste Kapitel gelesen hast, denn hier sind die Vorderräder bereits mit einer Lenkung versehen. Das Getriebe befindet sich diesmal unter dem Fahrzeug; es ist möglichst flach und langgestreckt gebaut. Es arbeitet aber

genauso wie das bereits beschriebene Getriebe mit Schnell- und Langsamgang.

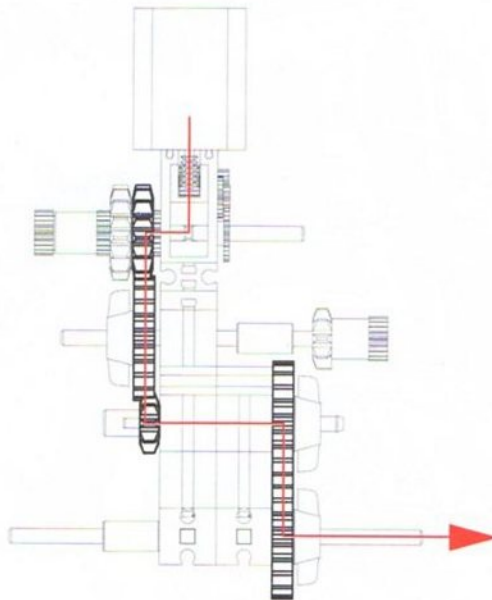
Eine solche Getriebeanordnung findest Du häufig bei Lastwagen. Wenn Du schon einen Master-Baukasten von Fischertechnik hast, kannst Du den Lastwagen auch mit Fahrerkabine und Zubehör ausrüsten.

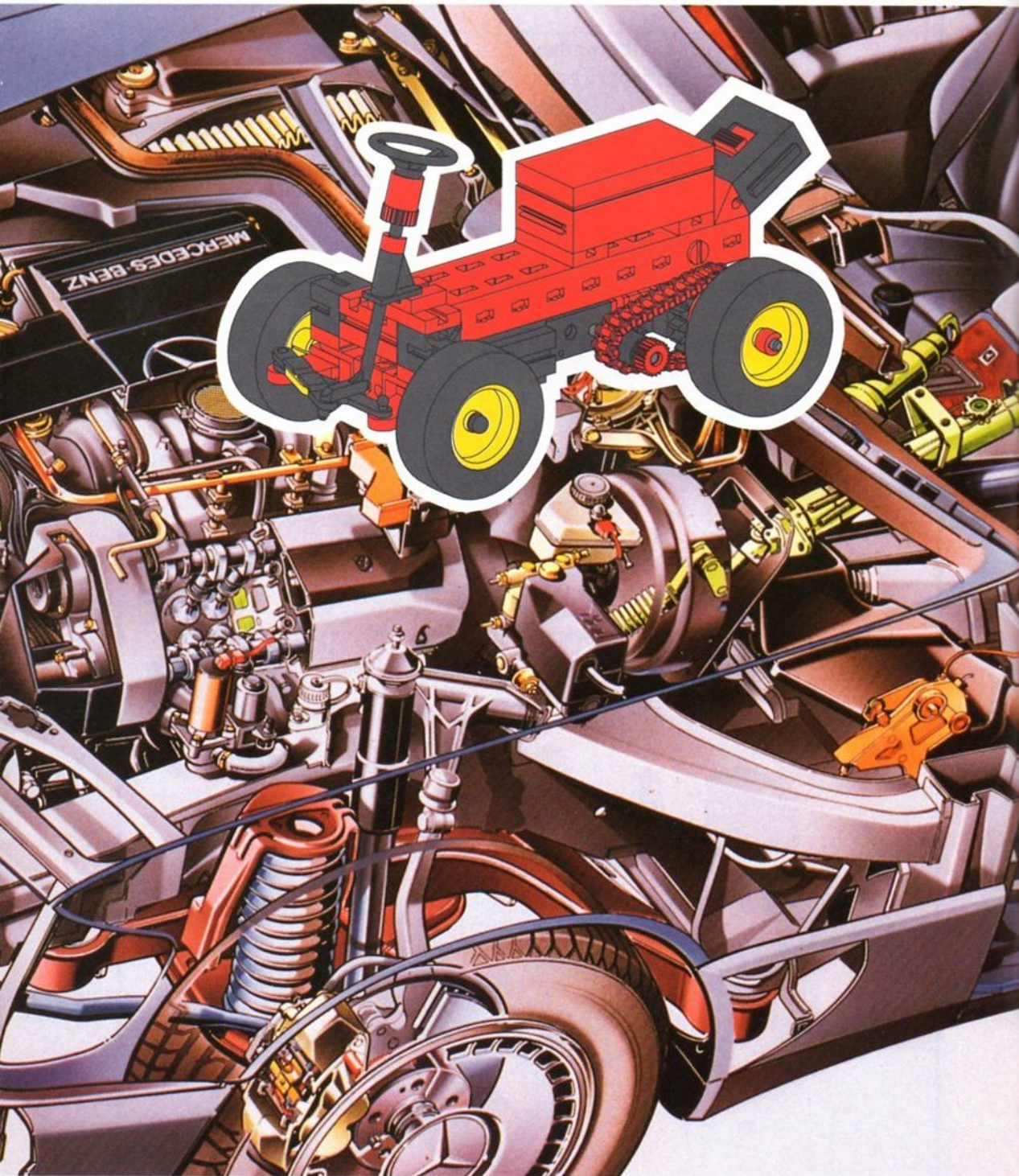


Vorwärtsgang



Rückwärtsgang







Fahrzeug- lenkungen

Bei den bisher gebauten Modellen hast Du sicher schon die Lenkung vermißt — denn nur geradeaus fahren ist nicht sehr „autolike“. So sind schon in grauer Vorzeit Karren und Kutschen mit einer Lenkung ausgerüstet worden.

Fahrzeug mit Drehschemellenkung

Diese erste Lenkung war ganz einfach gebaut. Die gesamte Vorderachse wurde auf einem Brett oder einer runden Holzplatte befestigt und diese drehbar am Fahrzeug befestigt.

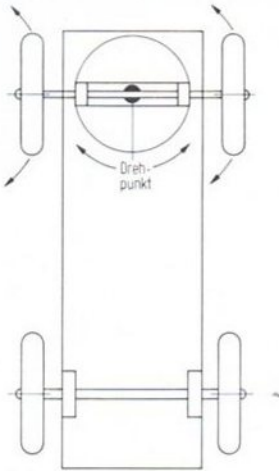


Bild 22

Die Räder sind fest mit der Achse verbunden. **Bild 22** zeigt den Aufbau von unten. Die gesamte Vorderachse ist um den Drehpunkt beweglich, und das Fahrzeug kann so gelenkt werden.

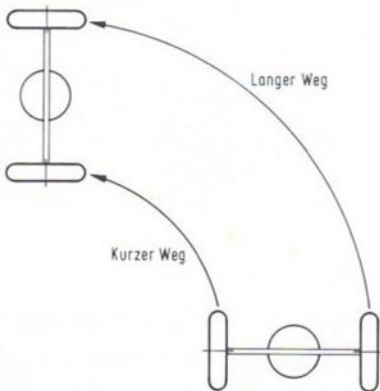


Bild 23

Und schon gibt es ein Problem, denn beim Kurvenfahren legen die Räder unterschiedliche Strecken zurück. Das Rad auf der Kurvenaussenseite muß einen

weiteren Weg zurücklegen als das Rad auf der Kurveninnenseite. Den Weg kannst Du im **Bild 23** sehen, wo nur die Vorderachse mit den Rädern zu sehen ist. Du kannst es auch ausprobieren, wenn Du das erste Modell aufgebaut hast, indem Du an beiden Rädern einen Klebestreifen als Markierung befestigst und die Anzahl der Umdrehungen bei jedem Rad zählst. Was kann man dagegen tun?

Ganz einfach — die Räder dürfen nicht fest auf der Achse sitzen, sondern sie müssen sich auf der Achse drehen können. So kann sich das kurvenäußere Rad schneller drehen als das kurveninnere Rad (**Bild 24**). Mit dieser einfachen Lenkung, der „Drehschemel-Lenkung“, waren lange Zeit alle Fahrzeuge ausgerüstet, und auch heute findest Du sie bei Handwagen oder Fahrzeuganhängern.

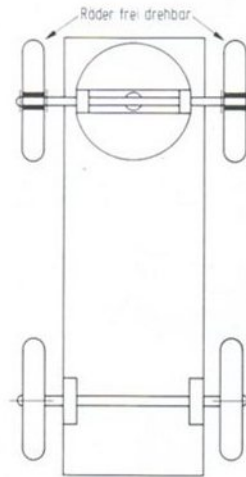
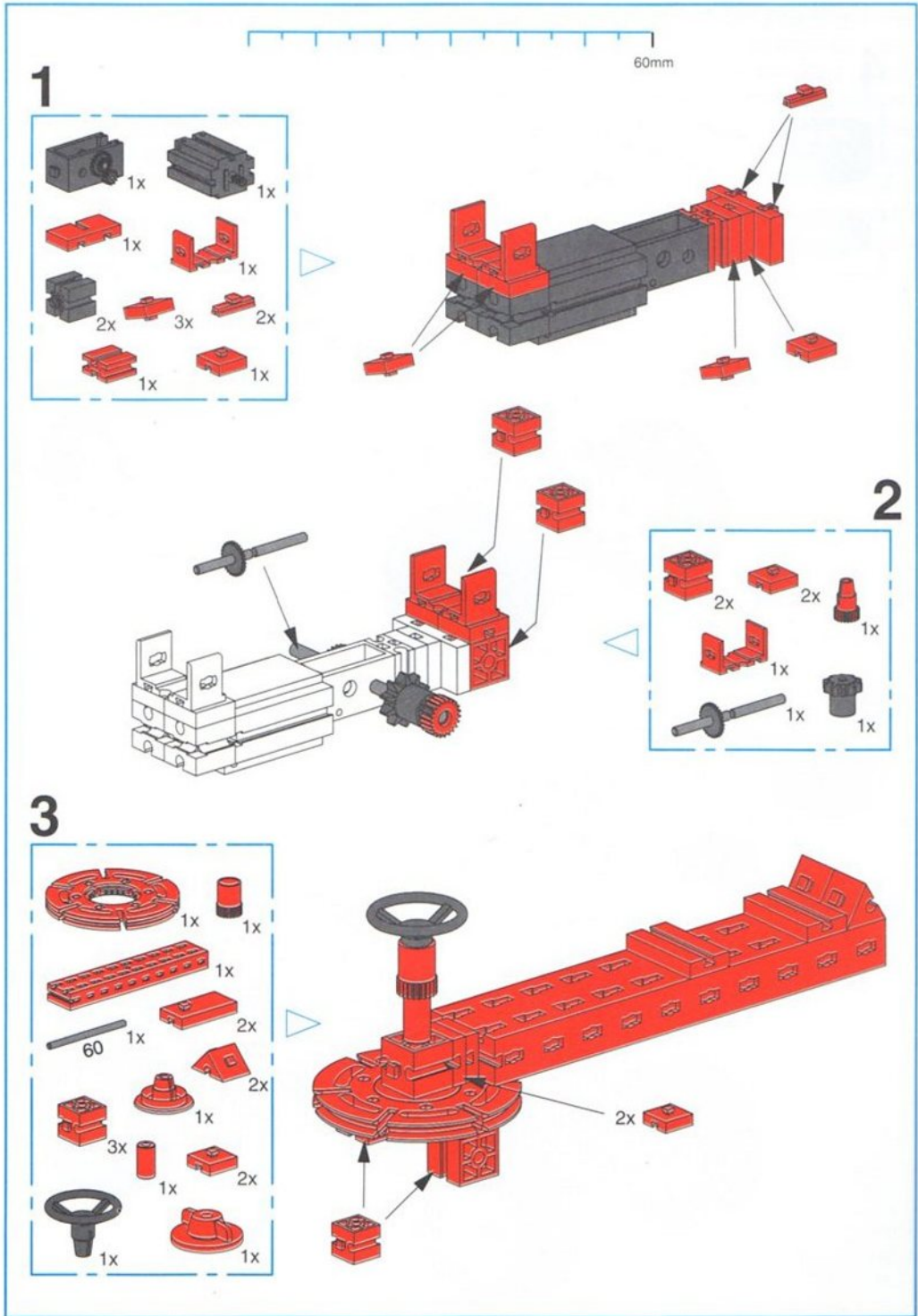


