

Modellbeispiele zu den Themenbereichen »motorbetriebene Spielfahrzeuge« und »Fahrrad«

Fach Technik
Orientierungsstufe

Modellbeispiele
mit fischertechnik-Lernbaukästen
u-t 1 und u-t 2

fischertechnik Schulprogramm



Modellbeispiele zu den Themenbereichen »motorbetriebene Spielfahrzeuge« und »Fahrrad«

Fach Technik
Orientierungsstufe

Modellbeispiele
mit fischertechnik-Lernbaukästen
u-t 1 und u-t 2

bearbeitet von Gerhard Ruckwied

Herausgeber: Fischer-Werke Artur Fischer GmbH & Co. KG
7244 Tumlingen-Waldachtal 3
2. Auflage 1977

Modellbeispiele
zu den Themenbereichen "Spielfahrzeuge" und "Fahrrad"
mit den fischertechnik-Lernbaukästen u-t 1 und u-t 2
bearbeitet von Gerhard Ruckwied

Inhalt:	Seite
1. Modellbeispiele zum Themenbereich "Spielfahrzeuge"	
1.1 Antriebstechnik bei Spielfahrzeugen	1
1.2 Fahrzeugrahmen	3
1.3 Räder	5
1.4 Fahrzeug mit Kettenantrieb	6
1.5 Fahrzeug mit Reibradantrieb	7
1.6 Raupenfahrzeug mit Zahnradantrieb	8
1.7 Fahrzeug mit Zugmittelantrieb	9
1.8 Fahrzeug mit Allradantrieb	10
1.9 Fahrzeug mit Zugmittelantrieb	12
1.10 Fahrzeug mit unterschiedlich großen Rädern und Allradantrieb	13
1.11 Spielfahrzeug mit Lenkung	14
1.12 Fahrzeug mit Achsschenkellenkung und Differential	15
1.13 Fahrzeug mit zwei Geschwindigkeitsstufen	17
1.14 Fahrzeug mit Wendegetriebe für Vor- und Rückwärtslauf	18
1.15 Schülerarbeiten	20
2. Modellbeispiele zum Themenbereich "Fahrrad" mit u-t 1 und u-t 2	
2.1 Kettengetriebe mit unterschiedlichen Übersetzungsstufen	25
2.2 Modell einer 3-Gang-Kettenschaltung	26
2.3 Funktionsmodell eines Fahrradfreilaufs	28

1 Modellbeispiele zum Themenbereich "Spielfahrzeuge"

1.1 Antriebstechnik bei Spielfahrzeugen mit Motor und Bauelementen der fischertechnik-Lernbaukästen u-t 1 und u-t 2

Die Antriebsschnecke des fischertechnik-Motors macht je nach Höhe der angelegten Spannung 4000 bis 8000 Umdrehungen in der Minute.

Eine direkte Verbindung mit den vorhandenen Zahnrädern 10 Z, 15 Z, 20 Z, 30 Z und 40 Z ergibt eine Übersetzung ins Langsame im Verhältnis 10:1, 15:1, 20:1, 30:1 oder 40:1. Denn bei einer Umdrehung der Schnecke werden die Zahnräder nur um einen Zahn weitergedreht. Für eine volle Umdrehung des Zahnrads 10 Z sind demnach 10 Umdrehungen der Motorschnecke erforderlich, beim Zahnrad 20 Z 20 Umdrehungen usw.

Werden in einem solchen Fall die Antriebsräder des Fahrzeugs auf die Zahnradwellen gesetzt (Bild 1), so ist selbst die Übersetzung 40:1, die durch Anbau des Zahnrads 40 Z an die Motorschnecke erreicht wird, noch zu schnell für ein Spielfahrzeug.

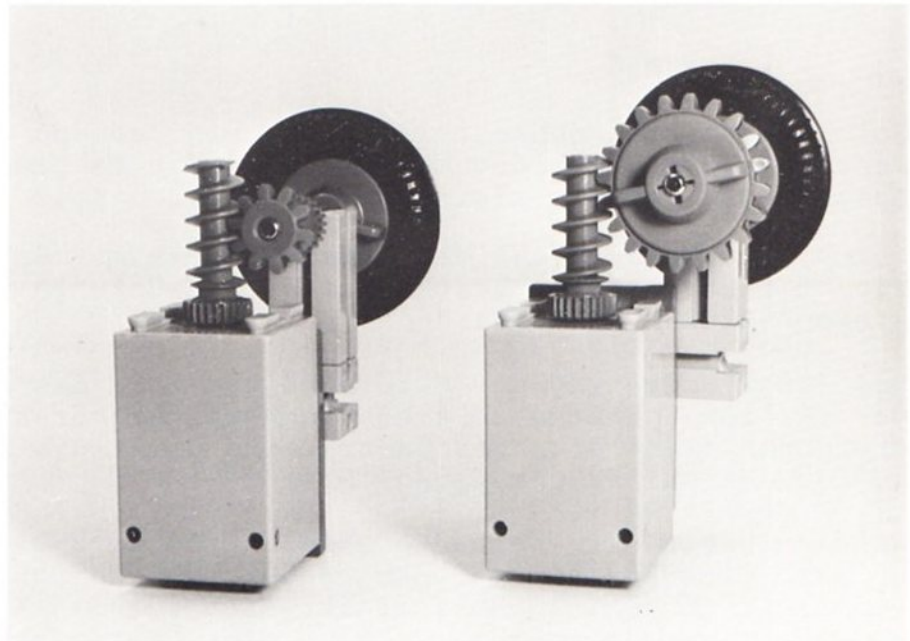


Bild 1

Durch Stufengetriebe kann die Geschwindigkeit der Fahrzeugräder weiter verringert werden. In Bild 2 dreht sich die mittlere Welle mit dem Zahnrad 30 Z und dem Zahnrad 10 Z mit einer Übersetzung 30:1, also 30mal langsamer als die Schnecke. Die äußere Welle, deren Zahnrad 30 Z mit dem Zahnrad 10 Z der mittleren Welle kämmt, dreht sich wiederum 3mal langsamer als die mittlere Welle, so daß sich gegenüber der Motorschnecke ein Übersetzungsverhältnis von 90:1 ergibt.

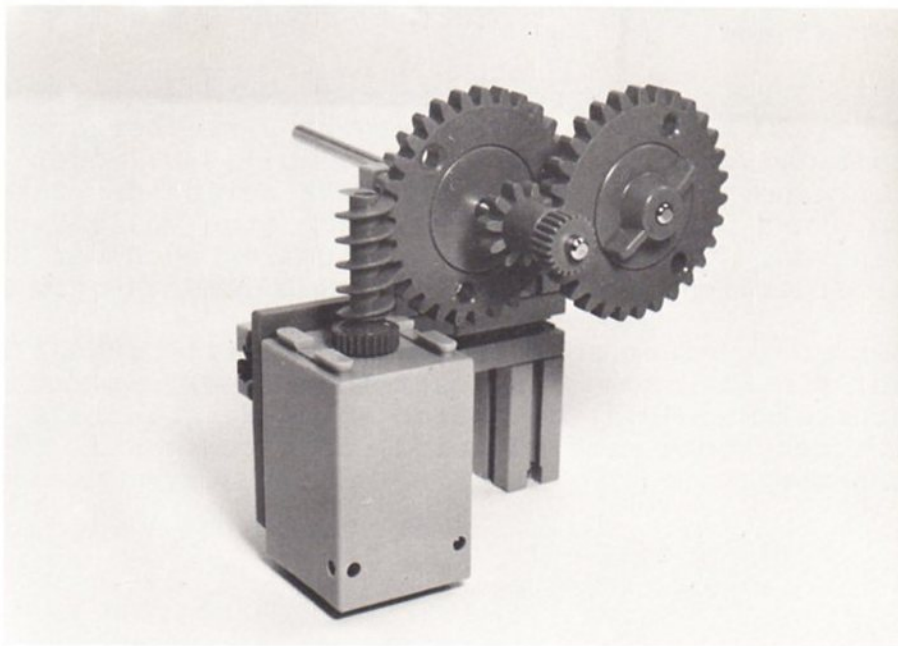


Bild 2

Solche Bauformen nehmen viel Platz ein, so daß andere Bauelemente eingesetzt werden müssen, wenn das Fahrzeug in seinen Abmessungen relativ klein gehalten werden soll.

Durch Zwischenschalten des Getriebebocks mit Schnecke läßt sich die Übersetzung leicht auf die gewünschte Größe reduzieren (Bild 3, rechts).

Bei einer Umdrehung der Motorschnecke wird das Zahnrad 10 Z der zweiten Schnecke um einen Zahn weitergedreht. Bei 10 Umdrehungen dreht sich das Zahnrad und damit die zweite Schnecke also einmal (Übersetzung 10:1).

Wird an die zweite Schnecke ein Zahnrad 10 Z angeschlossen, so wird dies bei 10 Umdrehungen der zweiten Schnecke ebenfalls einmal gedreht. Insgesamt ergibt sich für die Zahnradwelle gegenüber der Motorschnecke dann eine Übersetzung ins Langsame im Verhältnis 100:1; bei Zahnrad 20 Z, wie im Bild, 200:1.

Diese Übersetzungen eignen sich gut für den Antrieb von Spielfahrzeugen.

Am einfachsten läßt sich die schnelle Umdrehung der Motorschnecke mit Hilfe des Stufengetriebes (Bild 3, links) ins

Langsame übersetzen.

Vergleichen Sie dazu bitte die Nr. 10 bis 15 in der Anleitung des Lernbaukastens u-t 2. Mit Hilfe der abnehmbaren Stufenzahnräder und der beiden Getriebeachsen mit Zahnrad 44 Z lassen sich unterschiedliche Übersetzungen herstellen.

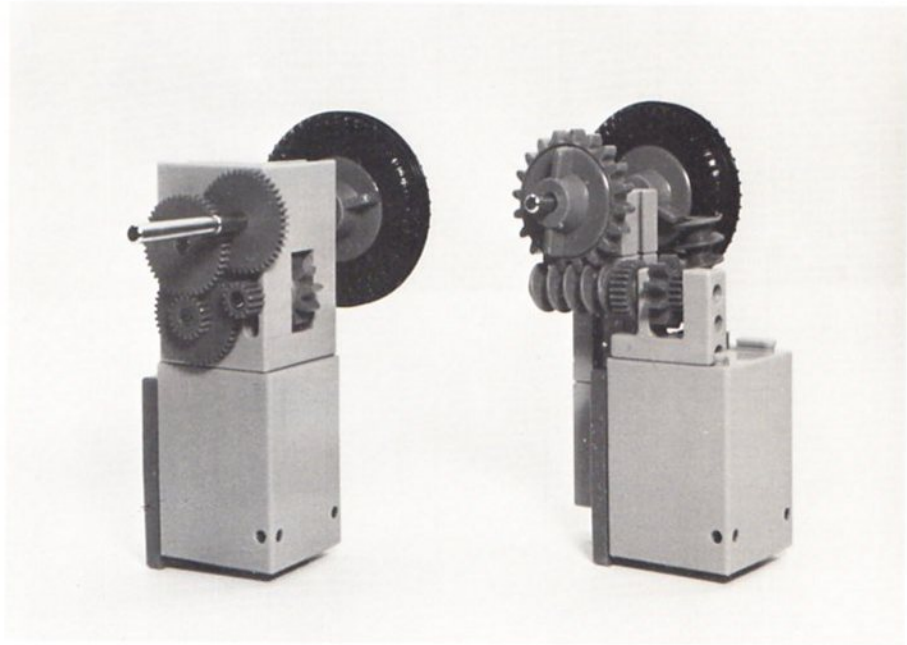


Bild 3

1.2 Fahrzeugrahmen für Spielfahrzeuge

Beim Bau der Fahrzeuge ist es günstig, wenn Fahrgestelle in Form eines Rahmens, wie in Bild 4, konstruiert werden. So können Getriebeteile, Antriebsmotor, Achslager und Aufbauten leicht ein- oder angebaut werden.

Schüler greifen im allgemeinen bei ihren Bauversuchen zuerst zur Grundplatte 180x90. Als Basis für Spielfahrzeugmodelle erschwert sie jedoch den Bau der Antriebsmechanik und zwingt zu umfangreichen Abänderungen selbst bei geringfügigen Korrekturen.

Die Bilder 5 und 6 zeigen, welcher Aufwand beim Bau der Antriebsmechanik nötig ist, um die Antriebskraft auf die Räder zu übertragen; will man die Konstruktion dadurch vereinfachen, daß man den Motor unter die Platte setzt, so wird das Fahrzeug zu "hochbeinig".

