

SPIELEN UND ERKENNEN

mit

fischertechnik[®]

**2. Über die Grundlagen
der Naturgesetze**



Herausgeber: Fischer-Werk, 7241 Tumlingen

Verfasser: Siegfried Mrowka, Sulz/N

Sämtliche Rechte bei Fischer-Werk, 7241 Tumlingen, Fernruf (07443) 785

SPIELEN
und
ERKENNEN
mit
fischertechnik[®]

Band 2

Über die Grundlagen
der Naturgesetze

INHALT

Band 1

Über das Spiel mit fischertechnik

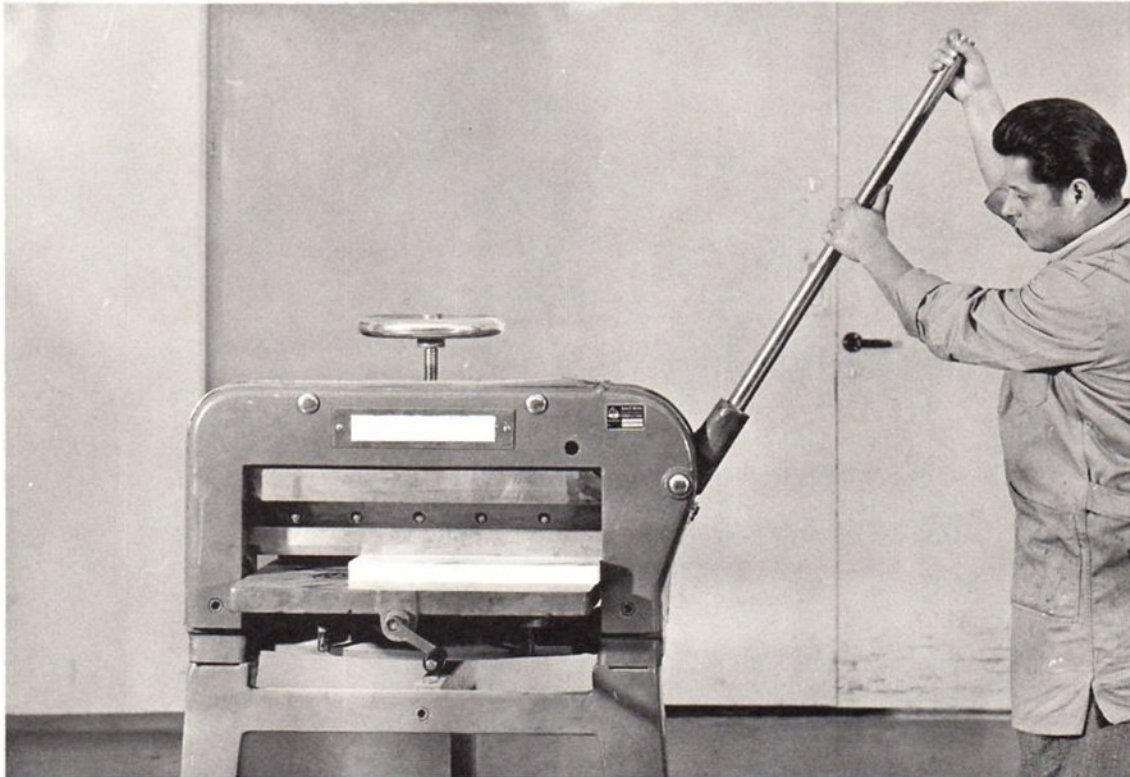
| | Seite |
|--------------------------------|-------|
| Spielmaschinen | 2 |
| Das fischertechnik-Alphabet | 6 |
| Kniffe und hilfreiche Hinweise | 24 |
| Das große Vorbild | 28 |
| Rollen, Wellen, Räder | 38 |

Band 2

Über die Grundlagen der Naturgesetze mit fischertechnik

| | Seite |
|--|-------|
| Der Hebel und seine Anwendung | 2 |
| Wie kann man nur so träge sein | 9 |
| Vom Gleichgewicht der Kräfte, oder wie du ein großer Baumeister wirst | 14 |
| Der elektrische Strom, ein großer Zaubermeister | 38 |

Der Hebel und seine Anwendung



Ihr alle habt schon Vorgänge in der Natur beobachtet: Ein Gewitter zieht auf, und es blitzt und donnert. Ein Stück Holz schwimmt auf dem Wasser, ein Arbeiter bewegt mit einer Stange eine schwere Last, eine Kugel rollt den Berg hinab, ein Magnet hält Eisenstücke fest.

Diese Vorgänge wiederholen sich, wir können sie mit Versuchen (Experimenten) nachmachen und dann genauere Beobachtungen anstellen: Wir messen und wiegen, wir gewinnen Erkenntnisse und leiten davon Gesetze ab und erweitern damit unser Wissen aus Naturvorgängen.