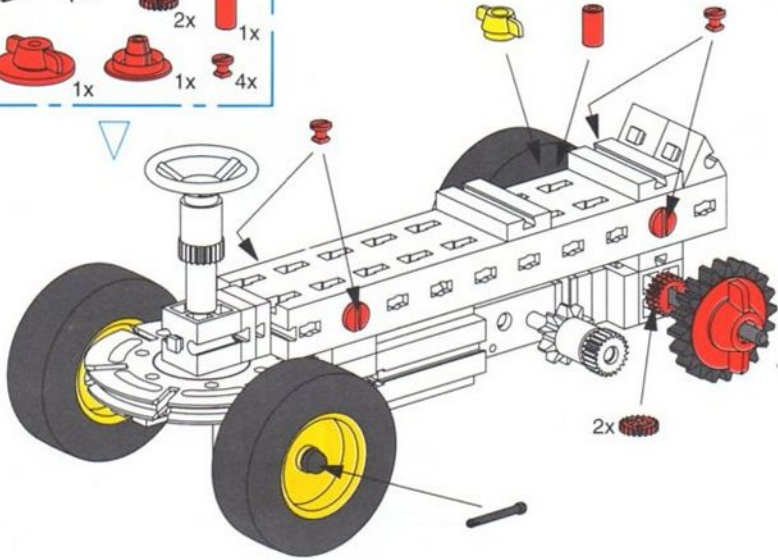
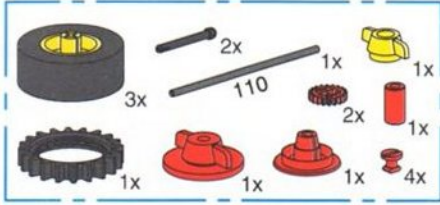
Bild 24

Der Aufbau des Fahrzeugs mit Drehschemellenkung ist recht einfach, und natürlich hat der Wagen auch einen Motor für den Antrieb.

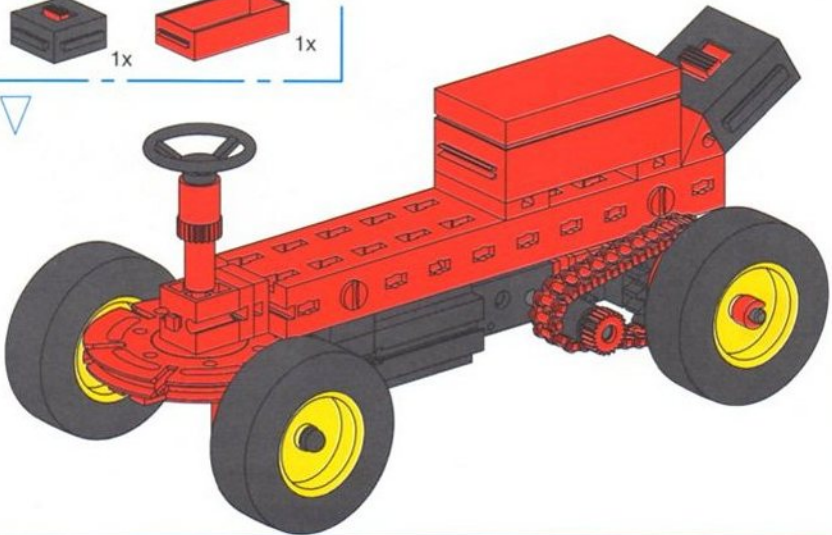
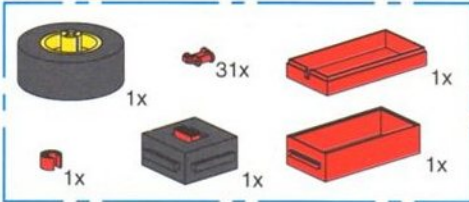


4

110mm



5



Noch'n Problem!

Für die Hinterräder gilt natürlich dasselbe wie für die Vorderräder. Auch hier legt das kurvenäußere Rad einen weiteren Weg zurück als das kurveninnere. Aber auch hier gibt es eine Lösung, die Du beim Aufbauen des Modells sicher schon bemerkt hast. Es wird nur ein einziges Rad (das auf der rechten Fahr-

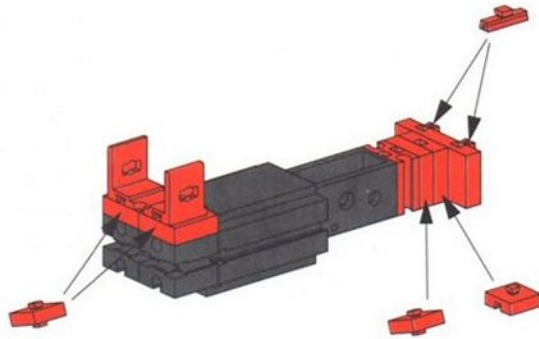
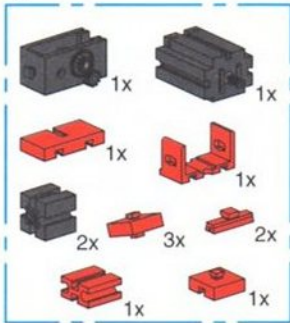
zeugseite) angetrieben. Das linke Rad kann sich frei drehen und läuft so unabhängig vom angetriebenen Rad. Damit es nicht von der Achse rutscht, ist es mit einer Klemmbuchse gesichert. Solche Antriebe werden oft in Spielzeugautos verwendet. Wie man trotzdem beide Räder antreiben kann, erfährst Du im nächsten Kapitel. Jetzt aber zurück zur Lenkung.

Fahrzeug mit Achsschenkellenkung

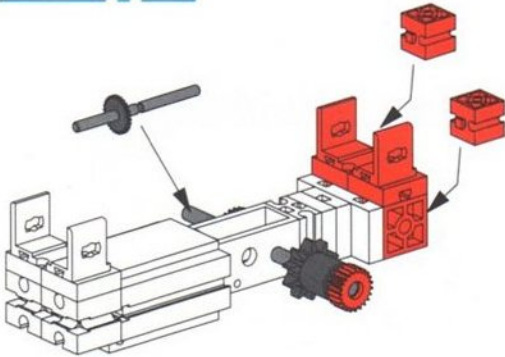
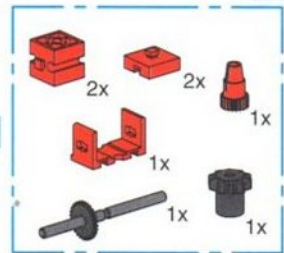
Die Drehschemellenkung hat noch einige Nachteile, die Dir sicher beim Ausprobieren des Modells aufgefallen sind. Die Räder brauchen beim Einschlagen sehr viel Platz, und bei engen Kurven ist die Standfestigkeit des Fahrzeugs recht schlecht — besonders, wenn es schnell fährt. Bei den ersten Autos, die eigentlich nur umgebaute Kutschen waren und auch nicht besonders schnell fahren

konnten, reichte die Drehschemellenkung aus. Sobald die Motoren leistungsfähiger wurden und die Autos schneller, mußten sich die Automobilbauer eine bessere Lenkung ausdenken. So entstand die „Achsschenkellenkung“. Das nächste Modell hat eine solche Lenkung, die schon komplizierter ist. Das Modell baust Du am besten erst einmal auf, um zu sehen, wie es funktioniert.

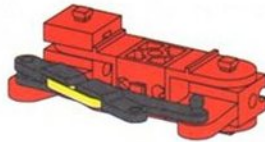
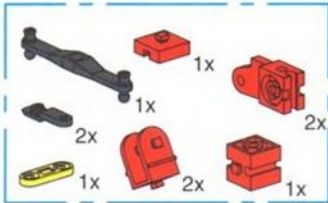
1



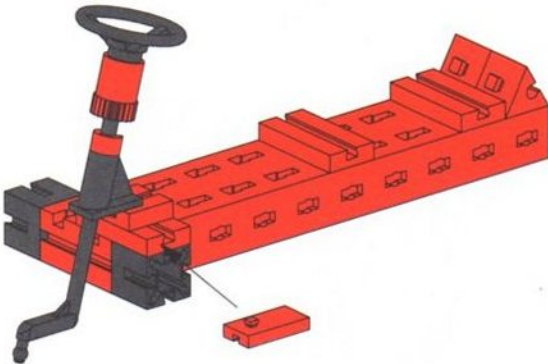
2



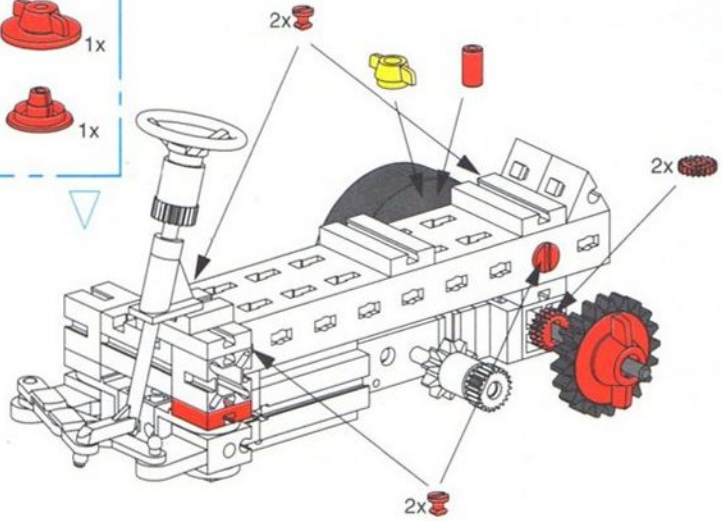
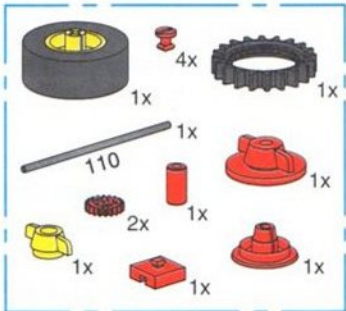
3