Bild 4

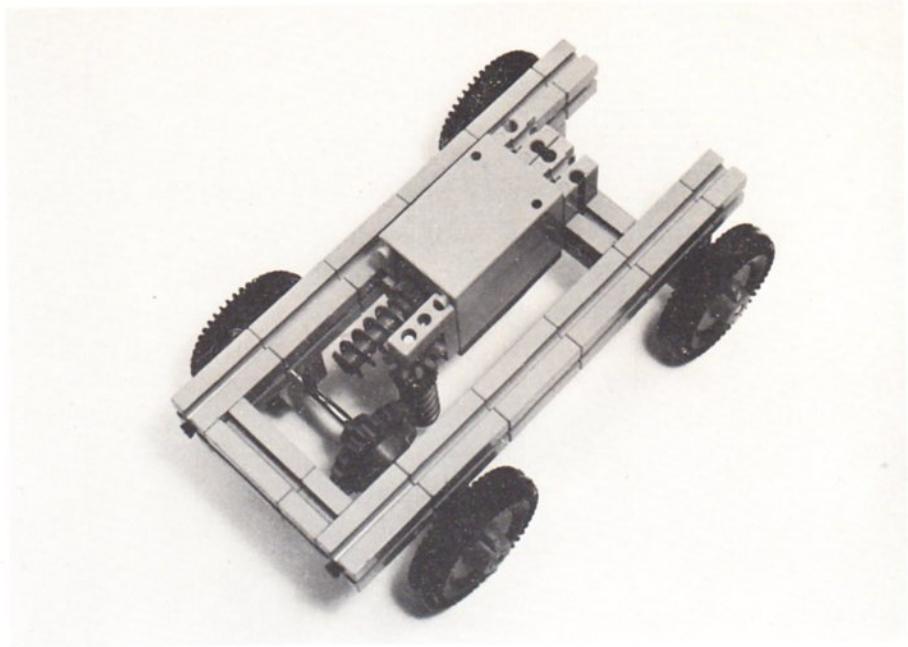


Bild 5

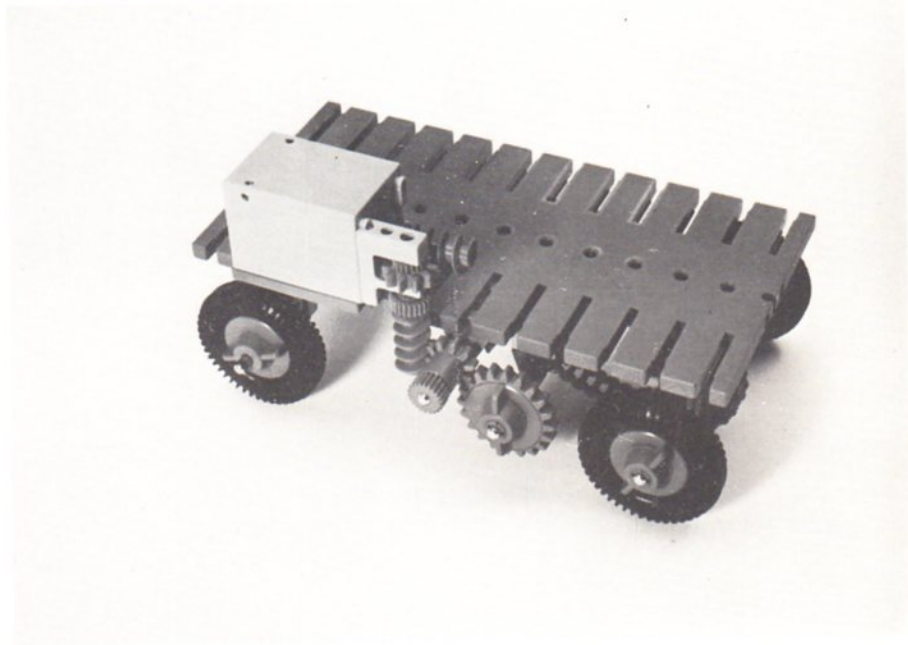
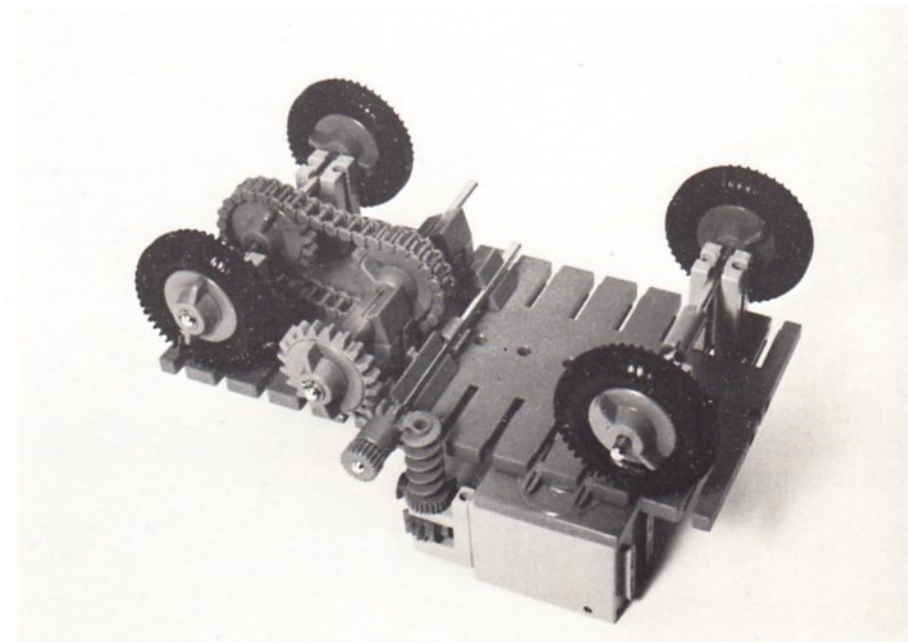


Bild 6



1.3 Räder

Die Lernbaukästen u-t 1 und u-t 2 enthalten zahlreiche als Fahrzeugräder verwendbare Bauelemente.

Neben den je 4 Reifen mit 45 mm und 30 mm Durchmesser können auch die Naben ohne Gummis, die Seilrollen, die Drehscheiben und die Klemmringe der Seiltrommeln als Räder verwendet werden. Ausserdem gibt es im u-t 2 noch 4 Spurkranzräder mit Gummiringen zur Erhöhung der Bodenhaftung.

Legt man um die verschiedenen Zahnräder passende Kettenstücke und zieht eventuell noch Gummiringe auf, so hat man noch mehr Räder zur Verfügung, sofern man diese Teile nicht für den Antrieb benötigt.

In Bild 7 sind links 3 aus Zahnrädern hergestellte Laufräder abgebildet.

Auch mit den Drehscheiben und aufgelegten Ketten lassen sich solche Räder herstellen.

Zur Erhöhung der Bodenhaftung können auf die großen Reifen Gummiringe aufgezogen werden, die im Baukasten mitgeliefert werden. Vergleichen Sie dazu die Nr. 39 in der Anleitung zum u-t 1.

Die Gummiringe der Spurkranzräder des u-t 2 passen auf die kleinen Reifen und erhöhen auch da die Bodenhaftung beträchtlich.

Der u-t 2 enthält auch 2 Raupenbänder für den Bau von Raupenfahrzeugen (Bilder 11,12,35).

Auf die aus Ketten hergestellten Laufräder oder die Radnaben können Klebebänder und dergl. aufgezogen werden, so daß man auch andere Beläge als die Gummireifen erproben kann (Bild 7, rechts):



Bild 7

Die folgenden Modelle zeigen, auf welche Weise Fahrgestelle für Spielfahrzeuge mit Bauteilen der fischertechnik-Lernbaukästen u-t 1 und u-t 2 konstruiert werden können. Auf die Darstellung von Aufbauten wurde verzichtet.

1.4 Fahrzeug mit Kettenantrieb

Die Übersetzung ins Langsame beträgt nur 20:1. Daraus ergibt sich eine sehr hohe Fahrgeschwindigkeit, jedoch keine Zugleistung.

Mit Hilfe der Winkelbausteine lassen sich auch andere als nur rechteckige Fahrgestellformen entwerfen. Außerdem können damit biegesteife Ecken und Diagonalverstreibungen hergestellt werden.

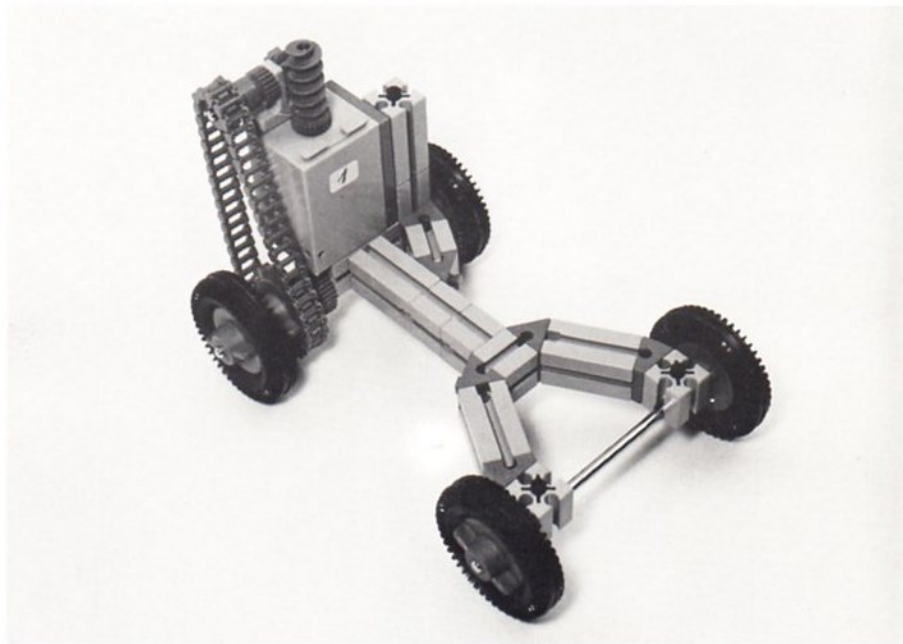


Bild 8

1.5 Fahrzeug mit Reibradantrieb

Das Übersetzungsverhältnis ist bei diesem Fahrzeug 150:1. Es errechnet sich aus der Übersetzung zwischen Motorschnecke und 2. Schnecke 10:1, der Übersetzung zwischen 2. Schnecke und Reibradwelle 10:1 und der Übersetzung zwischen Reibrad und Antriebsrad 3:2 oder 1,5:1. Das ergibt eine Gesamtübersetzung zwischen Motorschnecke und Antriebsrädern von 150:1 (aus $10 \times 10 \times 1,5$).

Winkelsteine können auch zur Abrundung der Fahrgestelle dienen.

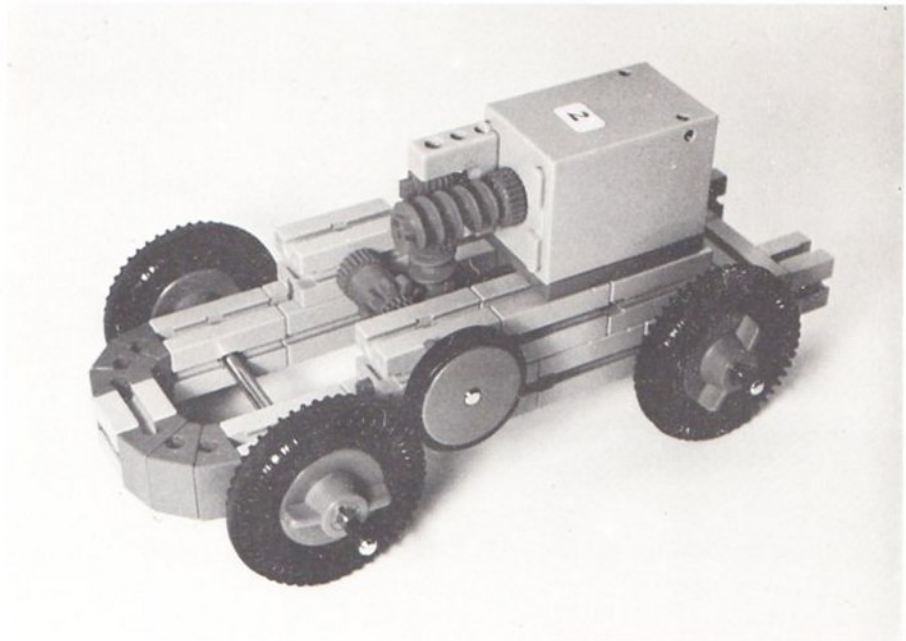


Bild 9

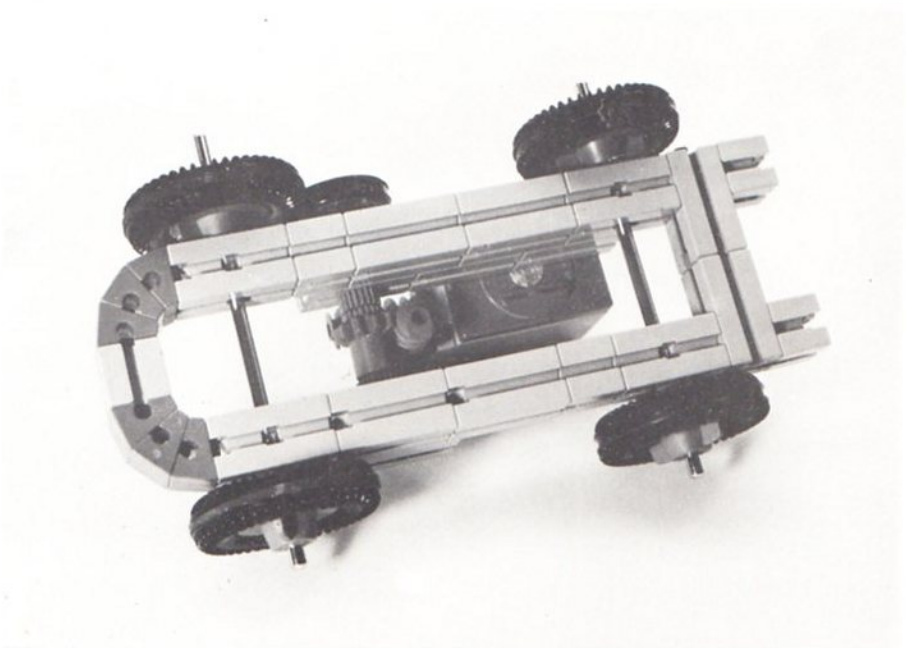


Bild 10

1.6 Raupenfahrzeug mit Zahnradantrieb

Bei diesem Modell wurde das Stufengetriebe aus dem u-t 2 eingesetzt. Das Übersetzungsverhältnis ist 240:1 (vgl. Anleitung zum u-t 2 Nr. 13).

Durch die Verwendung der Raupenbänder wird die Steigleistung solcher Fahrzeuge enorm erhöht. Das abgebildete Fahrzeug kann je nach Struktur der Fahrbahn Steigungen bis zu 50 Grad bewältigen.

Beim Einsatz der Raupenbänder bedarf es keiner besonderen Führungsräder. Am besten eignen sich die Reifen 30 und 45. Die Radachsen müssen jedoch möglichst fluchten und die Radlager wegen der Spannung der Bänder gegen Verrutschen gesichert sein.