Ein Teilgebiet dieser Naturwissenschaften ist die **Physik**. Und wenn du später ein Mechaniker, ein Techniker oder gar ein Ingenieur werden willst, mußt du einen tiefen Einblick in die Gesetze der Natur gewonnen haben. Es gibt keine Maschine, keine technische Vorrichtung ohne Anwendung der Naturgesetze, die wir nun aus eigener Anschauung aufdecken wollen. Auch wenn es im Spiel mit Fischer-Technik geschieht, so ist es doch schon richtige Arbeit. Natürlich mußt du deine Modelle nun besonders genau bauen, damit du ein guter Naturwissenschaftler – ein Physiker wirst.

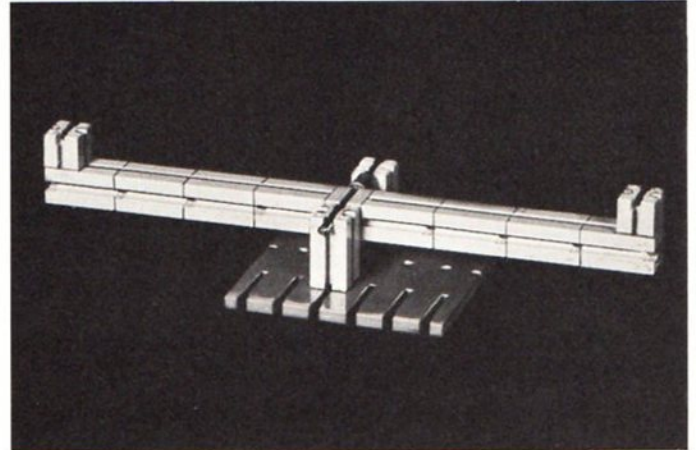
Der erste große Physiker war **Archimedes**, der um 200 vor Christus lebte. Was dieser überragende Naturforscher schon vor ca. 2000 Jahren (!) entdeckte, hat heute noch Gültigkeit und wird auch weiterhin Bestand haben. Er entdeckte z. B. die Gesetze des **Hebels** und schuf damit die Grundlage aller Mechanik. Schon lange Zeit vor Archimedes benutzten die alten Ägypter **Hebebäume**, um ihre gewaltigen Pyramiden zu bauen. Du weißt, daß sie diese Bauwerke aus sehr großen Steinblöcken errichteten. Weißt du aber auch, daß einige dieser Blöcke halb so groß sind wie dein Schulzimmer? Weißt du, daß man aus den riesigen Steinquadern der größten Pyramide eine Mauer um die ganze Bundesrepublik ziehen könnte? Jeder Block wiegt etwa 2,5 Tonnen! Wie haben die Ägypter diese ungeheuren Lasten **ohne Maschine** bewegen können? Wie schon gesagt, mit Hebebäumen oder Hebeln. Sie kannten also die Wirkung von Hebeln, nur wußten sie von der Gesetzmäßigkeit dieser **ersten Maschinen** noch nichts.

Ein Hebel ist zunächst weiter nichts als eine um eine Achse drehbare Stange, an der Kräfte angreifen, um sie zu drehen.

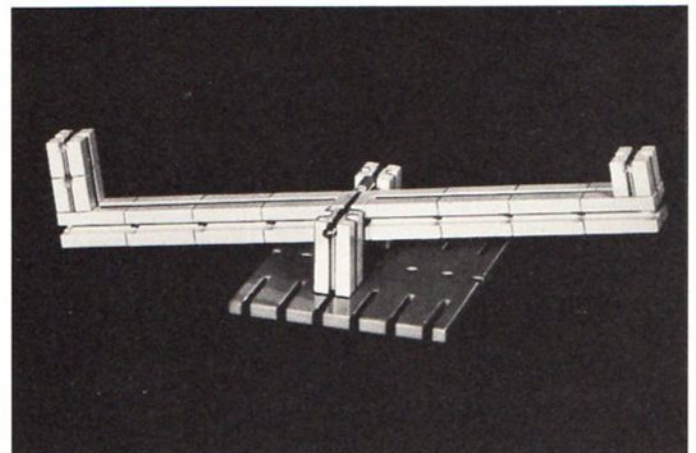
Beispiele: Die Hebelstange, mit der Arbeiter einen schweren Geldschrank verschieben, der Signalarm bei der Eisenbahn, der Nußknacker. Aber auch das Lenkrad am Auto, die Fahrradpedale, der elektrische Schalter sind Hebel.

Zur Auffindung der Gesetze bedienen wir uns der einfachsten Form des Hebels, einer geraden Stange. Diese bauen wir aus **fischertechnik**-Bausteinen zusammen. Der Drehpunkt muß genau in der Mitte sein. Unser Modell sieht wie eine Balkenschaukel aus, auf der du sicherlich auch schon geschaukelt hast.