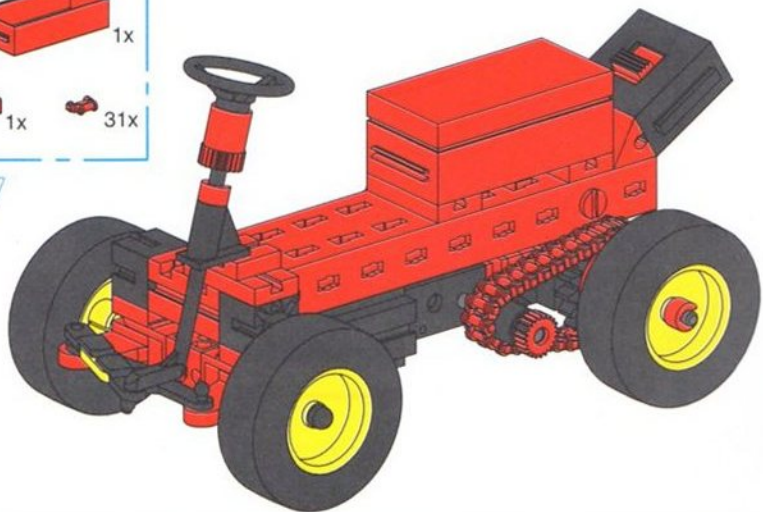
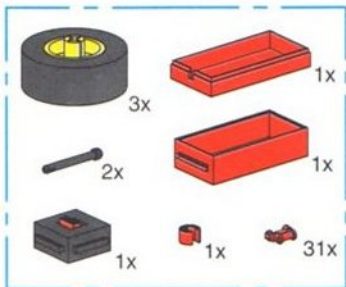
4



5



6



Wie funktioniert?

Du hast am Modell den Vorteil der neuen Lenkung gesehen: der Radstand bleibt fast gleich, und daher sind Standfestigkeit und Seitenführung auch bei Kurvenfahrt sehr gut. Außerdem braucht der Lenkeinschlag der Räder viel weniger Platz.

Bei der Achsschenkellenkung sitzt jedes Rad auf einer ganz kurzen Achse, die „Achsschenkel“ genannt wird (daher der Name). Der Achsschenkel kann dann um den Achsschenkelbolzen gedreht werden. Wie Du beim Modell schon gesehen hast, ist diese Form der Lenkung komplizierter aufgebaut — dabei haben wir das Modell gegenüber einer „richtigen“ Lenkung schon etwas vereinfacht. Wie sieht das Ganze bei der Lenkung eines Autos aus?

Schau Dir dazu einmal das **Bild 25** an, bei dem Du von oben auf die Lenkung blickst. Die Teile der Lenkung sind nicht so dargestellt, wie sie in der Realität aussehen, sondern nur schematisch, damit Du die Aufgabe der einzelnen Teile bes-

ser erkennen kannst. Im Auto sitzt zwischen Lenkrad und Lenkung noch ein kleines Getriebe, damit man feinfühlinger lenken kann und auch nicht soviel Kraft braucht. Über die Lenkstange und den Lenkhebel wird dann der Achsschenkel mit dem Rad nach rechts oder links gedreht.

Durch eine raffinierte Anordnung von Hebeln und Stangen (Spurstange, Spurstangenhebel und fester Teil der Vorderachse) wird das „Lenktrapez“ gebildet, das dafür sorgt, daß beim Lenkeinschlag das kurveninnere Rad stärker eingeschlagen wird als das kurvenäußere und so alle Räder (von Vorder- und Hinterachse) einwandfrei und ohne Radiergeräusch abrollen. Wenn man die Achsen verlängert zeichnet (**Bild 26**), dann treffen sich alle Linien in einem Punkt — die durchfahrenen Kreisbögen haben also alle den gleichen Mittelpunkt, und genau darauf kommt es an.

Das Lenktrapez wird deshalb so genannt, weil die beiden Spurstangenhebel und die Spurstange bei Geradeausfahrt zusammen mit der Vorderachse ein Trapez bilden, wie Du es in Bild 25 schon

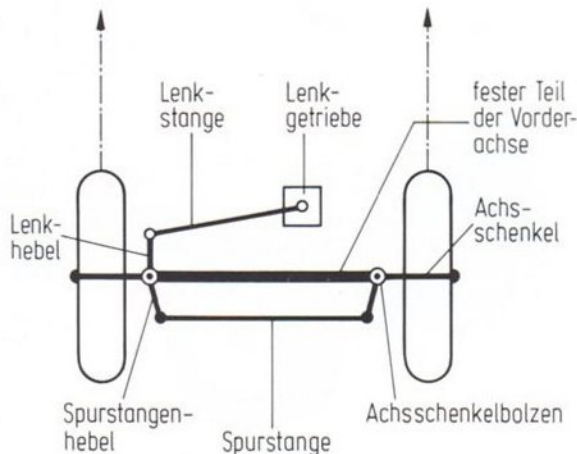


Bild 25

sehen konntest. Bei der Kurvenfahrt steht die Spurstange nicht mehr parallel zur Achse, und die Wege an den Enden der beiden Spurstangenhebel sind unterschiedlich lang. Das kurveninnere Rad wird somit stärker eingeschlagen als das außenliegende Rad (**Bild 27**). Beim fischertechnik-Modell ist die Lenkung nicht ganz so aufwendig gestaltet. Lenkstange und Spurstange fallen zusammen, und durch das Verlegen des Lenktrapezes vor die Achse können auch Spurstangenhebel und Lenkhebel zusammenfallen. Nach soviel Theorie ist aber wirklich das nächste Modell fällig.

Bild 26

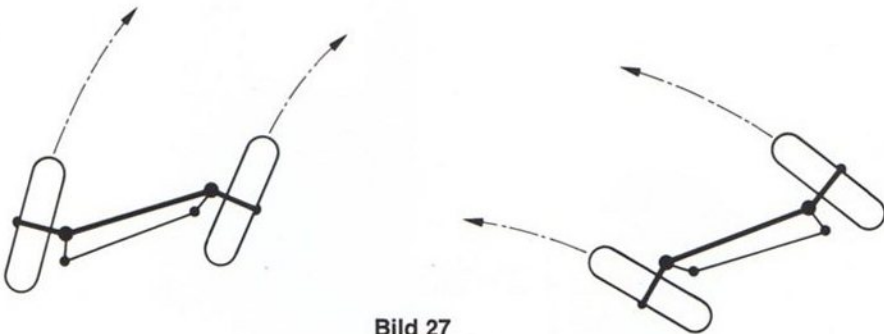
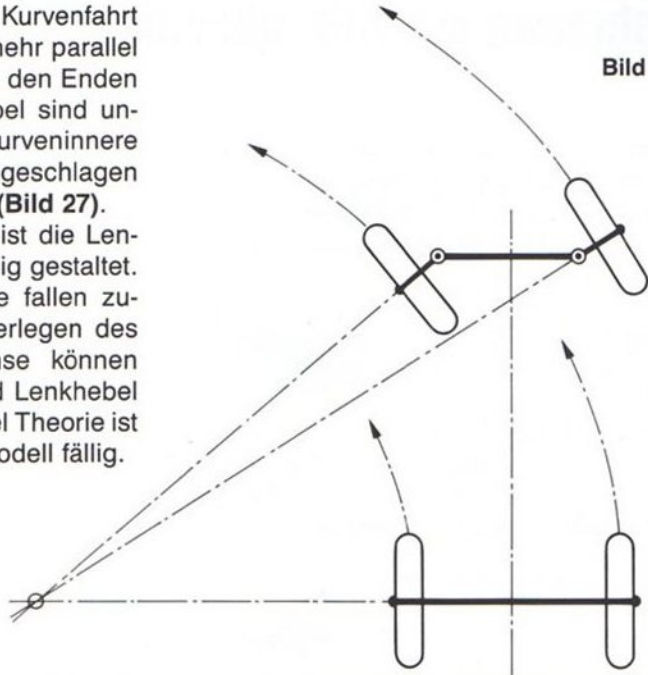


Bild 27

Fahrzeug mit Allradlenkung

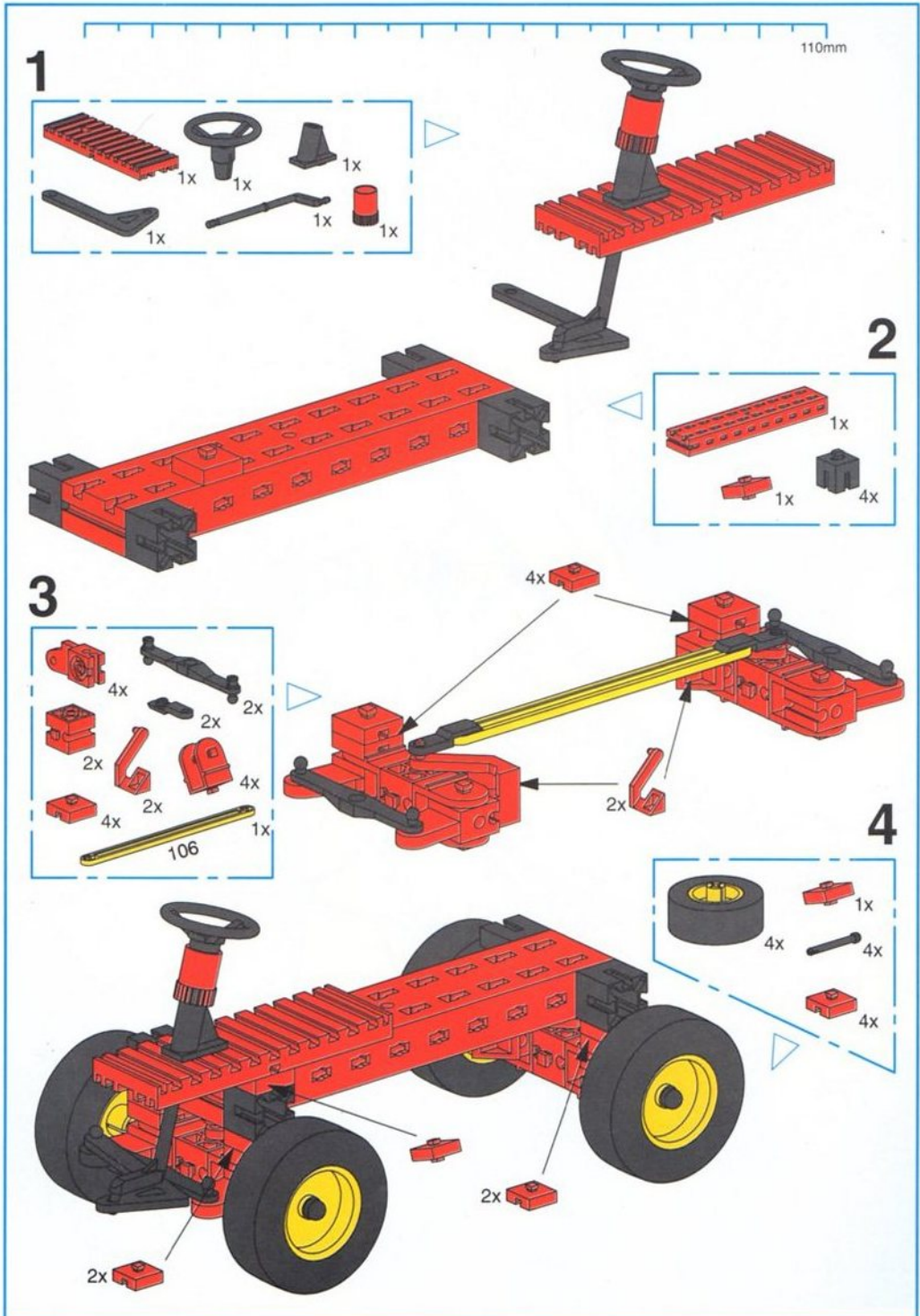
Manchmal werden Fahrzeuge benötigt, die besonders wendig sein müssen (z. B. auf engen Baustellen zur Erdbewegung), und bei besonders langen Fahrzeugen (z. B. Sattelschleppern) sind schon ganz normale Kurven ein Problem. Für solche Fälle baut man Fahrzeuge, bei denen Vorder- und Hinterachse gelenkt werden. Selbst bei Personenwagen experimentieren manche Hersteller schon mit Allradlenkung, damit das Einparken leichter wird. Bei Spezialfahrzeugen für überlange Schwertransporte gibt es so-