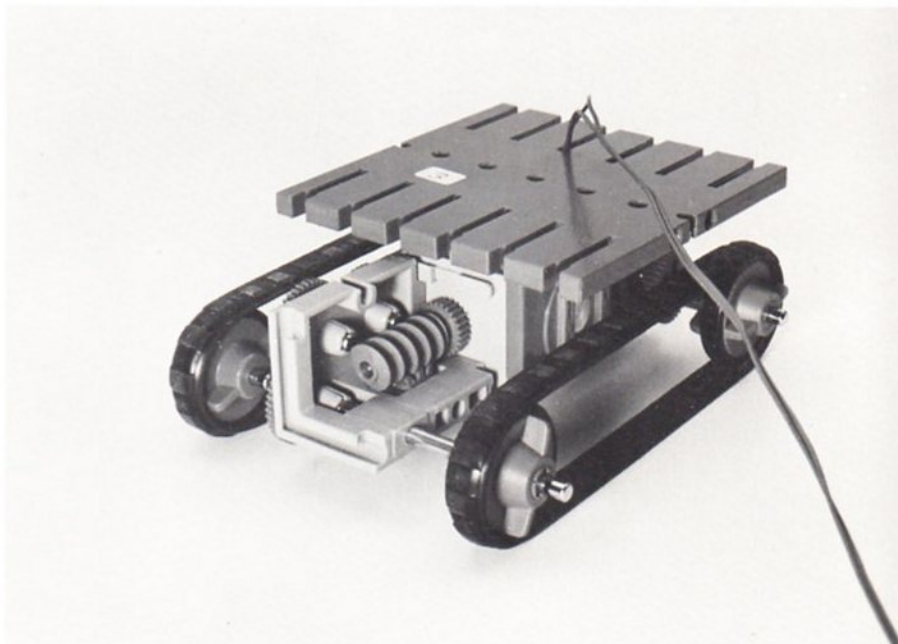


Bild 11

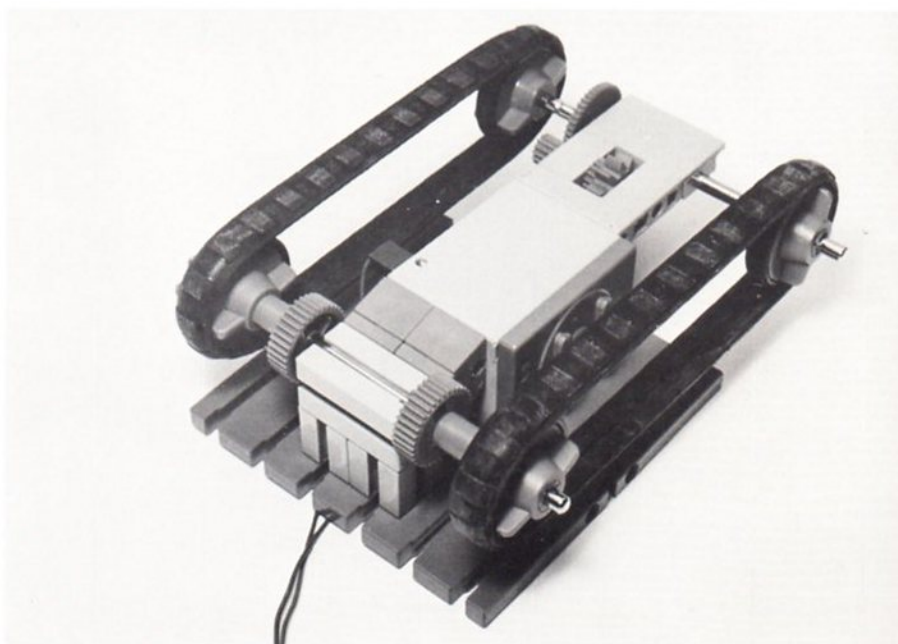


Bild 12

1.7 Fahrzeug mit Zugmittelantrieb
(Bilder 13,14,15)

Bei diesem Modell können durch Umlegen des Zugmittels 5 verschiedene Übersetzungsstufen hergestellt werden:

1. Stufe 120:1 (über Zahnrad Z 40, Innenteil der Seiltrommel und Radnabe)
2. Stufe 100:1 (Bild 14)
3. Stufe 40:1 (über Zahnrad Z 40, Innenteil beider Seiltrommeln)
4. Stufe 16:1 (über Zahnrad Z 40, Klemmring und Innenteil der hinteren Seiltrommel)
5. Stufe 13,3:1 (Bild 15)

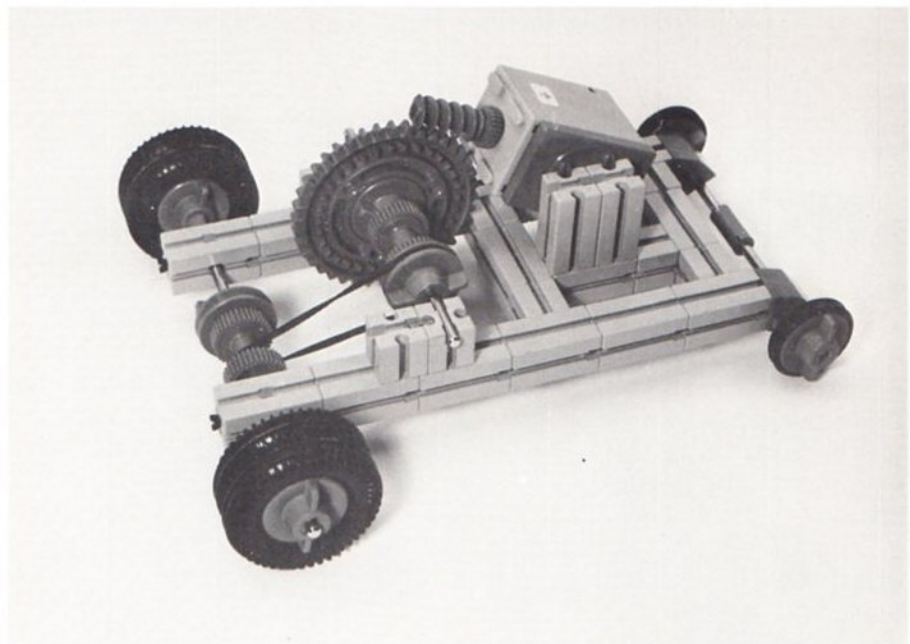


Bild 13

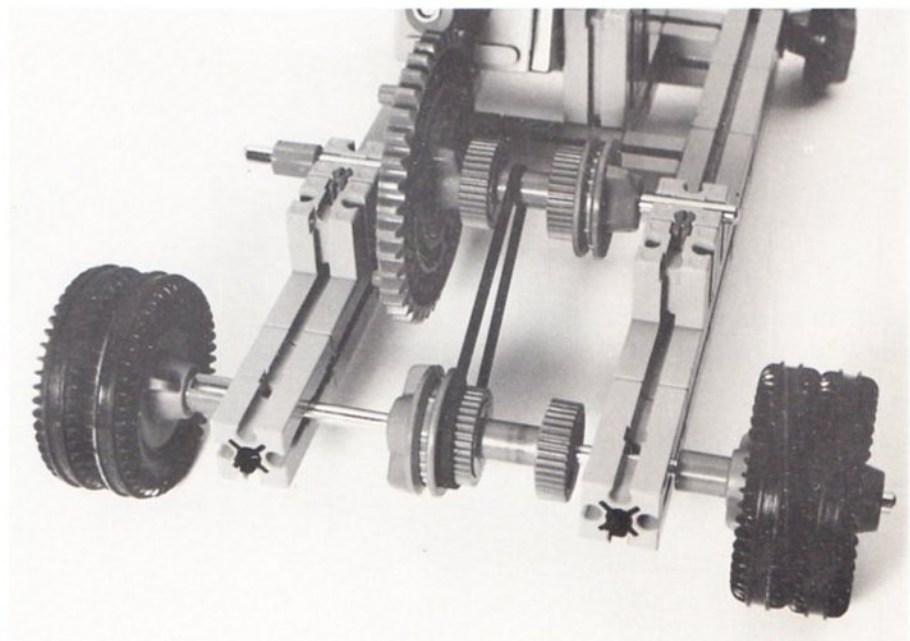


Bild 14

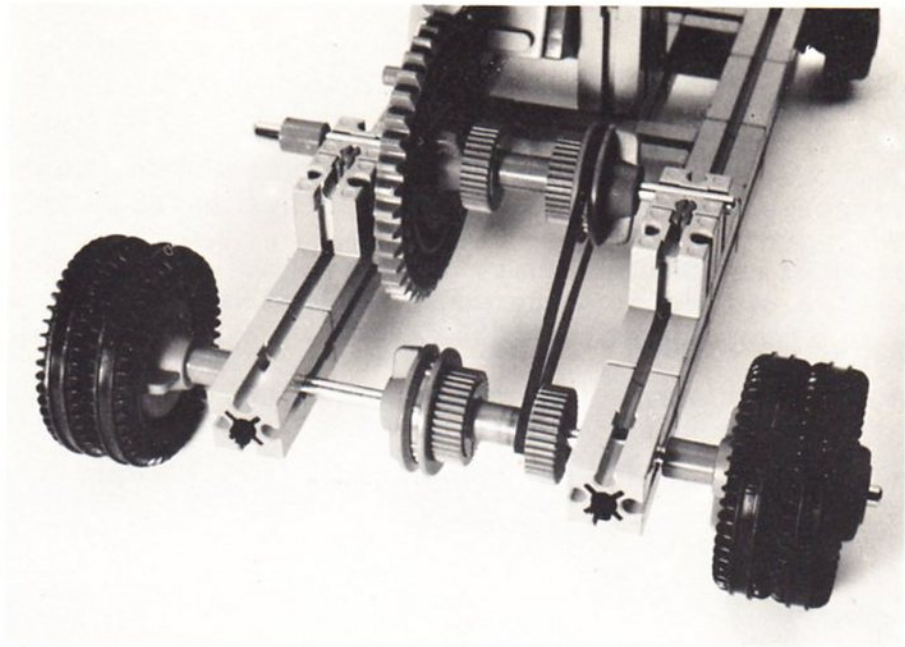


Bild 15

1.8 Fahrzeug mit Allradantrieb
(Bilder 16,17,18)

Das Übersetzungsverhältnis ist 200:1.

Mit Modellen dieser Art lassen sich Experimente durchführen, die die Wirksamkeit eines Allradantriebs im Vergleich zum Antrieb von nur einer Achse veranschaulichen.

Nimmt man die Kette ab, so hat man ein Fahrzeug mit angetriebener Hinterachse. Durch Austarieren einer angehängten Last oder durch Anheben und Ansteigenlassen der Fahrbahn kann man beispielsweise den Punkt ermitteln, wo die Hinterräder gerade durchzurutschen beginnen. Legt man unter denselben Bedingungen die Kette des Frontantriebs auf, so wird die angehängte Last weggezogen oder die Steigung genommen.

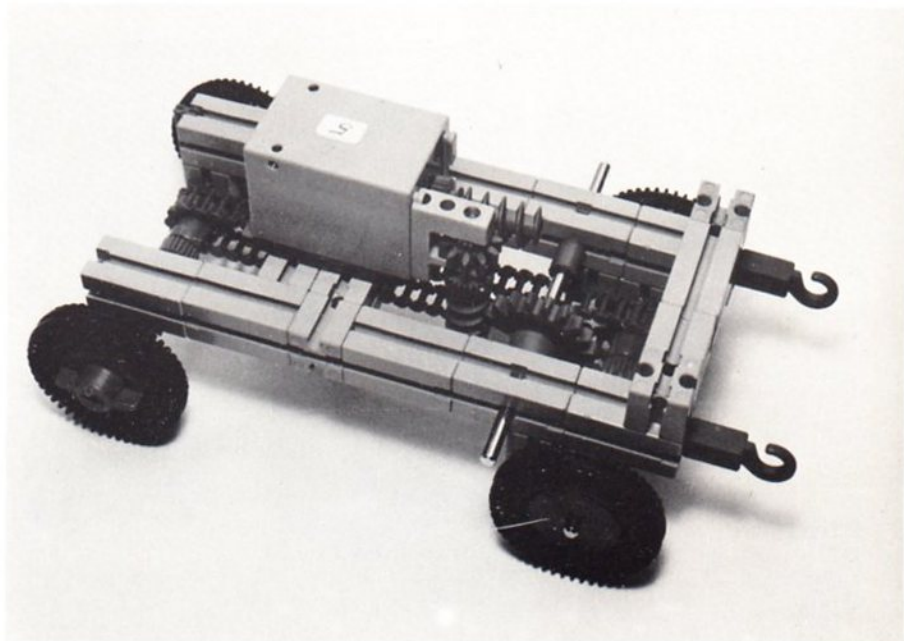


Bild 16

Bild 17

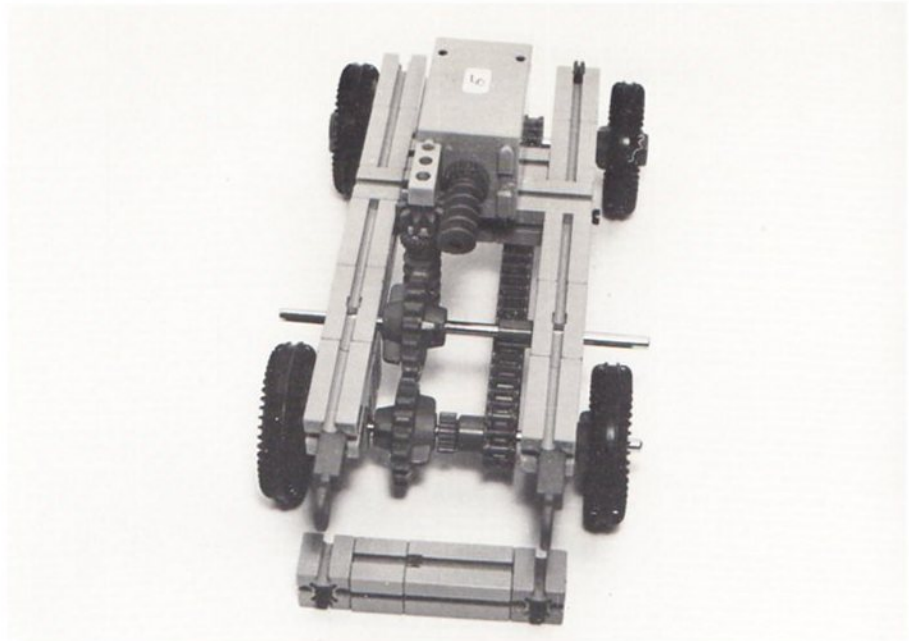
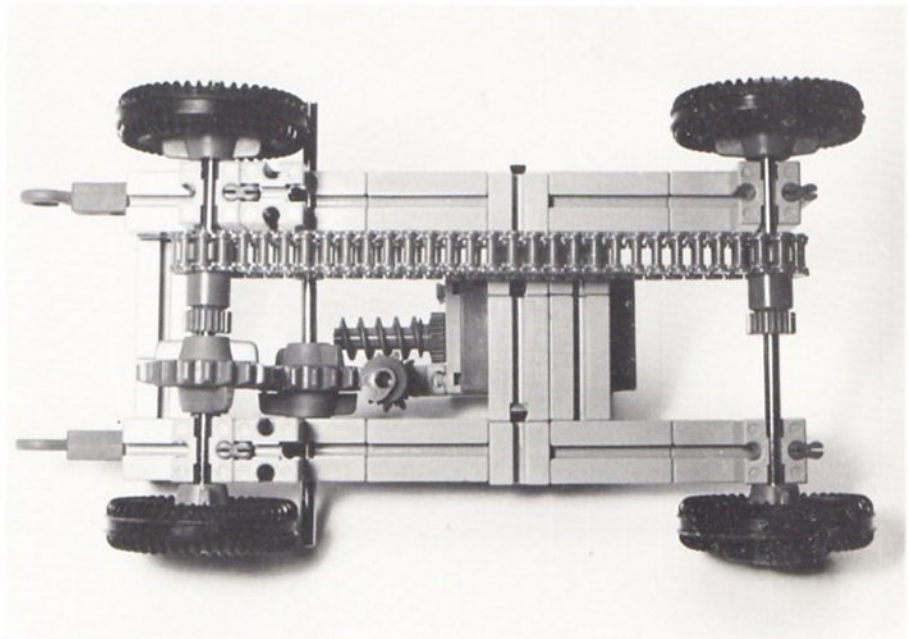


Bild 18



Bei der Erprobung der Zugleistung oder Steigleistung der Spielfahrzeuge sollten die Verschraubungen der Räder besonders fest angezogen sein, damit kein Schlupf auftritt.