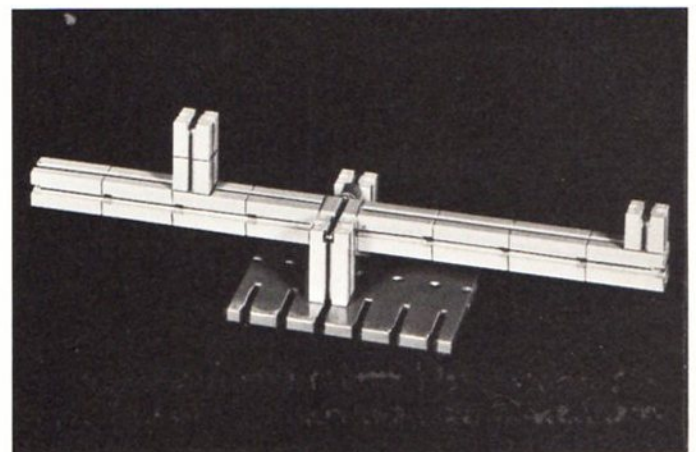
Diese Schaukel ist nun im Gleichgewicht, wenn beide Balkenenden gleich lang – in unserem Bild je 4 Steine – und die darauf ruhenden Gewichte (Kinder) gleich schwer sind.



Das Gleichgewicht ist aber gestört, wenn die Gewichte verschieden sind.



Nun ist das Gleichgewicht wieder hergestellt. Das rechte Gewicht ist 4 Steine vom Drehpunkt entfernt, das linke Gewicht nur 2 Steine. Rechts befindet sich als Gewicht 1 kleiner Stein, links siehst du 2 kleine Steine.



Mache weitere Versuche mit anderen Gewichten, bringe die **Waage** immer wieder ins Gleichgewicht und schreibe die gefundenen Zahlen auf. Du wirst eine Beziehung zwischen den verschiedenen langen Hebelarmen und den verschiedenen Gewichten herausfinden:

Im ersten Versuch war der rechte Hebelarm 4 große Steine lang, das Gewicht betrug 1 Stein. Auf der linken Seite herrschten die gleichen Verhältnisse:

rechts: 4 mal 1 = 4 Gleichgewicht
links: 4 mal 1 = 4

Im zweiten Versuch sah es so aus:

rechts: 4 mal 1 = 4 kein Gleichgewicht
links: 4 mal 2 = 8

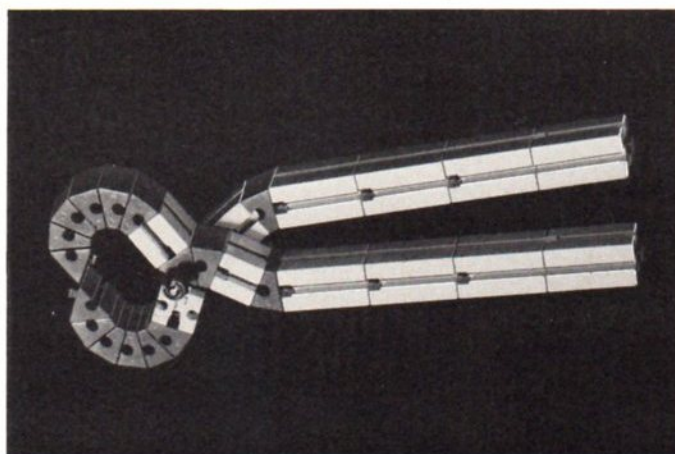
Dritter Versuch:

rechts: 4 mal 1 = 4 wieder Gleichgewicht
links: 2 mal 2 = 4

Ein Hebel ist im Gleichgewicht, wenn auf beiden Seiten gleiche Verhältnisse herrschen: **Hebelarm mal Gewicht = Hebelarm mal Gewicht.**

Nun wird dir auch klar, warum ein kleineres Gewicht ein größeres heben, oder warum ein Mann einen viele Zentner schweren Panzerschrank mit einem Hebel bewegen kann.