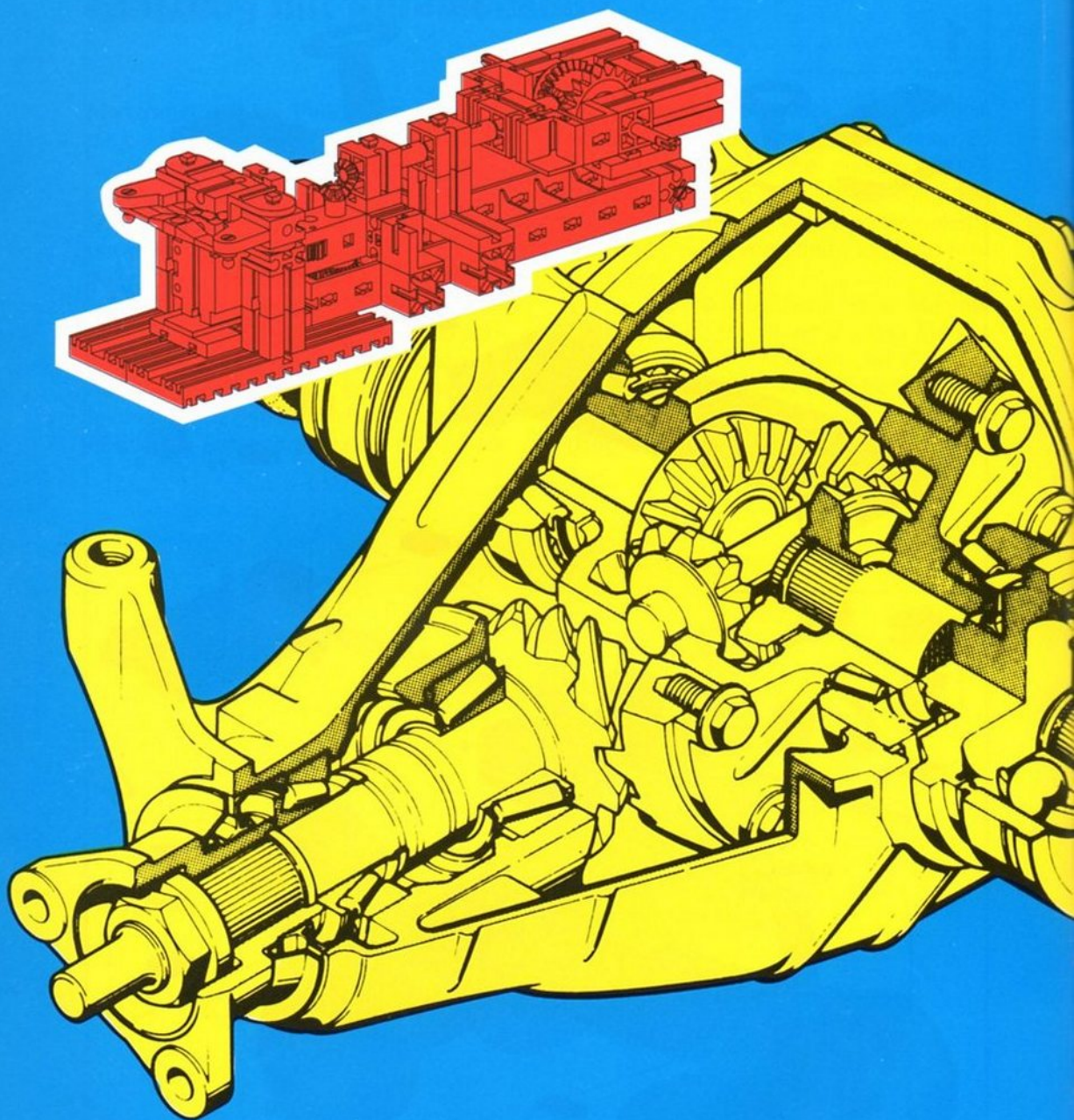
gar manchmal am Heck ein eigenes Führerhaus, vom dem aus die Hinterräder gelenkt werden. Bei diesem Modell mit Allradlenkung wird die Lenkung der Hinterachse mit der Vorderachse gekoppelt und beides von einem Lenkrad aus gesteuert.

Wenn Du den fischertechnik Master-Baukasten hast, kannst Du das Modell auch noch mit einem Aufbau (Führerhaus und Ladefläche) versehen und Dir so einem Laster mit Allradlenkung bauen (**Bild 28**).



Bild 28





Fahrzeug- antriebe



Bei den lenkbaren Modellen mußten wir wegen des besseren Kurvenverhaltens den Antrieb auf ein Rad beschränken, was natürlich auch die Antriebsleistung reduziert hat. Auch der Antrieb über eine Kette oder direkt über Zahnräder wird bei heutigen Autos nicht verwendet. Bei vielen Autos und bei fast allen Lastwagen befindet sich der Motor vorne, es werden aber die Hinterräder angetrieben. In diesem Kapitel sollst Du erfahren, wie die Antriebskraft auf die Hinterräder übertragen wird und wie man beide Hinterräder antreiben kann.

Fahrzeug mit Antriebswelle und Kegelradantrieb

Das erste Modell mit Antriebswelle ist ein typischer Lastwagen. Vorne unter dem Fahrerhaus befindet sich der Motor, dessen Kraft über eine Antriebswelle zum Hinterrad übertragen wird. Die Antriebswelle führt längs unter dem Laster nach hinten. Zur Umlenkung der Motorkraft auf die Welle und dann von der Welle auf das Rad muß die Kraft rechtwinklig umgeleitet werden. Dazu werden „Kegelräder“ verwendet, die deshalb so heißen, weil die Zahnräder so abgeschrägt sind wie bei einem Kegel.

Beim Aufbauen kannst Du das gut sehen. Das Übersetzungsverhältnis wird bei den Kegelrädern natürlich genauso ausgerechnet wie bei geraden Zahnrädern.

Bei einem richtigen Auto besitzt die Hinterachse eine Federung. Bei einer Achse, die sich auf und ab bewegt, kann man die Antriebswelle nicht starr machen. Es werden dann Gelenke in die Welle eingebaut, damit die Antriebswelle beweglich ist (**Bild 29**). Weil die Kreuzgelenke auch „Kardangelenke“ genannt wurden, sagt man zur Antriebswelle oft auch „Kardanwelle“, auch wenn man heute verschiedene Arten von Gelenken für die Antriebswelle verwendet. Wenn Du einmal unter Euer Auto schaut, kannst Du bei den Antriebsrädern auch solche Kreuzgelenke sehen.

Auch in diesem Baukasten ist übrigens ein Kreuzgelenk enthalten, es wird beim allerletzten Modell im nächsten Kapitel für den Allradantrieb verwendet.