Wenn man die Flügel der Verschraubungen mit einer Flachzange faßt und zuzieht, kann man die Räder auch in engen Zwischenräumen optimal befestigen.

Bei den Verschraubungen der Kegelhäuser, Kardangelenke und Zahnräder Z 10 nimmt man am besten Stoff und dergl. zu Hilfe, damit die feine Verzahnung nicht beschädigt wird.

1.9 Fahrzeug mit Zugmittelantrieb
(Bilder 19,20)

Die Laufräder bestehen aus Zahnrädern Z 40 und Z 20, die von einer Kette umgeben sind. Die aufgezogenen Gummis gleichen geringfügige Unebenheiten am Radumfang aus.

Mit diesem Fahrzeug kann veranschaulicht werden, daß die Fahrgeschwindigkeit auch vom Reifenumfang abhängt. Der Umfang der großen Räder ist 201 mm, der der kleinen 107 mm. Die Motorschnecke kann durch einfaches Schwenken des Motors auf der drehbaren Montageplatte einmal an die Antriebswelle für die großen Räder (Bild 19), zum andern an die für die kleinen Räder gesetzt werden.

Trotz gleicher Übersetzung sind die Fahrgeschwindigkeiten verschieden groß, und zwar beim Antreiben der großen Räder doppelt so groß wie beim Antreiben der kleinen, weil bei einer Umdrehung der Achse mit den großen Rädern 201 mm Weg zurückgelegt werden, bei einer Umdrehung der Achse mit den kleinen Rädern nur 107 mm Weg.

Bild 19

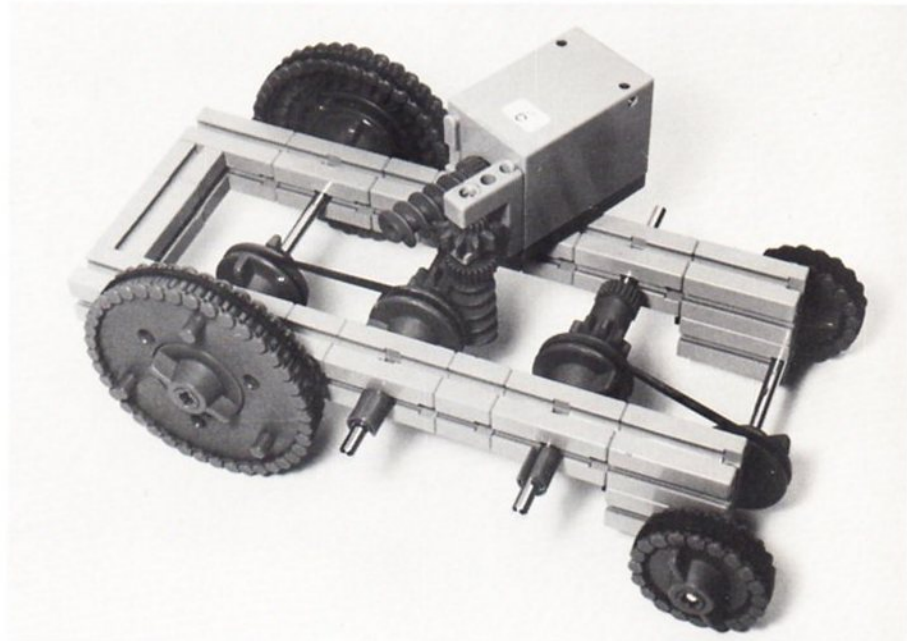
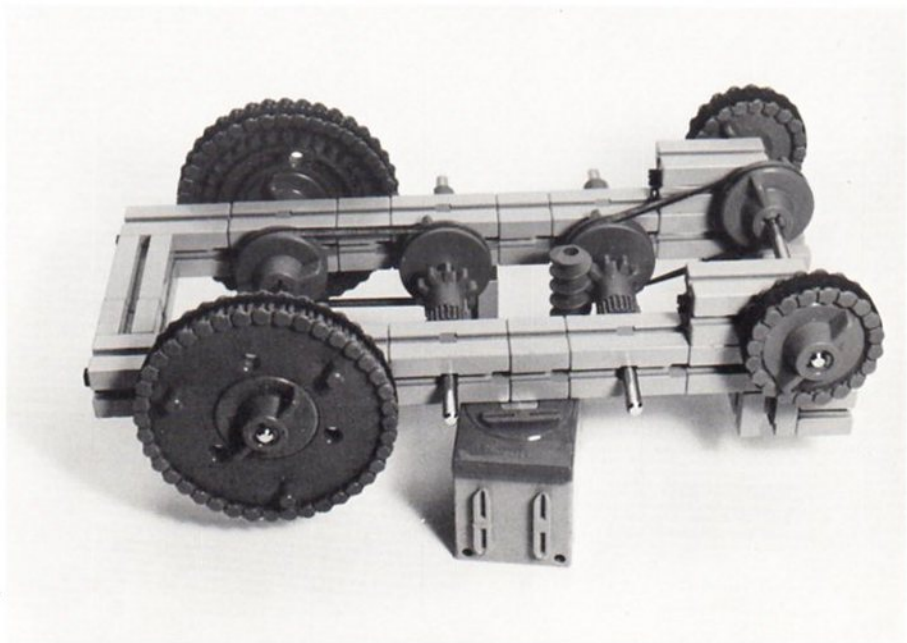


Bild 20



1.10 Fahrzeug mit unterschiedlich großen Rädern und Allradantrieb

Der Umfang der kleinen Räder beträgt 95 mm, der der großen 190 mm. Bewegt sich das Fahrzeug und drehen sich die großen Räder einmal um ihre Achse, dann hat das Fahrzeug 190 mm zurückgelegt. Um diese Strecke zurückzulegen, müssen sich die kleinen Räder zweimal drehen.

Treibt man beide Achsen des Fahrzeugs an, so muß dies berücksichtigt werden. Die Übersetzung der einen Radachse beträgt daher 150:1, die der anderen 300:1. Erreicht wird dies dadurch, daß die Drehbewegung der Achse mit den großen Rädern von einem Zahnrad Z 20 durch die Kette auf ein Zahnrad Z 10 übertragen wird, wodurch sich die kleinen Räder doppelt so schnell drehen.

Die bei diesem Modell verwendeten großen Reifen mit 60 mm Durchmesser sind nicht in den Kästen u-t 1 und u-t 2 enthalten. Sie sind in Zusatzpackungen erhältlich.

Bild 21

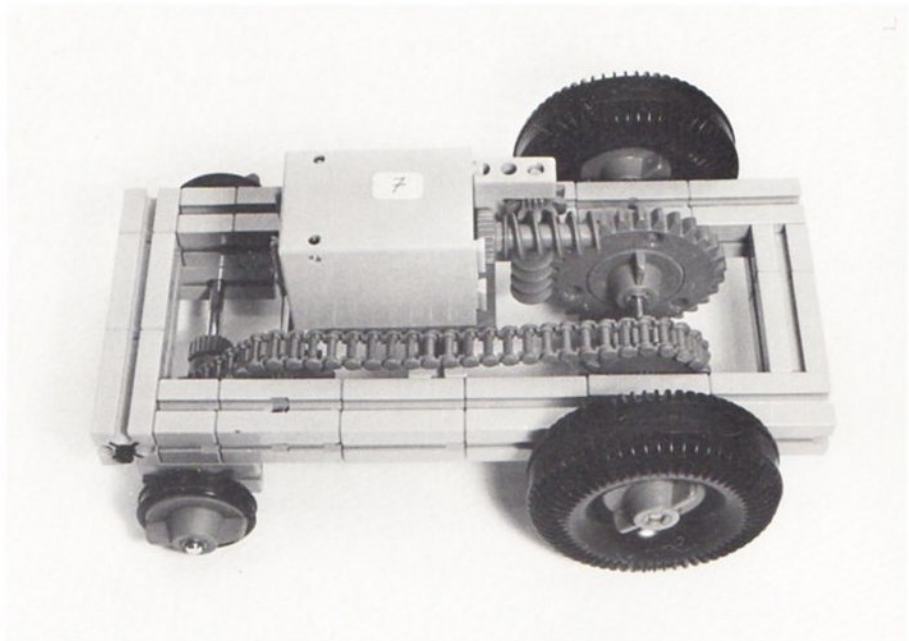
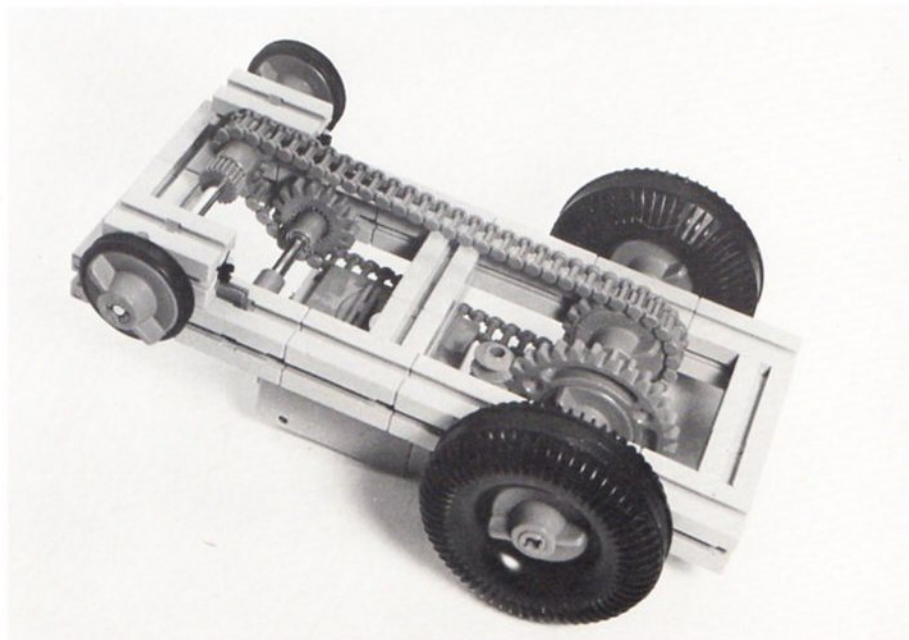


Bild 22



1.11 Spielfahrzeug mit Lenkung (Bilder 23,24,25)

Dieses Fahrzeug eignet sich zur Veranschaulichung der Antriebsprobleme bei gelenkten Fahrzeugen.

Beim Kurvenfahren eines Fahrzeugs rollen die kurveninneren Räder auf einem kleineren Kreisbogen als die kurvenäußeren. Diese müssen einen größeren Weg zurücklegen und deshalb mehr Umdrehungen machen als die kurveninneren Räder. Dies ist nicht möglich, wenn die Räder durch ihre Achse fest miteinander verbunden sind. Sie müssen sich unabhängig voneinander drehen können.

Zieht man bei dem abgebildeten Fahrzeug die Verschraubungen der angetriebenen Räder fest, so reagiert es - besonders bei zusätzlicher Belastung der Hinterachse - nicht auf den Lenkeinschlag, sondern fährt trotz schräggestellter Räder geradeaus.

Wird das Rad der angetriebenen Achse, das mit Scheiben gesichert ist, lose gestellt, indem man die Verschraubung lockert, so kann das Fahrzeug Kurven fahren, vorausgesetzt, daß auch die gelenkten Räder unabhängig voneinander rollen können.

Spielfahrzeuge mit Lenkung werden daher oft nur an einem Rad angetrieben.