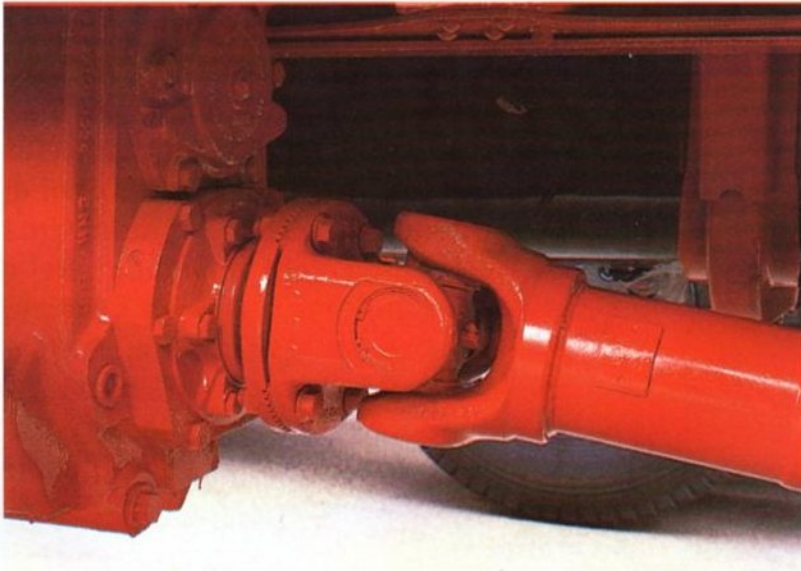
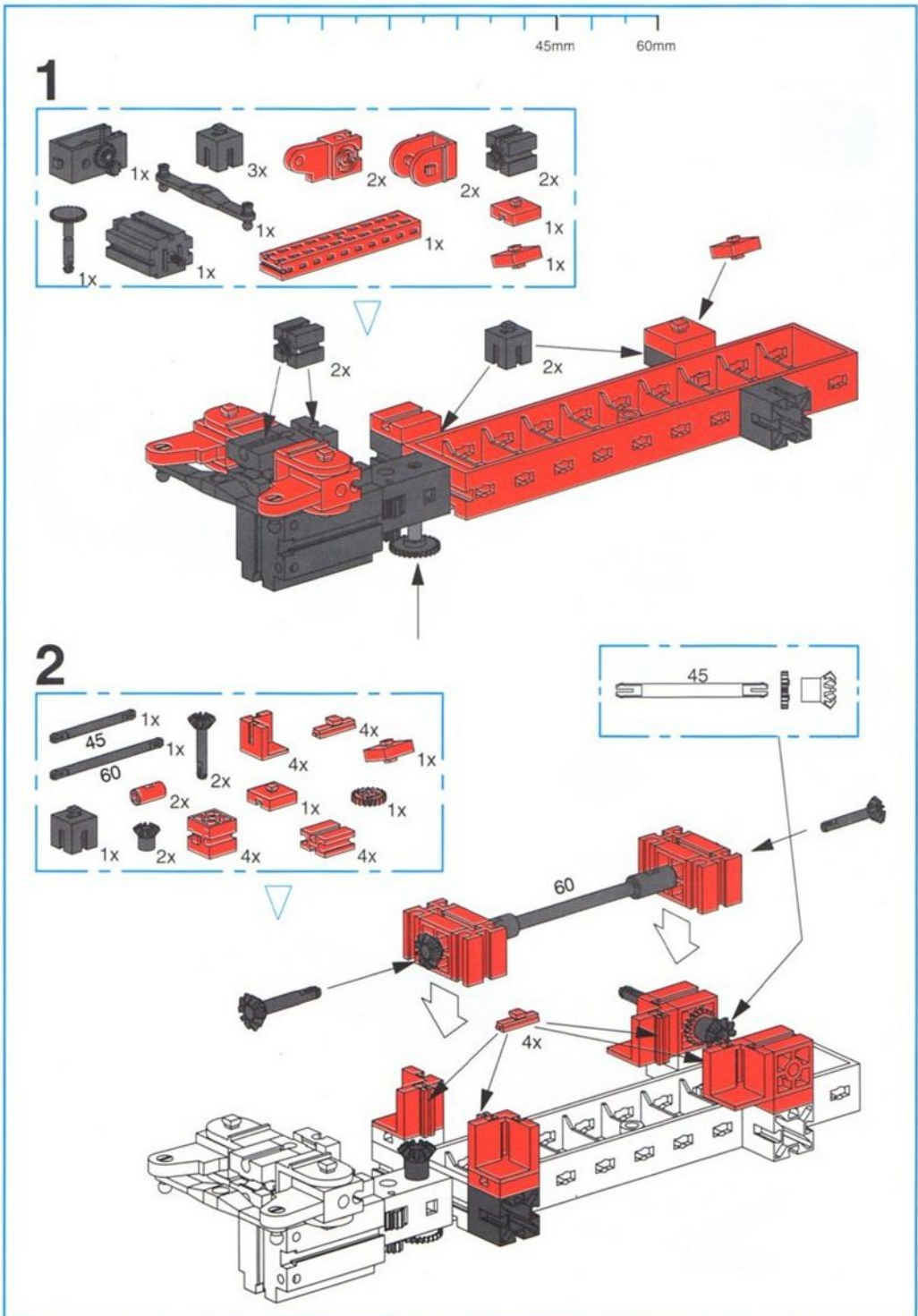
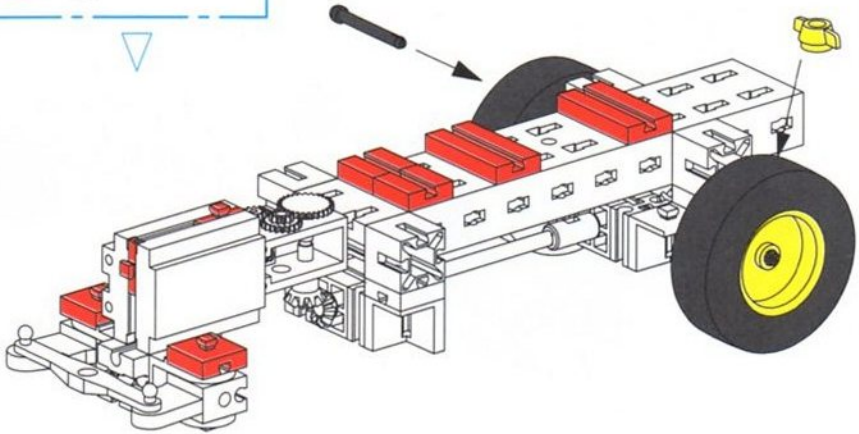
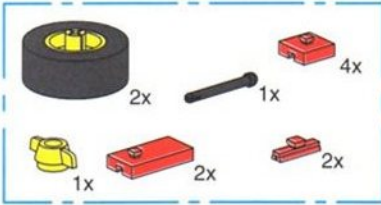


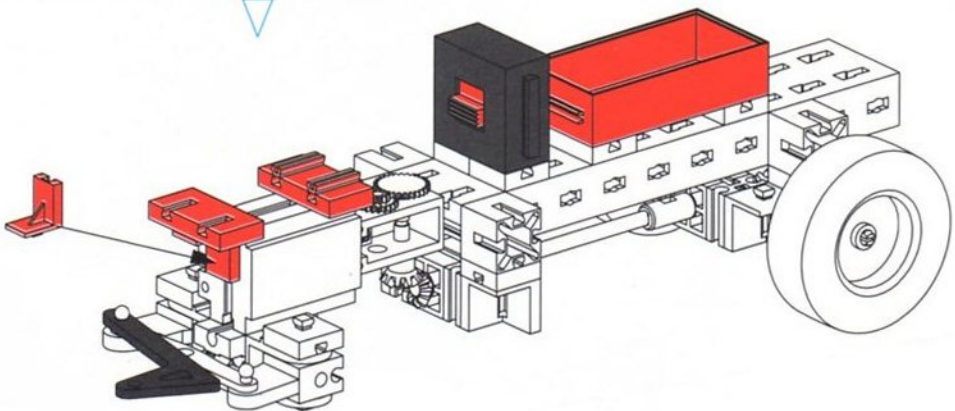
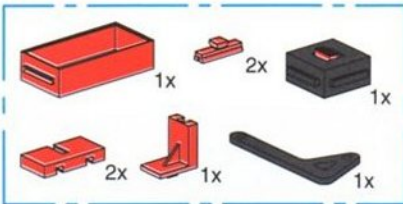
Bild 29



3



4



Fahrzeug mit Differential

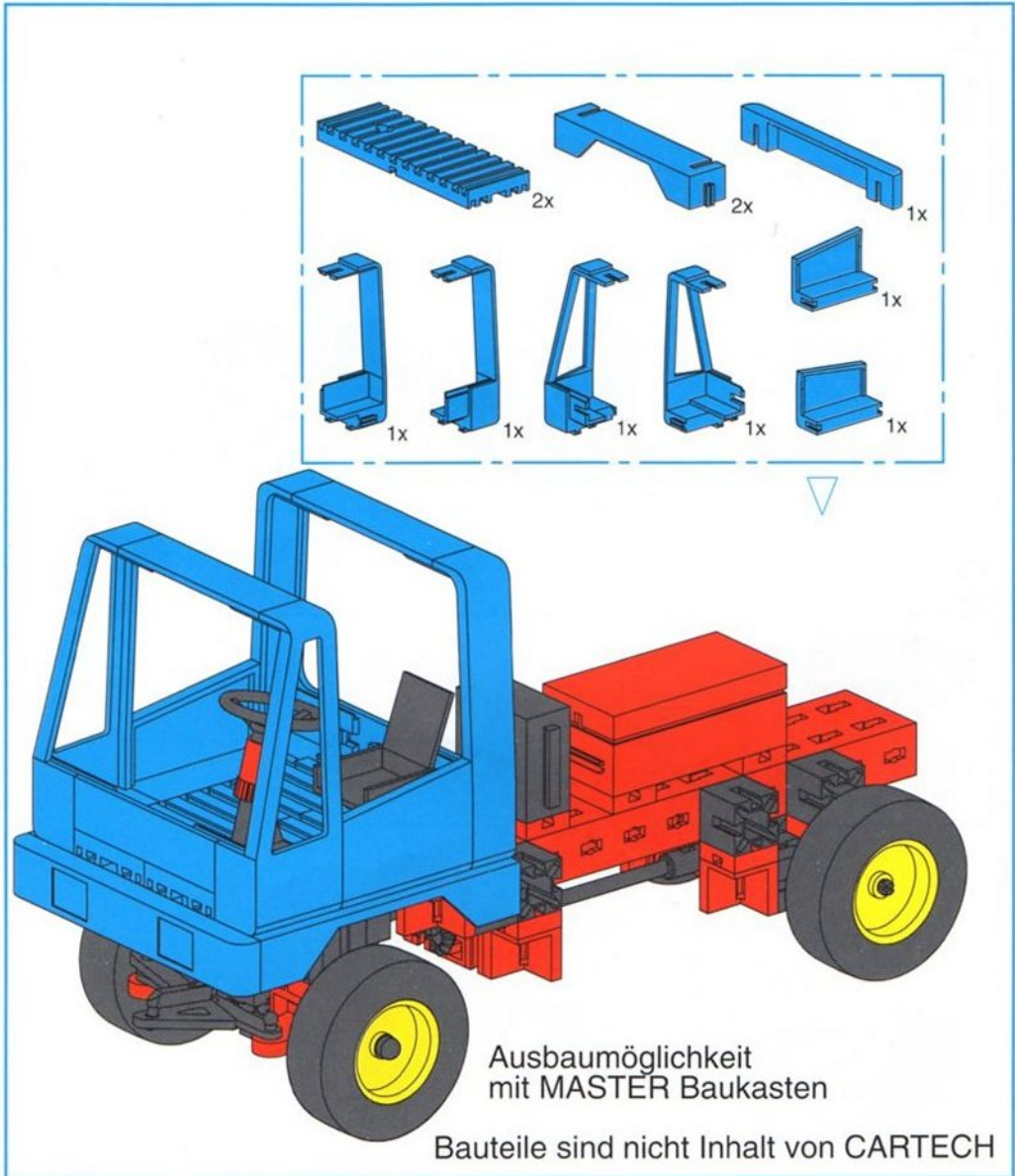
Bei diesem Modell werden nun beide Hinterräder angetrieben. Erinnerst Du Dich noch an die beiden Räder an der Hinterachse in der Kurve? Das kurveninnere Rad muß sich langsamer drehen als das Rad auf der Kurvenaußenseite. Um das zu erreichen, wird zwischen Antriebswelle und Räder ein Ausgleichsge-

triebe angebracht. Das Ausgleichsgetriebe, das auch „Differential“ genannt wird, verteilt die Drehung der Antriebswelle unterschiedlich auf beide Räder. Bevor das Ausgleichsgetriebe näher untersucht wird, baust Du aber erst das Modell auf.