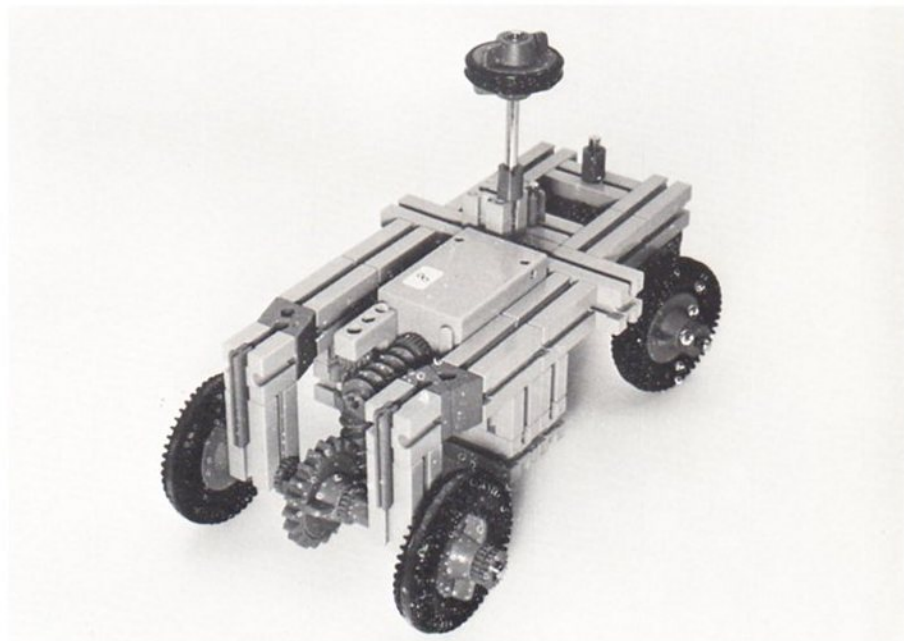


Bild 23

Bild 24

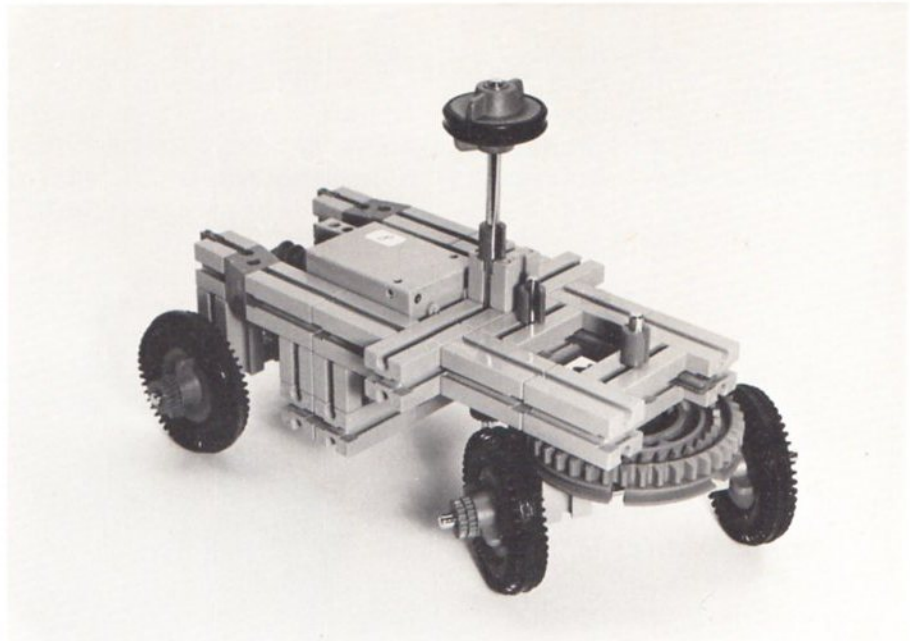
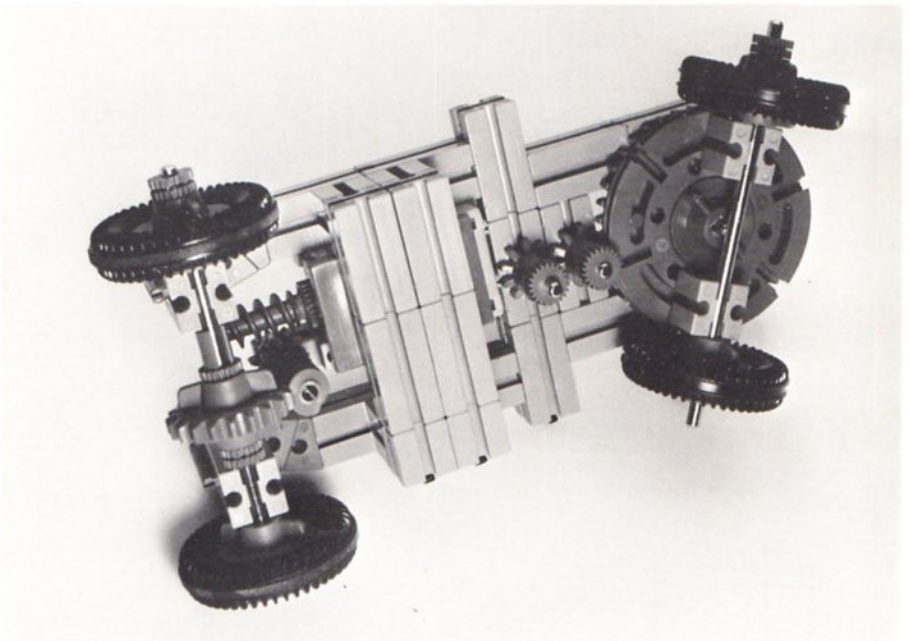


Bild 25



1.12 Fahrzeug mit Achsschenkellenkung und Differential
(Bilder 26,27)

Im Kraftfahrzeugbau trägt man den unterschiedlichen Umdrehungszahlen der Antriebsräder beim Kurvenfahren durch Verwendung eines sog. Differentials oder Ausgleichgetriebes Rechnung. Das kurvenäußere Rad dreht sich dabei automatisch um den Betrag schneller, um den das innere im Vergleich zum Geradeauslauf zurückgehalten wird.

Im u-t 2 gibt es ein solches Differential (s. Bauanleitung Nr. 34.2), das genauso arbeitet wie Differentiale in der technischen Wirklichkeit. Bei dem abgebildeten Modell werden beide Hinterräder angetrieben, bei Geradeausfahrt gleich

schnell, beim Kurvenfahren je nach Kurvenradius unterschiedlich schnell.

Die Lenkung arbeitet nach dem Prinzip einer Achsschenkellenkung und weist das nötige Lenktrapez auf, mit dem automatisch ein stärkerer Einschlag des kurveninneren Rades erzielt wird.

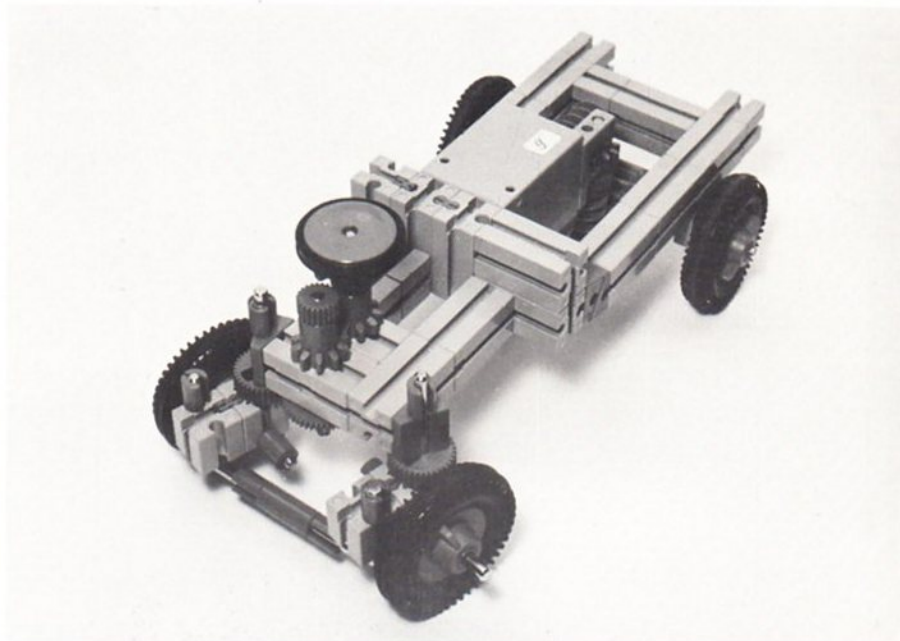


Bild 26

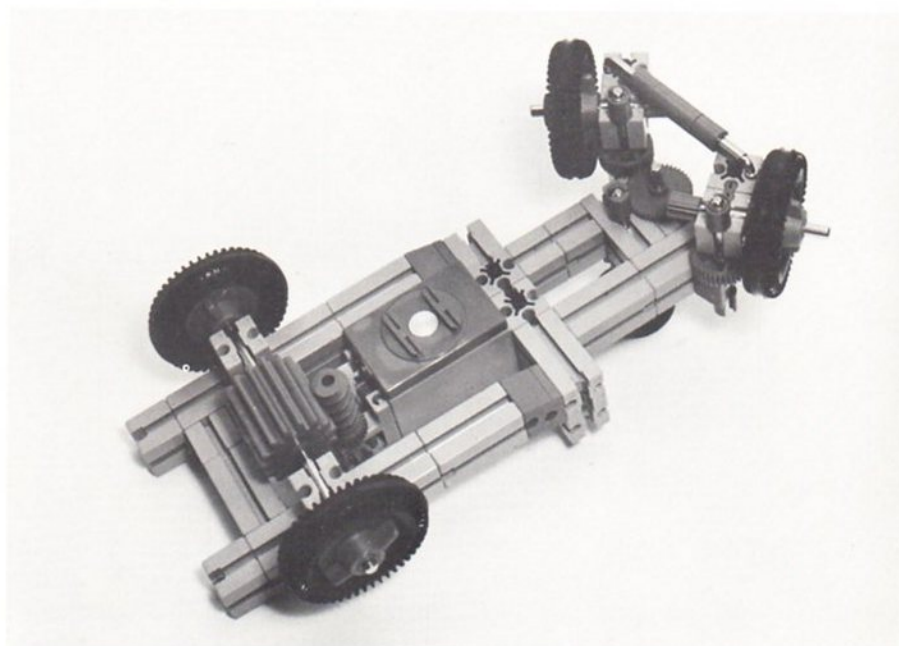


Bild 27

Es kann nicht erwartet werden, daß Schüler eines 5. oder 6. Schuljahres Fahrzeuge mit solch aufwendiger Technik bauen können. Die obigen Abbildungen - wie auch die folgenden - sollen andeuten, daß bei entsprechender Sachkenntnis und Bauerschaft mit dem vorhandenen Material auch komplizierte Funktionseinheiten sachgerecht dargestellt werden können.

Soll ein Spielfahrzeug mit einer Umschaltmöglichkeit auf 2 oder 3 Fahrgeschwindigkeiten oder auf Vor- und Rückwärtslauf gebaut werden, ohne daß diese Änderungen durch Spannungsänderungen am Motor herbeigeführt werden können, so lassen sich mit dem Baumaterial auch entsprechende Wechsel- und Wendetriebe herstellen.

1.13 Fahrzeug mit 2 Geschwindigkeitsstufen

(Bilder 28, 29)

Bei dem abgebildeten Fahrzeug kann die mittlere Welle, die Schaltwelle, mittels eines Schalthebels verschoben werden. Dabei bleibt sie in jeder Stellung mit dem Differential der Antriebsräder ständig in Eingriff.

Die in Bild 28 rechts liegende Antriebswelle wird mit einer Übersetzung 200:1 vom Motor angetrieben. Kämmt das Zahnrad Z 20 der Schaltwelle mit dem Zahnrad Z 10 der Antriebswelle, so ergibt sich für die Schaltwelle eine Übersetzung 400:1.

Kämmt nach Verschieben der Schaltwelle das Zahnrad Z 10 mit dem Zahnrad Z 20 der Antriebswelle, so dreht sich die Schaltwelle mit einer Übersetzung 100:1.

Da die beiden unterschiedlichen Umdrehungszahlen der Schaltwelle von einem Zahnrad Z 20 auf das Differential mit 15 Zähnen übertragen werden, ergibt sich bei 400:1 an der Schaltwelle die Übersetzung 300:1 an der Hinterachse, und bei 100:1 an der Schaltwelle die Übersetzung 75:1 an der Hinterachse. Das Fahrzeug fährt also im 2. "Gang" viermal schneller als im 1. "Gang".

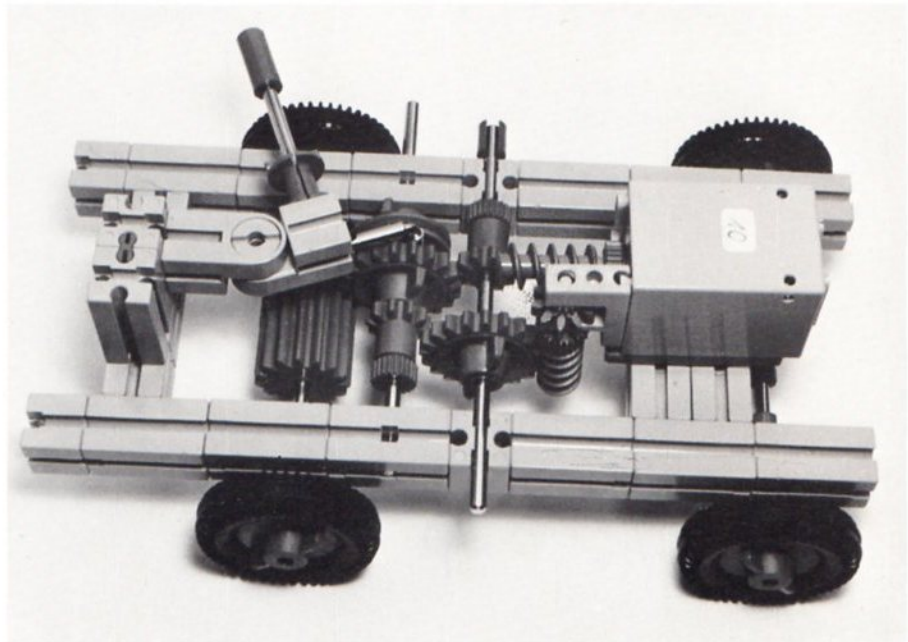


Bild 28

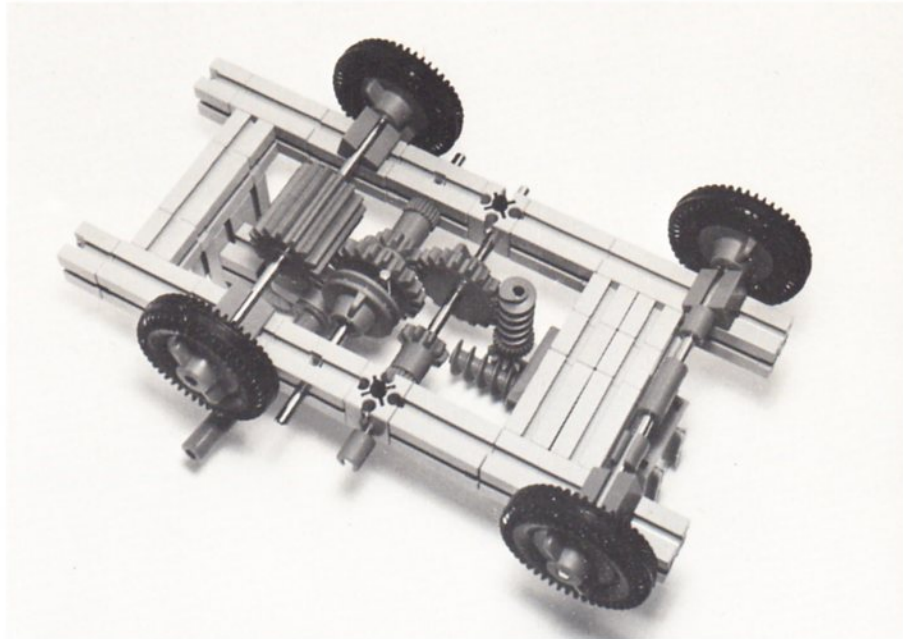


Bild 29

1.14 Fahrzeug mit Wendegetriebe für Vor- und Rückwärtslauf

(Bilder 30, 31, 32)

Der Motor des abgebildeten Modells wird mit Batteriestrom versorgt. Eine Änderung der Fahrtrichtung wäre also nur durch Umpolen, d.h. durch Vertauschen der Kabelstecker am Motor möglich.

Mit Hilfe des eingebauten Wendegetriebes kann dennoch eine Richtungsänderung des Fahrzeuges vorgenommen werden. Zu diesem Zweck ist die am Gehäuse herausragende Getriebewelle verschiebbar angeordnet.

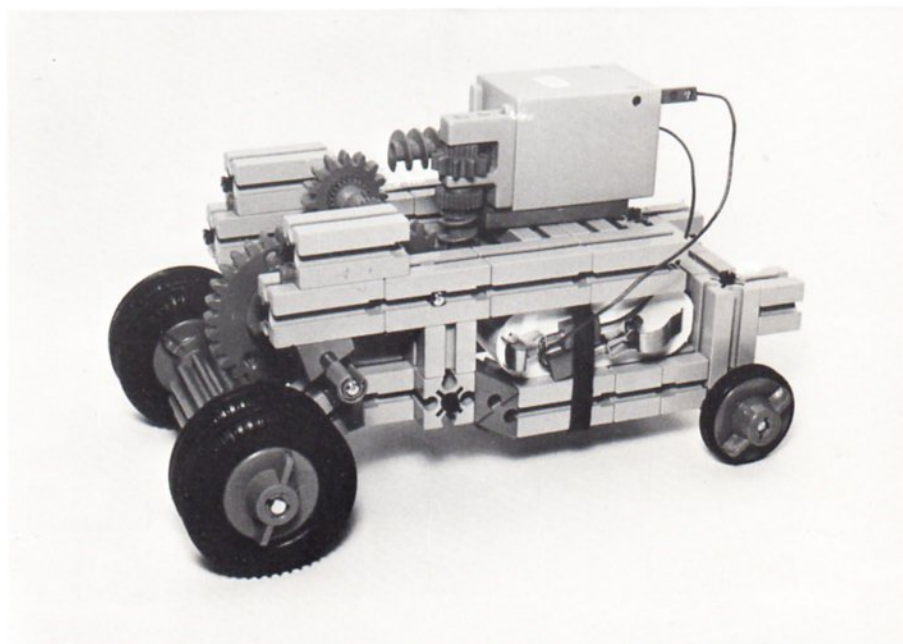


Bild 30

In der Stellung in Bild 31 läuft die Antriebswelle im Hintergrund, auf der ein Zahnrad Z 15 und ein Zahnrad Z 10 sitzen, zunächst leer; das zweite Zahnrad Z 15, das mit dem Zahnrad Z 10 kämmt, ebenfalls. Dieses hat jedoch eine andere Drehrichtung als das erste.

Wird die Welle mit dem Zahnrad Z 30 nach rechts geschoben, so kommt dieses Zahnrad mit dem Zahnrad Z 15 der Antriebswelle in Eingriff. Das Fahrzeug bewegt sich mit einer Übersetzung 150:1 vorwärts.

Wird die Welle nach links geschoben, wie es in Bild 32 der Fall ist, so kommt das Zahnrad Z 30 mit dem anderen Zahnrad 15 Z in Eingriff. Das Fahrzeug bewegt sich mit einer Übersetzung 225:1 in entgegengesetzter Richtung.

Bild 31

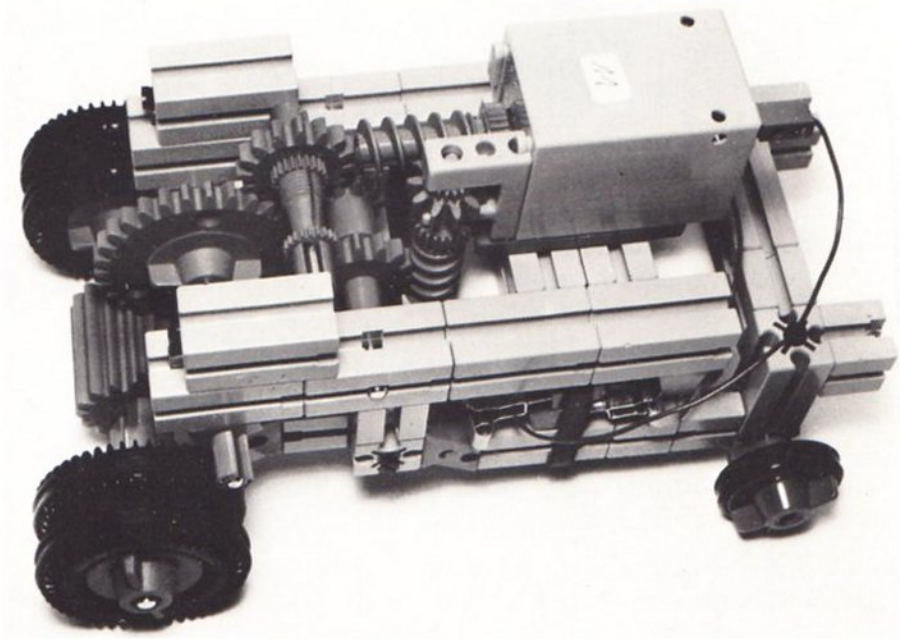
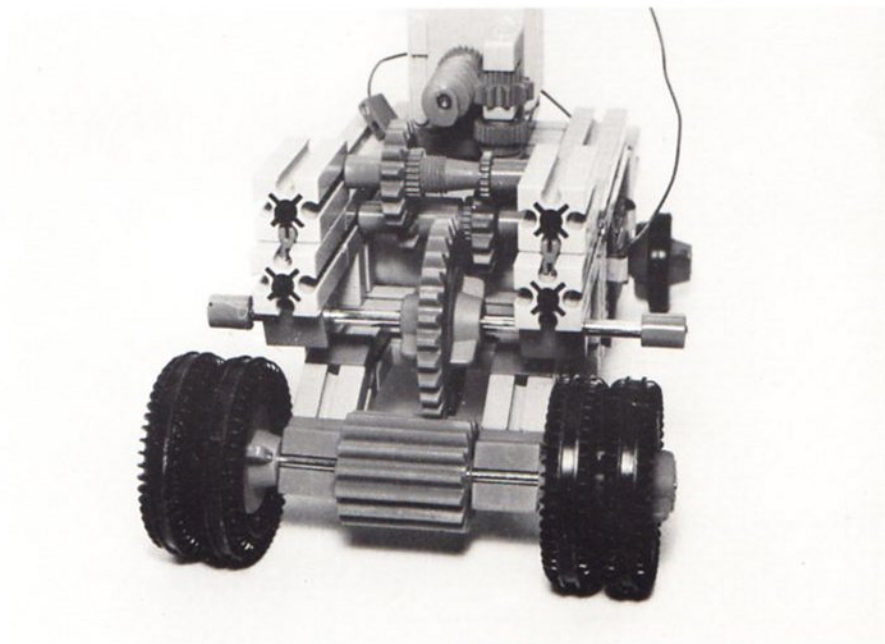


Bild 32



Im folgenden Abschnitt sind vier Schülerarbeiten abgebildet, die im Technikunterricht mit dem Thema "Maßnahmen zur Verbesserung der Zug- oder Steigleistung eines motorgetriebenen Fahrzeugs" in einem 7. Schuljahr entstanden sind.

1.15 Schülerarbeiten

Fahrzeug mit Allradantrieb

(Bilder 33, 34)

Die Übersetzung ins Langsame beträgt 100:1.

Mit den kleinen Modellen lassen sich viele in der Kraftfahrt bekannte Erscheinungen aufzeigen.

Bei diesem Modell lastet das Gewicht des Motors auf der einen Achse. Nimmt man die Antriebskette dieser Achse ab, so wird nur die unbelastete Achse angetrieben. Man hat damit ein Fahrzeug, das im Prinzip einem PKW mit Frontmotor und Heckantrieb entspricht. Läßt man dieses Fahrzeug eine in der Steigung veränderliche schiefe Ebene befahren, so bewältigt es, wenn der Motor vorne ist, eine etwas größere Steigung, als wenn sich der Motor hinten befindet.

Befährt das Fahrzeug die schiefe Ebene mit Allradantrieb, dann nimmt es eine größere Steigung als beim Antrieb von nur einer Achse. Zusätzlich bewältigt es eine geringfügig größere Steigung, wenn der Motor vorn ist, als wenn er hinten ist, weil das Fahrzeuggewicht durch den Hangabtrieb etwas gleichmäßiger auf alle vier Räder verteilt wird.

Durch zusätzliches Belasten der Achsen, Auflegen von Gummis zur Erhöhung der Bodenhaftung oder Ändern der Fahrbahnoberfläche können weitere interessante Einsichten vermittelt werden. Voraussetzung bei solchen Experimenten ist, daß die Nabenverschraubungen sehr fest angezogen sind.

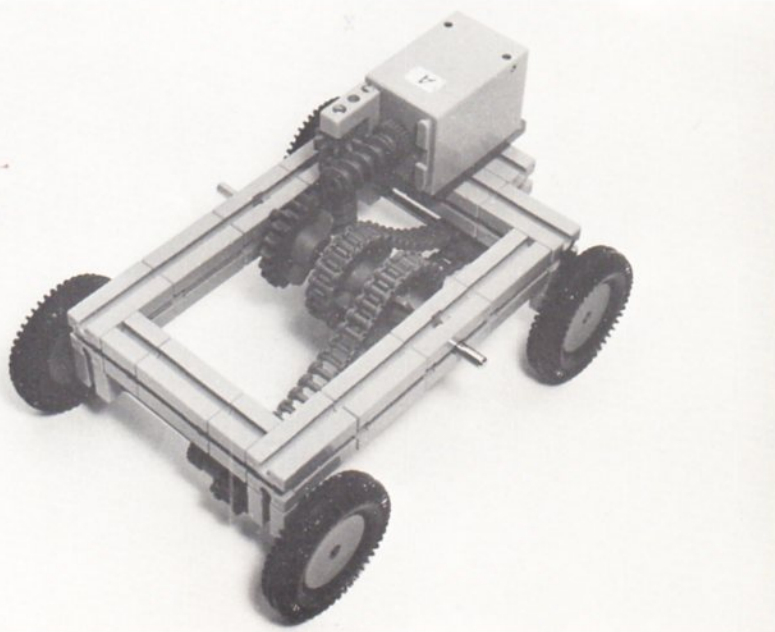
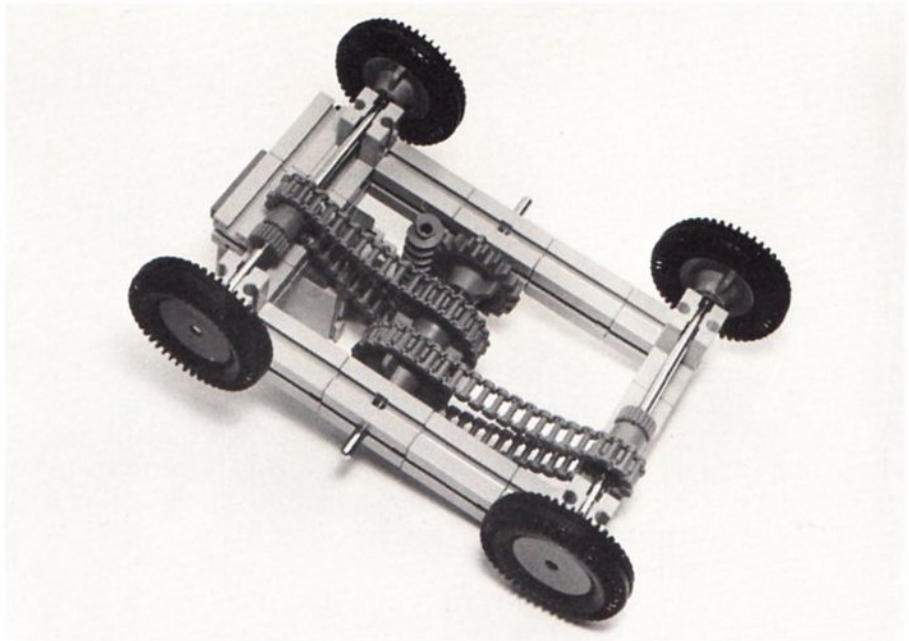


Bild 33

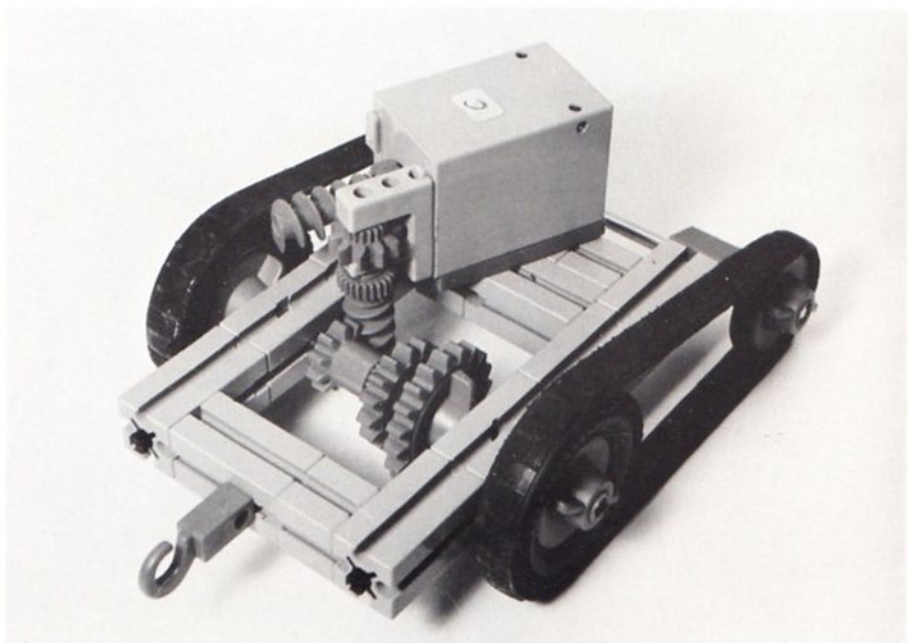
Bild 34



Raupenfahrzeug mit 3 "Gängen"

Dieses Fahrzeug bewältigt sehr große Steigungen. Durch einfaches Schwenken des Motors kann die Antriebsschnecke einmal mit dem Zahnrad Z 10, dann mit dem Zahnrad Z 15 und schließlich mit dem Zahnrad Z 20 in Eingriff gebracht werden. Die ergibt jeweils unterschiedliche Übersetzungen für die Antriebsräder, und zwar 100:1, 150:1 und 200:1

Bild 35



Fahrzeug mit Allradantrieb
(Bilder 36,37)

Die Achslager sind bei diesem Fahrzeug mit Hilfe von Verstrebungen besonders gut stabilisiert. Auch die Lagerung der Antriebswelle ist sehr stabil ausgeführt.