Fahrzeug ausgebaut mit MASTER-Bauteilen

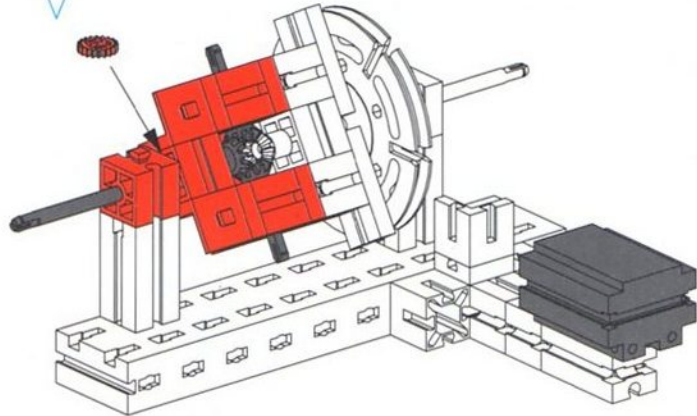
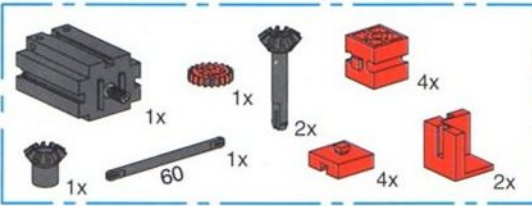
Das vorhergehende Laster-Modell kannst Du noch weiter ausrüsten, wenn Du fischertechnik-Bausteine aus ande-

ren Baukästen (z. B. Master) hast. Die folgende Baustufe gibt Dir dazu ein paar Tips.

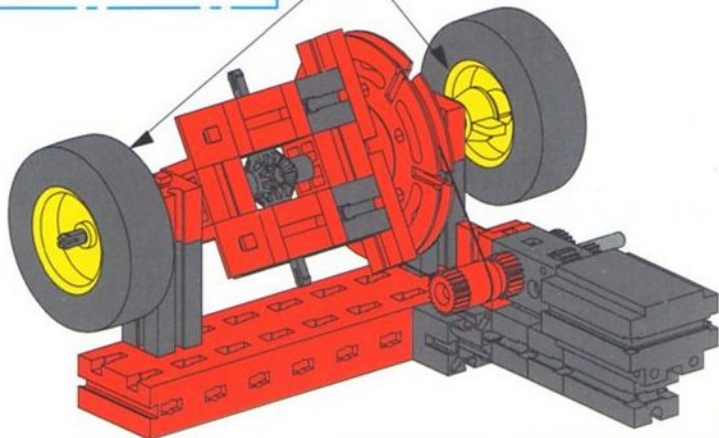
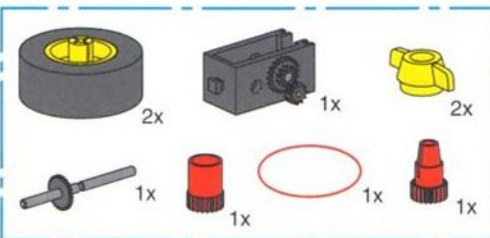


3

60mm



4



Wie funktioniert?

Mit dem Funktionsmodell kannst Du die Abläufe genauer studieren. Jetzt drehe einmal eines der Räder. Was geschieht? Das andere Rad dreht sich genau entgegengesetzt. Schalte nun einmal den Motor ein. Jetzt drehen sich beide Räder gleich schnell. Wenn Du nun eines der Räder mit der Hand stoppst, dreht sich das andere Rad weiter; es läuft sogar schneller. Das ist übrigens der Grund, warum man mit dem Auto nicht weiter-

kommt, wenn eines der Räder (z. B. auf Eis) durchdreht.

Im **Bild 30** siehst Du die Zeichnung von einem aufgeschnittenen Differential. Das Ausgleichsgehäuse ist fest mit dem Tellerrad verbunden. Die Kraftübertragung zu den beiden Rädern erfolgt über die Ausgleichskegelräder, und diese Kegelräder ermöglichen den Ausgleich des Drehzahlunterschieds zwischen kurveninnerem und kurvenäußerem Rad des Autos. Dabei drehen sie sich um ihre Achsen und wälzen sich auf den Achswellenrädern ab.

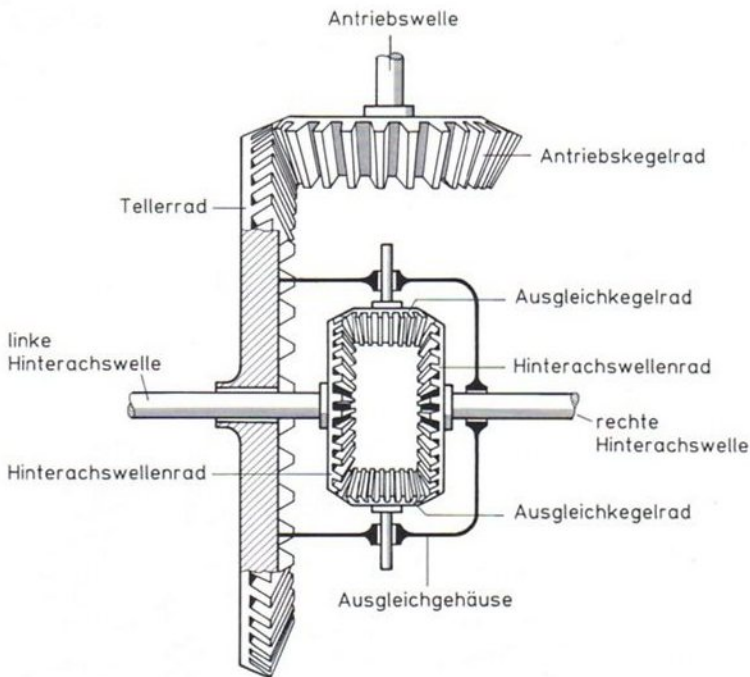


Bild 30

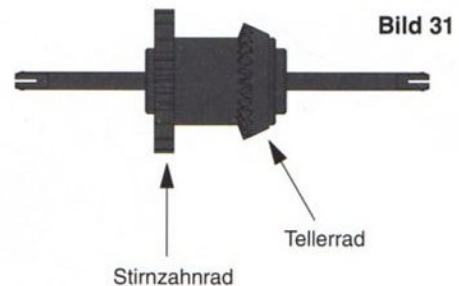
Wenn das Auto geradeaus fährt, drehen sich die Ausgleichsräder nicht und wirken wie eine feste Verbindung der beiden Halbachsen. Wenn bei der Kurvenfahrt das innere Rad leicht abgebremst wird, beginnen sich die Ausgleichsräder zu drehen und machen das kurvenäuße-

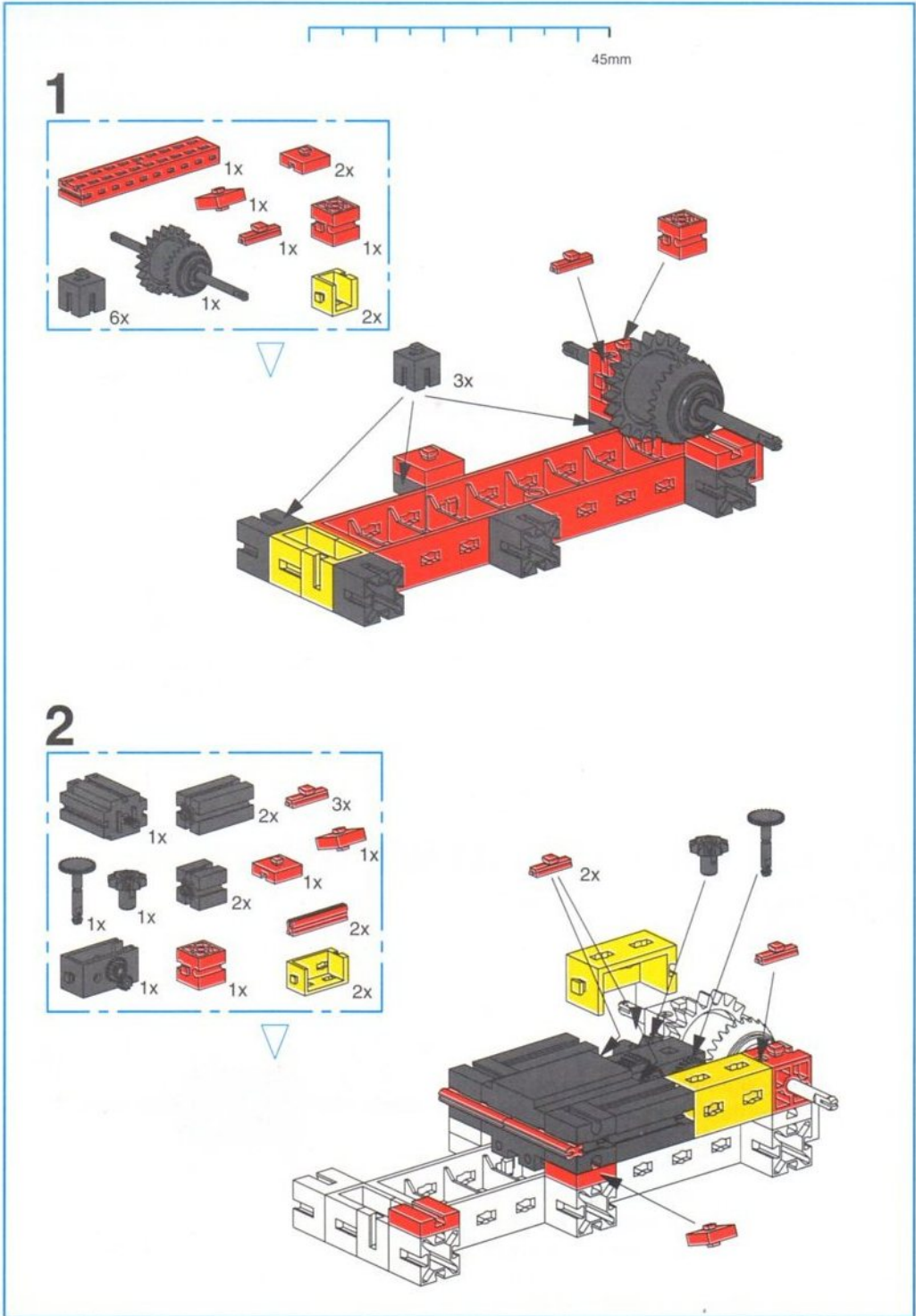
re Rad schneller. Insgesamt dreht sich das kurvenäußere Rad immer um den gleichen Betrag schneller als die Antriebswelle, wie das kurveninnere langsamer ist. Die folgende Tabelle faßt die verschiedenen Bewegungsverhältnisse noch einmal übersichtlich zusammen.