Die Übersetzung ins Langsame beträgt 266:1. Die Antriebswelle dreht sich wegen des Zahnrads Z 40 mit einer Übersetzung 400:1. Diese Drehzahl wird durch eine Kette von einem Zahnrad Z 30 auf ein Zahnrad Z 20 übertragen, so daß die Radachsen 1,5 mal schneller drehen als die Antriebswelle. Macht der Motor 400 Umdrehungen, so würden sich die Radachsen 1,5 mal drehen. Für eine Umdrehung der Radachsen sind nur $\frac{2}{3}$, also 266 Umdrehungen der Motorschnecke nötig.

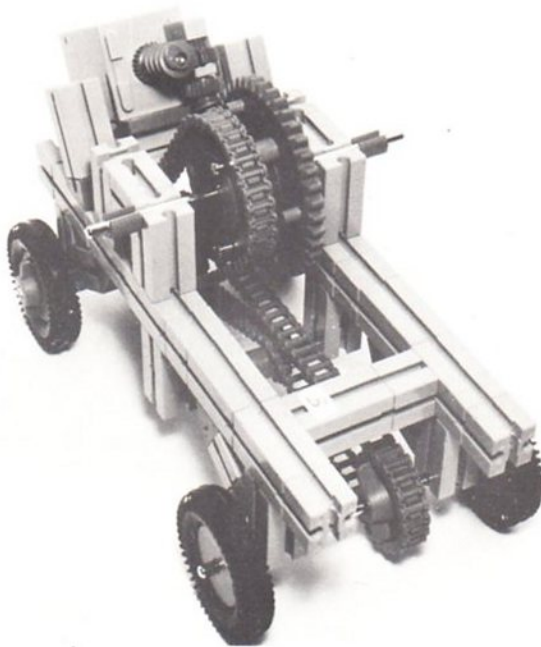


Bild 36

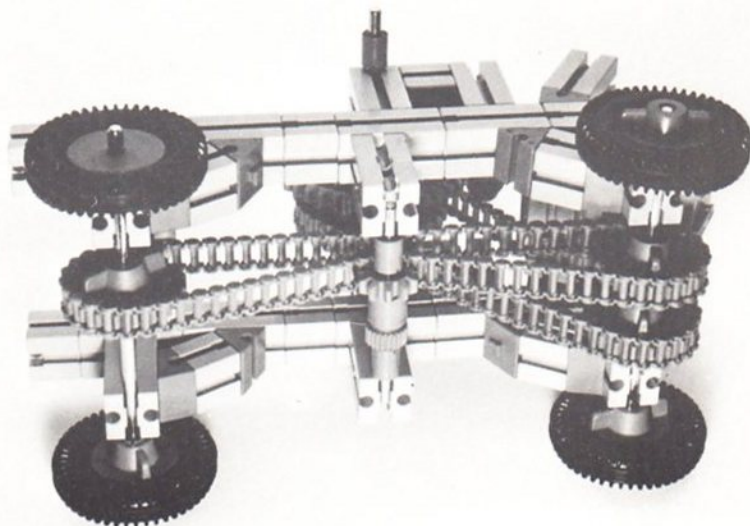


Bild 37

Fahrzeug mit Allradantrieb bei unterschiedlich großen Rädern

(Bilder 38,39)

Die Hinterachse dreht sich mit einer Übersetzung 200:1, die Vorderachse mit einer Übersetzung 133:1.

Die Hinterräder haben einen Durchmesser von 45 mm, die vorderen 30 mm; die Umfänge sind jeweils 141 mm und 94 mm. Die großen Räder legen also bei einer Umdrehung 141 mm zurück, die kleinen nur 94 mm. Um 141 mm zurückzulegen, müssen sie 1,5 Umdrehungen (94mm + 47mm) machen.

Dies wurde bei der Konstruktion berücksichtigt. Dreht sich die Hinterachse mit einer Übersetzung 200:1, so muß sich die Vorderachse mit einer Übersetzung 200:1,5 oder 133:1 drehen. Dies wird durch das Verhältnis der Kettenräder - hinten Z 15, vorn Z 10 - erreicht.

(vgl. auch Bild 21)

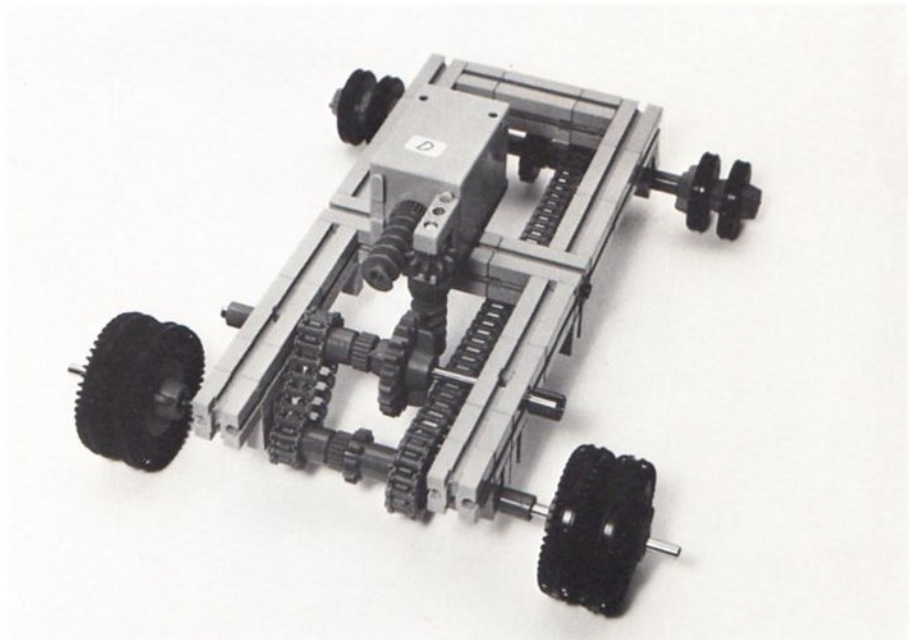


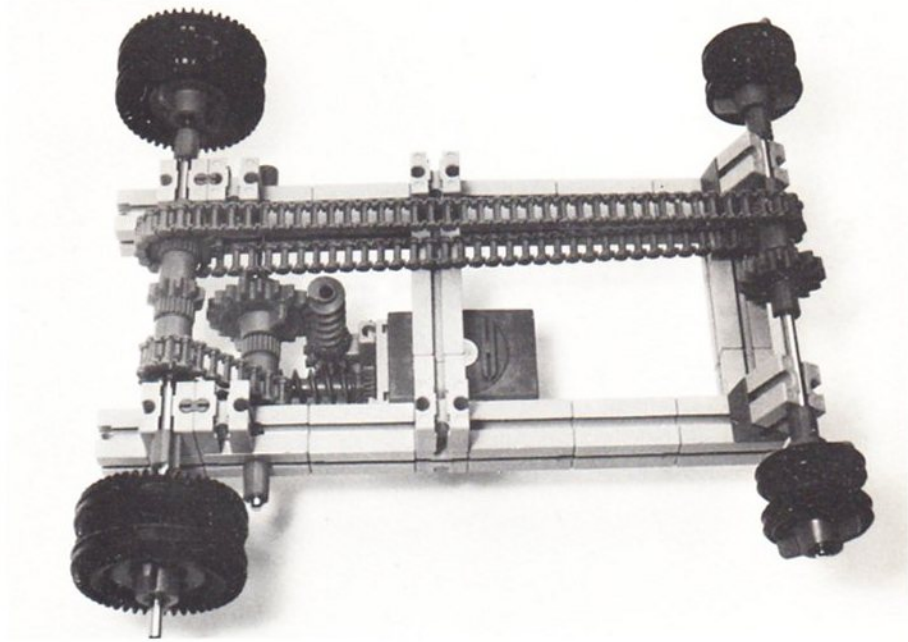
Bild 38

Wie sich bei Allradantrieb nicht richtig aufeinander abgestimmte Übersetzungen von Vorder- und Hinterachsen auf das Fahrverhalten auswirken, läßt sich mit diesem Modell leicht demonstrieren. Zu diesem Zweck wurde auf die Vorderachse zusätzlich ein Zahnrad Z 15 montiert. Liegt die Kette so, wie in Bild 39, und läßt man das Fahrzeug über zwei nebeneinander auf die Fahrbahn gelegte Blätter Papier fahren, so bleiben diese nahezu unbeweglich liegen. Legt

man die Kette um, so daß sie an der Hinterachse über das Zahnrad Z 10, an der Vorderachse über das Zahnrad Z 15 läuft, dann werden die Papierblätter zusammen- oder auseinander-geschoben, je nachdem ob man die Vorderachse oder die Hinterachse belastet, oder ob man vorwärts oder rückwärts fährt.

Sind die Übersetzungen, wie im ersten Fall, richtig aufeinander abgestimmt, so rollen die Räder einwandfrei über die Fahrbahn. Stimmen die Übersetzungsverhältnisse nicht, so richtet sich die Fahrgeschwindigkeit nach der Übersetzung der am stärksten belasteten Achse, während die Räder der anderen Achse durchdrehen oder gleiten.

Bild 39



2. Modellbeispiele zum Themenbereich "Fahrrad" mit Bauelementen der fischertechnik-Lernbaukästen u-t 1 und u-t 2

vgl. dazu Bibliographisches Institut Mannheim, "Wie funktioniert das?" Band 1, 1963, S. 580 ff.)

2.1 Kettengetriebe mit unterschiedlichen Übersetzungsstufen

Modelle dieser Art vermitteln Einsichten in die Übersetzungstechniken bei Zahnrad- und Kettengetrieben.

Mit Hilfe von Zeigern, oder - wie hier im Bild - mit Hilfe von Kurbeln können die jeweiligen Drehzahlen der Antriebs- und Abtriebswellen abgelesen werden.

Bei diesem Modell ergeben sich beim Umlegen der Kette Übersetzungen im Verhältnis 1:4, 1:2, 1:1,5.

Die Lernbaukästen u-t 1 und u-t 2 enthalten je 2 Zahnräder mit 15, 30 und 40 Zähnen und je 3 Zahnräder mit 10 und 20 Zähnen. Damit lassen sich vielfältige Kombinationen für Zahnradübersetzungen herstellen.

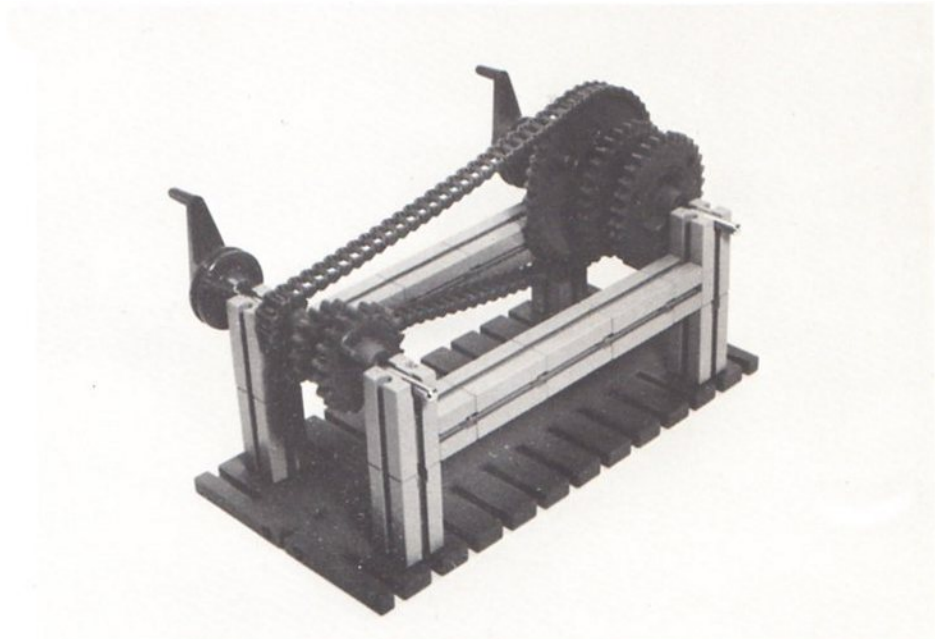


Bild 1

2.2 Modell einer 3-Gang-Kettenschaltung

(Bilder 2, 3, 4)

Bei der Kettenschaltung wird die Antriebskette auf drei verschiedene Zahnkränze an der Hinterachsnabe umgelegt. Dadurch werden bei gleichbleibender Drehzahl der Antriebswelle drei verschiedene Umdrehungszahlen an der Hinterachse eingestellt. Die einschaltbaren Übersetzungen sind beim abgebildeten Modell 1:1, 1:1,33 und 1:2.

Da die Kette nach dem Umlegen vom größten aufs kleinste Zahnrad weit durchhängt, wird die Länge von einem federnd gelagerten Kettenspannrad ausgeglichen.

In der technischen Wirklichkeit dient das Spannrad meist gleichzeitig als Schaltrad und legt die Kette um, wenn es axial verschoben wird. Die Unterschiede der Zähnezahlen zwischen den einzelnen Zahnkränzen sind im allgemeinen 4 Zähne.

Bei diesem Modell sind die Unterschiede 10 Zähne. Dies ist zuviel für ein einfaches Umlegen mit Hilfe des verschiebbaren Spannrad. Man kann die Kette mit etwas Geschick jedoch leicht mit einer Achse oder dergl. bei laufender Antriebskurbel auf den nächst größeren Zahnkranz heben.

Für das Umlegen in umgekehrter Richtung kann das Spannrad wie in der Wirklichkeit verwendet werden.