Tellerrad	linkes Achswellenrad	rechtes Achswellenrad
1 Umdrehung	1 Umdrehung vorwärts	1 Umdrehung vorwärts
1 Umdrehung	$\frac{1}{2}$ Umdrehung vorwärts	$1\frac{1}{2}$ Umdrehungen vorwärts
1 Umdrehung	$1\frac{1}{2}$ Umdrehungen vorwärts	$\frac{1}{2}$ Umdrehung vorwärts
1 Umdrehung	steht still	2 Umdrehungen vorwärts
steht still	1 Umdrehung vorwärts	1 Umdrehung rückwärts
steht still	1 Umdrehung rückwärts	1 Umdrehung vorwärts

Fahrzeug mit Heckmotor und Differentialgetriebe

Das Differential kann auch über das Stirnzahnrad (gegenüber vom Tellerrad) angetrieben werden — es arbeitet dann genauso wie beim Antrieb über das Kegelrad (**Bild 31**). Beim letzten Modell in diesem Kapitel liegt der Motor hinten (wie z. B. bei einem Personenwagen); er kann daher direkt mit dem Differential gekoppelt werden. Der Aufbau fällt Dir sicher nicht schwer.





Fahrzeug mit Pendelachse und Differentialgetriebe

Im Gelände werden an ein Fahrzeug besondere Anforderungen gestellt. Es sollten immer alle Räder den Boden berühren, damit das Auto nicht kippt und die Antriebsräder immer greifen können. Um das zu erreichen, verwendet man verschiedene Konstruktionsprinzipien, z. B.:

- Die Achsen sind nicht mehr starr mit dem Fahrzeug verbunden, sondern um die Antriebswelle drehbar gelagert (Pendelachse).

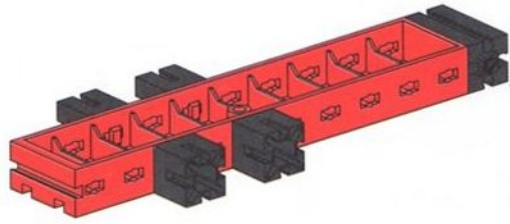
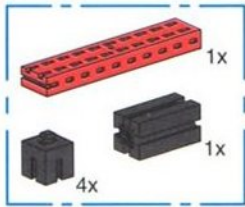
- Damit das Fahrzeug auch in rutschigem Gelände weiterkommt, werden die Räder auf beiden Achsen angetrieben (Allradantrieb).

Beide Möglichkeiten kann man entweder einzeln verwenden oder miteinander kombinieren.

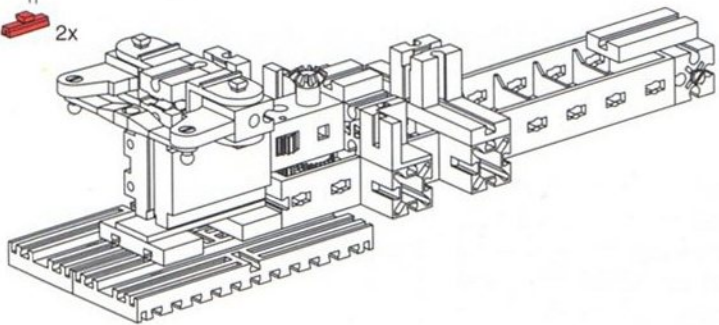
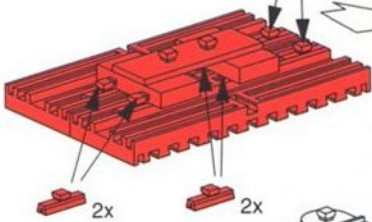
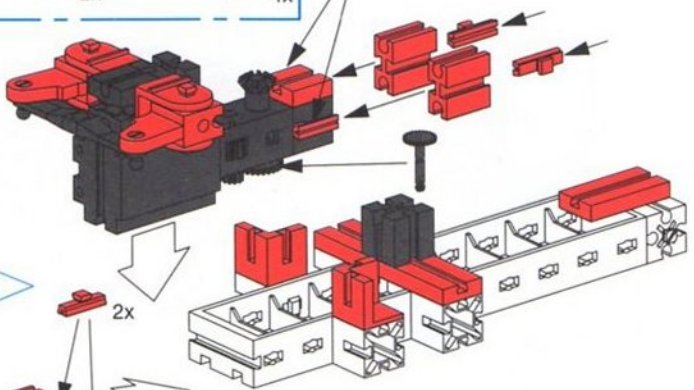
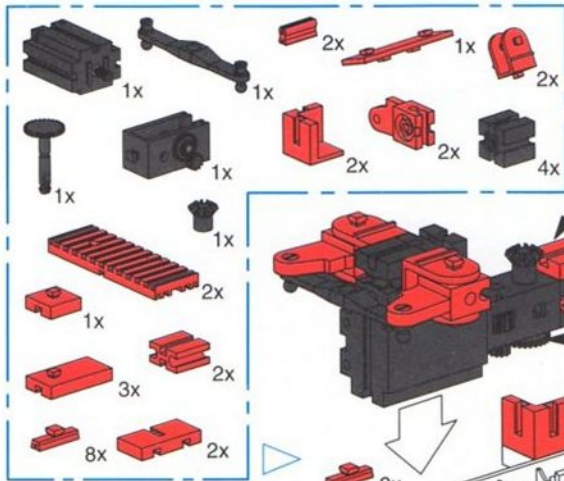
Die Pendelachse findest Du oft bei Lastwagen, die auf Baustellen eingesetzt werden. So einen Wagen mit Pendelachse für die Hinterräder kannst Du mit dem nächsten Modell aufbauen.

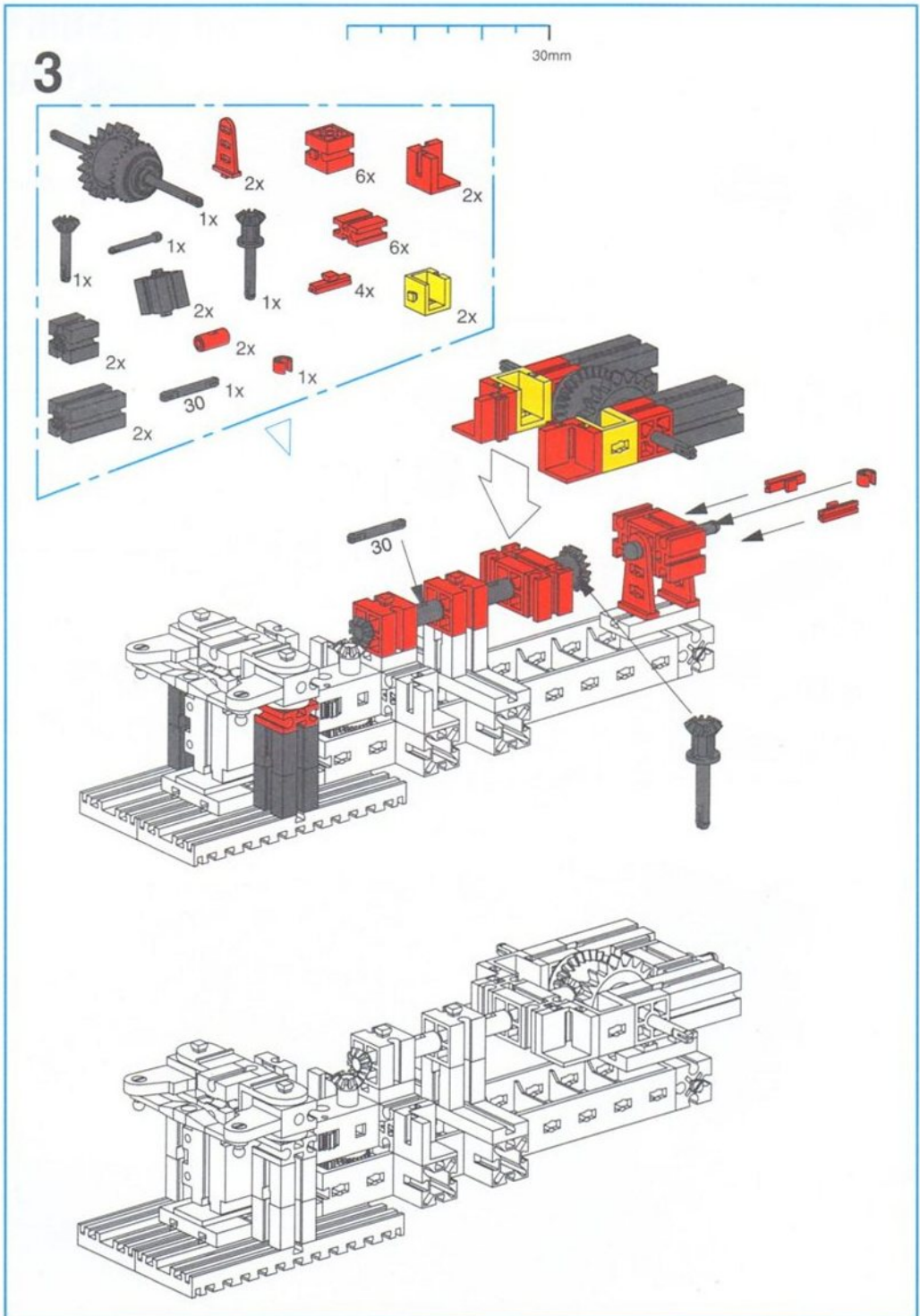


1

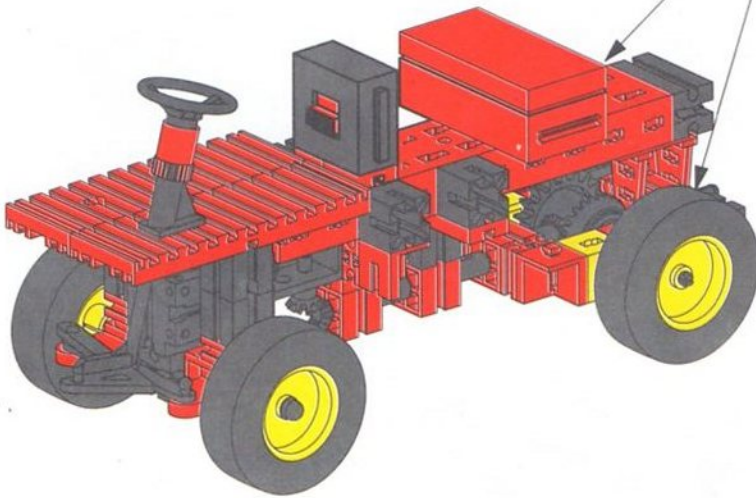
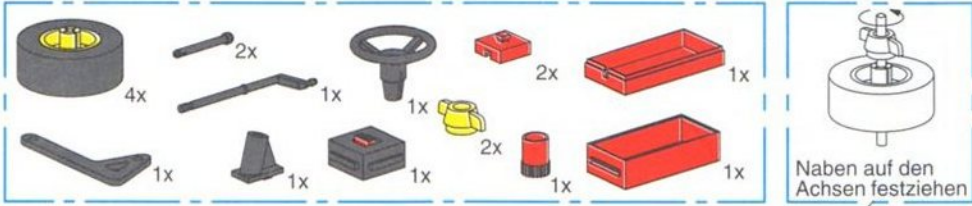


2





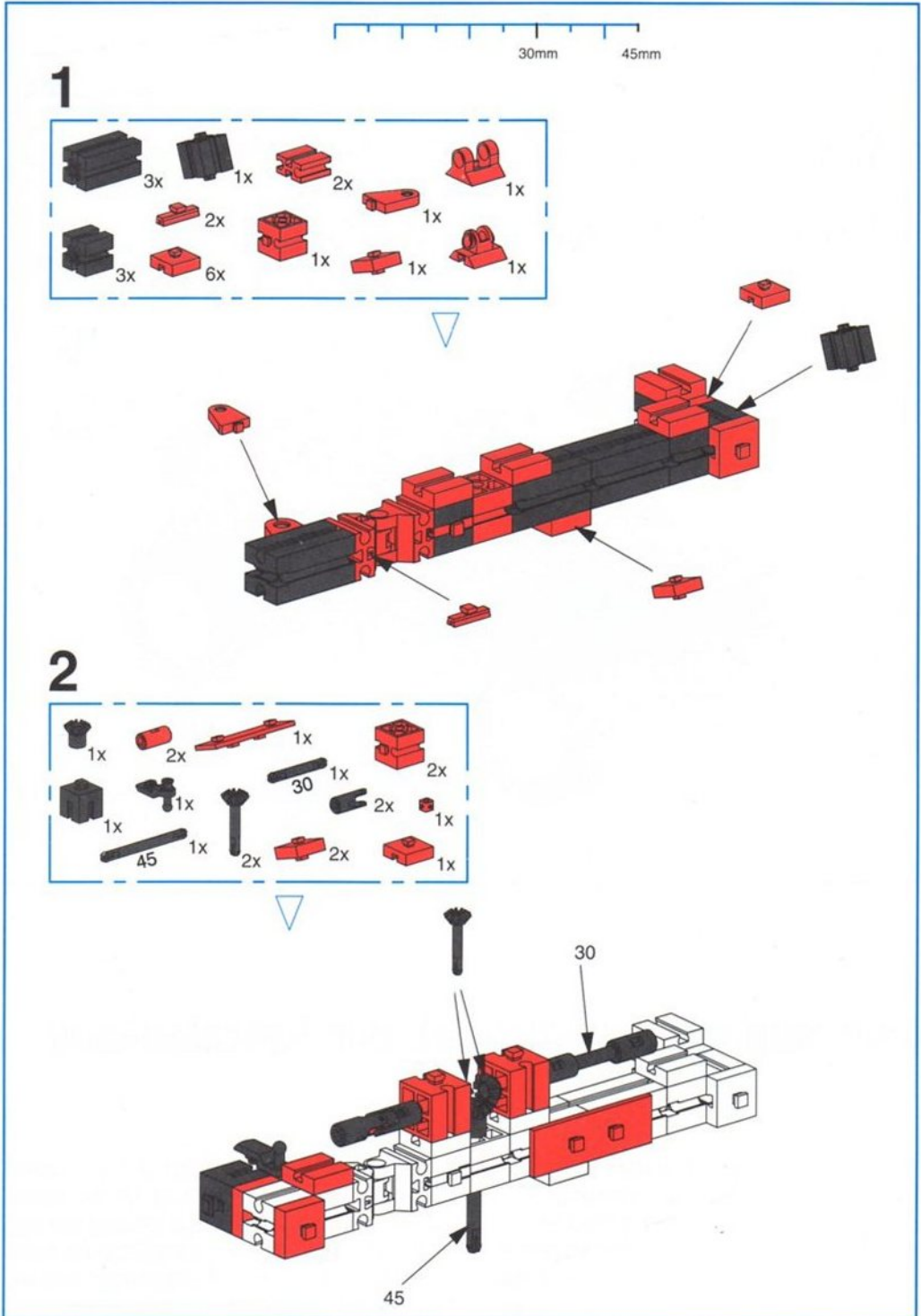
4



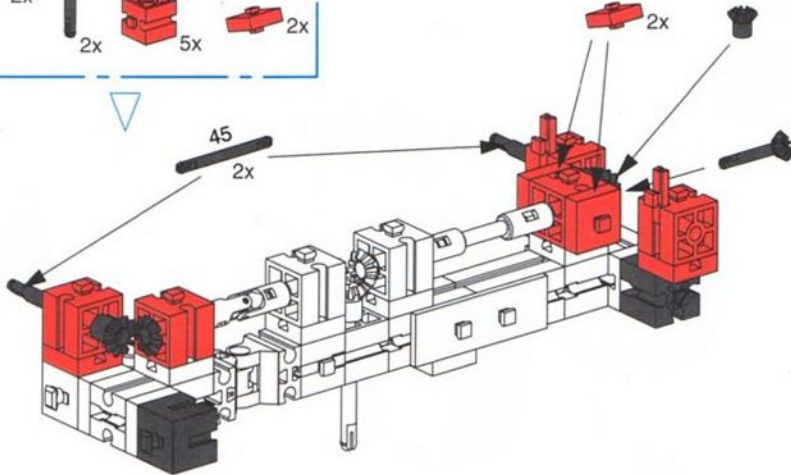
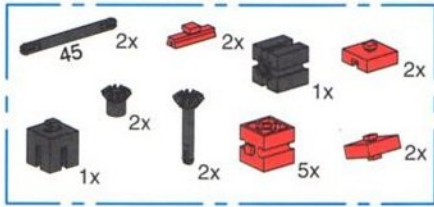
Fahrzeug mit Allradantrieb und Knicklenkung

Bei manchen Personenwagen, Geländewagen und auch bei Baufahrzeugen werden beide Achsen und somit alle vier Räder angetrieben. Beim letzten Modell in diesem Baukasten findest Du zwei angetriebene Achsen. Es ist aber auf jeder

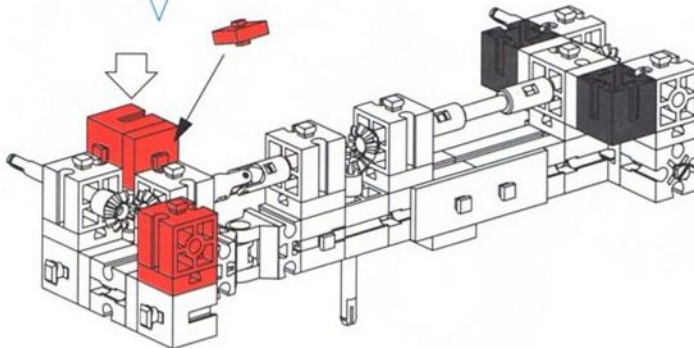
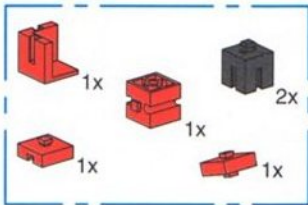
Achse nur ein Rad angetrieben, damit das Fahrzeug auch Kurven fahren kann. Die Lenkung ist diesmal anders als bei den vorhergehenden Modellen; es handelt sich um eine „Knicklenkung“, wie sie in Baufahrzeugen eingesetzt wird.











3



4

























Stückliste












 2x	31010	Winkelstein 60°
 1x	31019	Drehscheibe
 4x	31021	Zahnrad Z20
 2x	31031	Achse 110
 1x	31032	Achse 60
 4x	31058	Nabenmutter
 2x	31060	Verbindungsstück 15
 2x	31061	Verbindungsstück 30

 1x	31063	Achse 60 mit Zahnrad Z 28
 1x	31078	U-Getriebe
 1x	31082	Zahnrad Z28 m=0,5 mit Rastachse
 1x	31411	Differential Käfig Z28
 2x	31412	Planetenrad Z10
 2x	31413	Differential Abtriebsrad Z10
 1x	31414	Differential Antriebsrad Z14
 1x	31426	Gelenkwürfelzunge

Stückliste

 1x	31436	Gelenkwürfelklaue	 12x	31982	Federnocken
 2x	31614	Spurstange für Servo	 4x	31983	Hülse 15
 1x	31771	Lagerstück 1	 9x	32064	Baustein 15 mit Bohrung
 1x	31772	Lagerstück 2	 1x	32071	Winkelstein 7,5°
 4x	31843	Lenkwürfel	 1x	32233	Batterieclips (9V) ohne Stecker
 2x	31888	Gelenkstück	 1x	32263	Batteriegehäuse
 2x	31894	Anlenkhebel	 1x	32293	S-Motor 6-9V=
 4x	31913	Nabenmutter	 4x	32627	Felge 30
 2x	31915	Zangenmutter	 6x	32850	Riegelstein 15x15
 1x	31916	Lenkrad 2	 1x	32852	Lenkstock
 1x	31981	Winkelstein 15°	 2x	32859	Bodenplatte 30x90

 4x	32870	Clipsachse
 3x	32879	Baustein 30
 6x	32881	Baustein 15
 2x	32882	Baustein 15 mit 2 Zapfen
 1x	32884	Gelenkstange
 1x	32885	Lenksäule 78
 4x	32913	Reifen 50
 1x	32958	Batteriegehäuse Deckel
 1x	32968	U-Träger150
 4x	35031	Flachnabenzange
 3x	35049	Baustein 15x30x5

 2x	35053	Winkelträger 15
 1x	35059	X-Strebe 106
 4x	35061	Kegelzahnrad mit Achse
 3x	35062	Kegelzahnrad mit Hülse
 1x	35063	Rastachse 30
 5x	35064	Rastachse 45
 1x	35065	Rastachse 60
 1x	35066	Rastachse 90
 1x	35068	Spurstangengelenk
 2x	35073	Rastkupplung
 3x	35112	Ritzel Z10 M1,5

Stückliste

 3x	35113	Spannzange
 3x	35116	Flachsteckerhülse rot
 3x	35117	Flachsteckerhülse grün
 2x	35695	Zahnrad Z15
 1x	35945	Rast-Ritzel Z10 m=1,5
 2x	35971	Kardangabel
 1x	35972	Kardanwürfel
 2x	35979	U-Träger Adapter
 1x	35980	Klemmhülse
 2x	35981	Hülse mit Scheibe
 1x	35982	Deckel seitlich rastbar

 1x	35983	Deckel mit Zahnrad rastbar
 4x	35998	Lenkklau
 1x	36010	Gummiring
 80x	36248	Rastkettenglied
 2x	36299	Winkelträger30
 1x	36322	I-Strebe 60
 5x	36334	Riegelscheibe
 1x	36443	Schraubendreher
 1x	36708	Polwendeschalter
 4x	37232	Verschlussriegel
 10x	37237	Baustein 5

 7x	37238	Baustein 5 mit 2 Zapfen
 1x	37384	Achse 80
 8x	37468	Baustein 7,5
 3x	37679	Klemmbuchse 5
 6x	38213	Steckerstift
 6x	38214	Schraube
 6x	38240	Baustein V15 Eck

 2x	36260	Kupplungsstück 30
 1x	38277	Bauplatte 15x45 mit 2x2 Zapfen
 1x	38423	Winkelstein 10x15x15
 2x	38428	Bauplatte 15x30x5 mit 3 Nuten
 1x	38473	Lenkhebel
 1x	38544	Strebe 15
 0,25m	36210	Litze