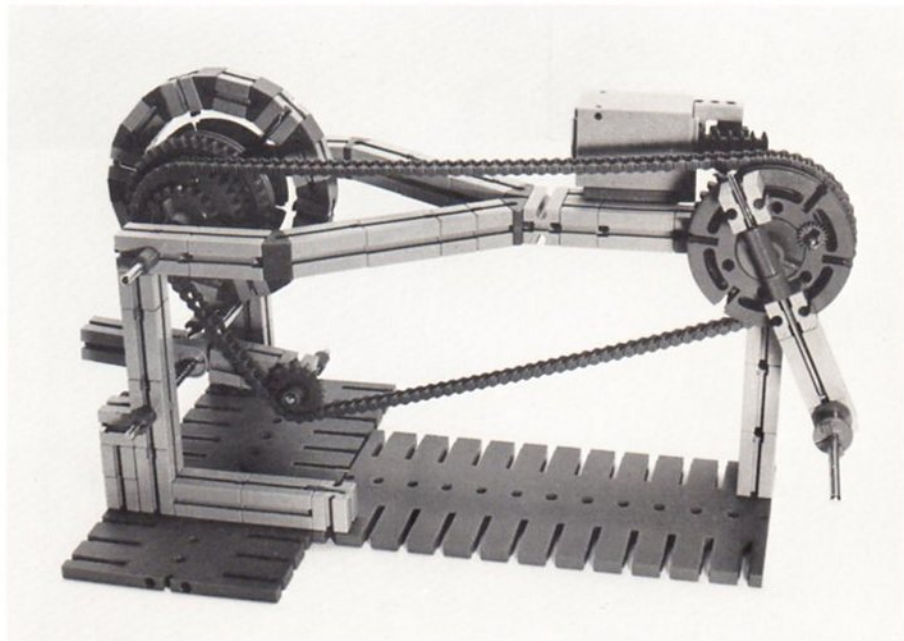


Bild 2

Bild 3

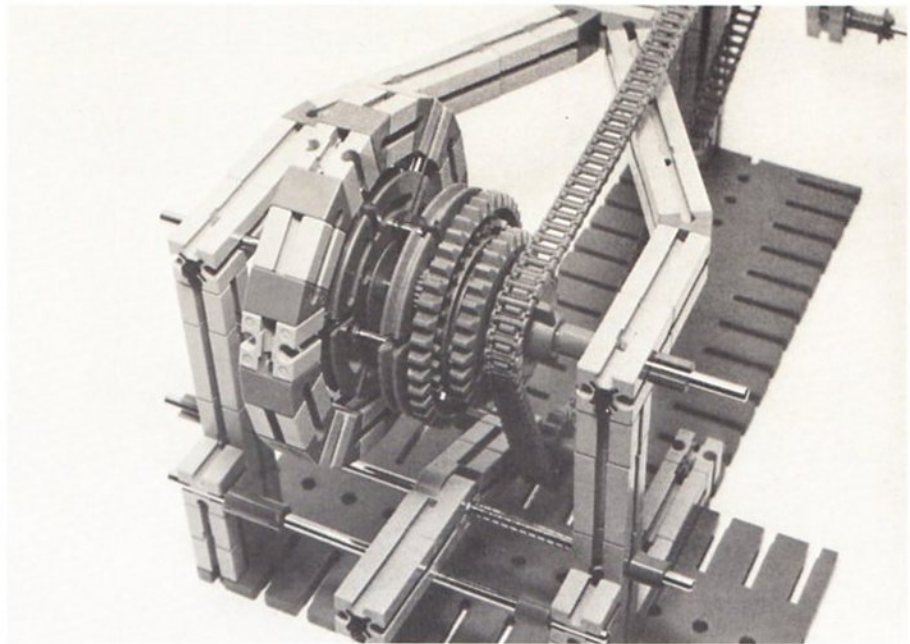
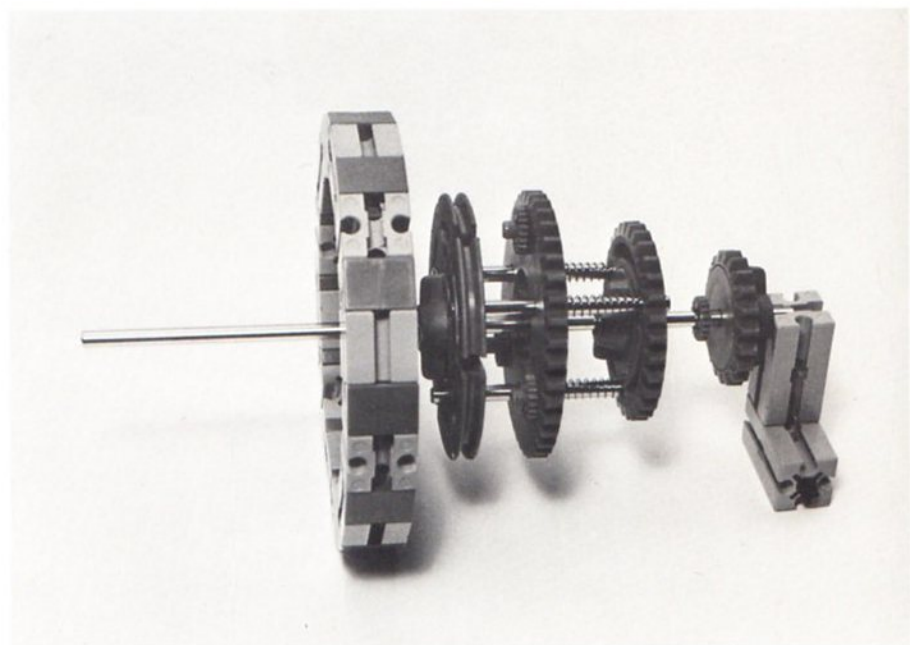


Bild 4



Will man die drei Zahnkränze sehr nahe nebeneinandersetzen, so wird ein etwas schwierigerer Aufbau nötig, als wenn die Räder mit Flachnaben aneinandergereiht werden. In Bild 4 ist zu sehen, wie dies mit Hilfe von Scheiben und Federn bewerkstelligt wird.

Wie Nabenschaltungen auf der Basis von Planetengetrieben funktionieren, läßt sich mit dem Material der Lernbaukästen ebenfalls veranschaulichen. Allerdings erfordern sowohl das Konstruieren als auch das Erkennen der Funktionszusammenhänge ein hohes Maß an technischem Verständnis.

2.3 Funktionsmodell eines Fahrradfreilaufs

(Bilder 5 bis 10)

Wie der Freilauf eines Fahrrads im Prinzip funktioniert, kann mit diesem Modell verdeutlicht werden.

Für die Konstruktion sind die Winkelbausteine und Bausteine 15 aus 3 u-t 1 Baukästen notwendig.

Bild 5

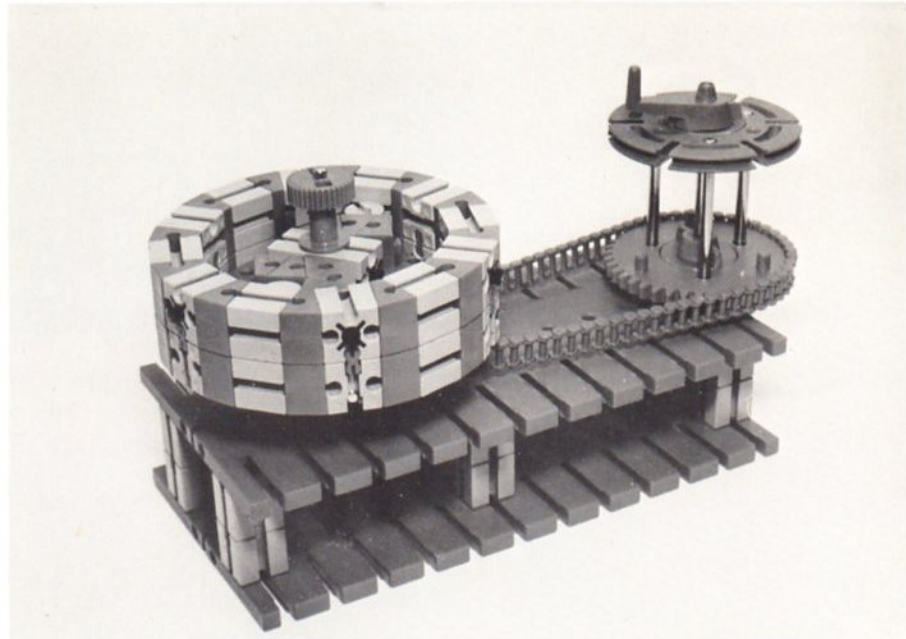
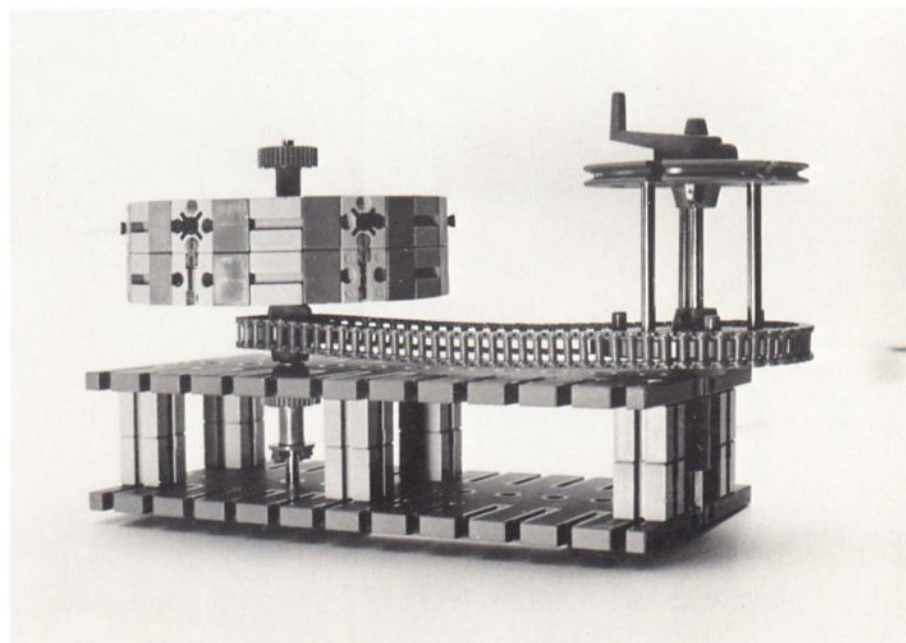


Bild 6



Die Nabentrommel (Bilder 7 und 8) dreht sich frei um die Antriebswelle des Kettenrads Z 20. Das Mitnehmerteil (Bild 7, rechts) ist durch eine Seiltrommel auf der Antriebswelle be-

festigt und dreht sich also mit dem Kettenrad.

Bild 7

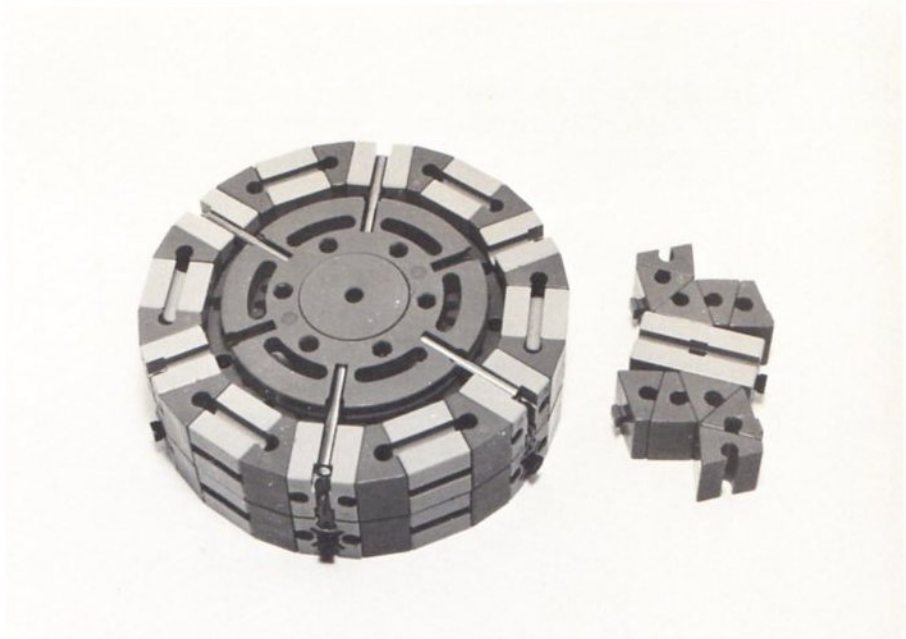


Bild 8



Der Umfang des Mitnehmers weist zwei Aussparungen mit ab-
geschrägten Flächen auf, in die zwei Walzen, die Verschrau-
bungen der Gelenksteine, eingesetzt werden (Bilder 9, 10).

Wird der Kettenantrieb betätigt, und dreht sich der Mitneh-
mer entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn, so laufen die Walzen

an den schrägen Flächen auf, werden gegen die Nabentrommel gedrückt und festgeklemmt. Die Nabe wird dadurch mitgenommen. Dieser Zustand (Bild 9) entspricht dem Antrieb des Fahrrads beim Vorwärtstreten.

Steht der Kettenantrieb still, so läuft die Nabentrommel aufgrund der Trägheit weiter. Die Walzen rollen in die tiefste Stelle der Aussparungen zurück und geben die Nabentrommel frei. Dieser Zustand (Bild 10) entspricht dem Freilauf des Hinterrads bei Stillstand der Tretkurbel.

Bild 9

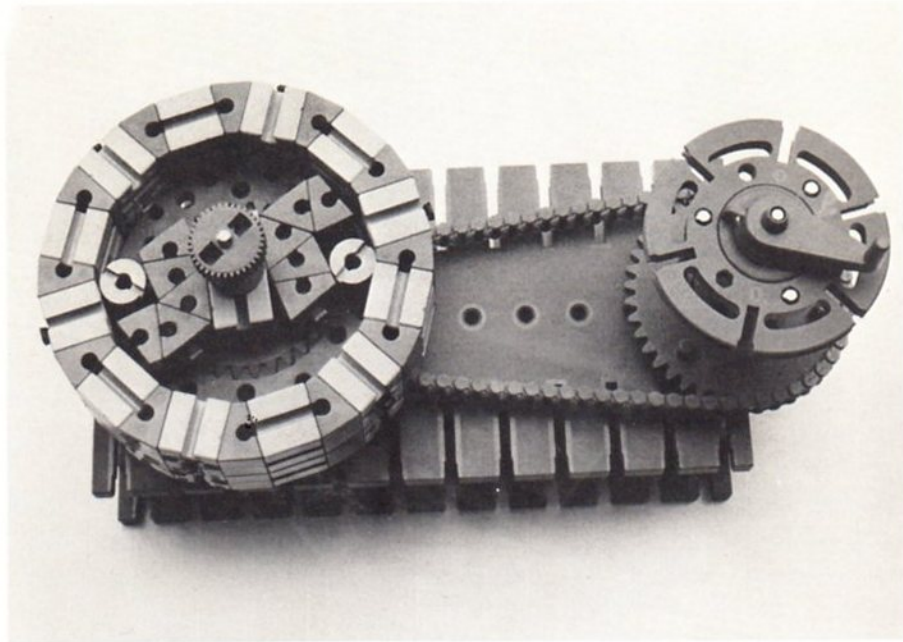


Bild 10