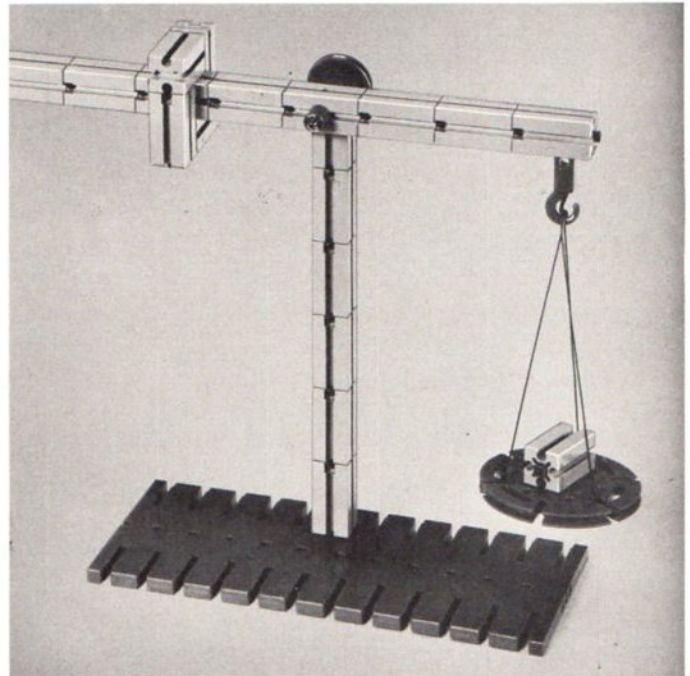
Die Anwendung dieses wichtigsten Gesetzes der Mechanik ist sehr vielseitig. Wie schon erwähnt, keine Maschine, kein Werkzeug ohne Hebel! Er dient also vor allem dazu, mit einer kleinen Kraft eine große Wirkung zu erzielen (denk an die Pyramiden der Ägypter!). Überall, wo eine Drehbewegung stattfindet, hast du auch eine Hebelwirkung.



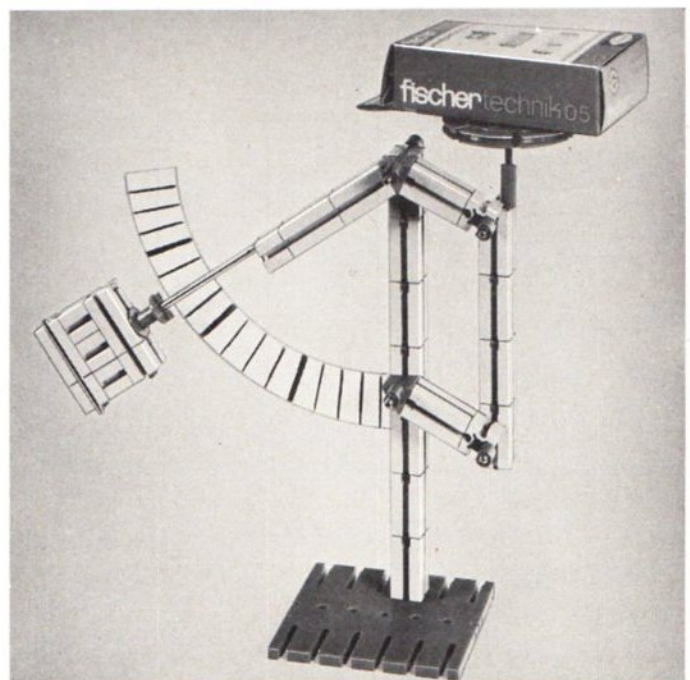
Wenn der Griff der Beißzange 4mal länger ist als der gebogene Teil, so übt deine Hand einen 4-fachen Druck aus ... und du kannst einen Nagel abkneifen!

Allerdings: deine Hand gewinnt zwar viel an Kraft, muß aber beim Drücken einen größeren Weg zurücklegen. Die Natur schenkt dir nichts! Dies ist eine der wichtigsten Naturerkenntnisse, die wir je gewonnen haben (Archimedes vor ca. 2000 Jahren!). Und nun baue selbst Modelle, in denen die Hebelwirkung zur Anwendung kommt.

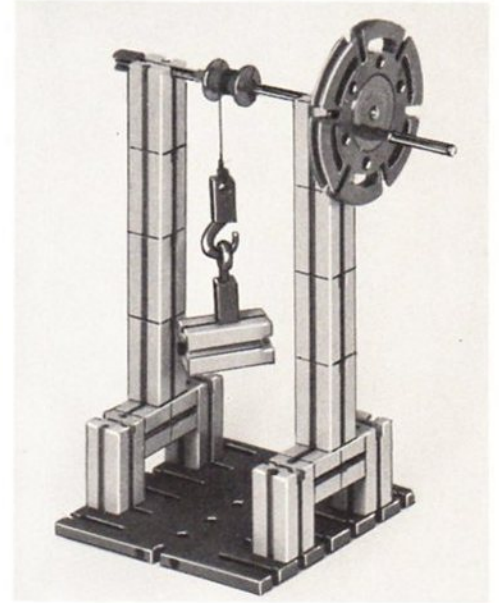
Die Hebelwaage oder Schnellwaage (beim Kaufmann) ist ein ungleichar- miger Hebel, bei dem ein **Laufgewicht** durch Verschieben das Gleichge- wicht herstellt.



Auch die Briefwaage ist ein Hebel- system, hat aber abgewinkelte He- belarme.



Eine andere Form des Hebels ist das sogenannte **Wellrad**.



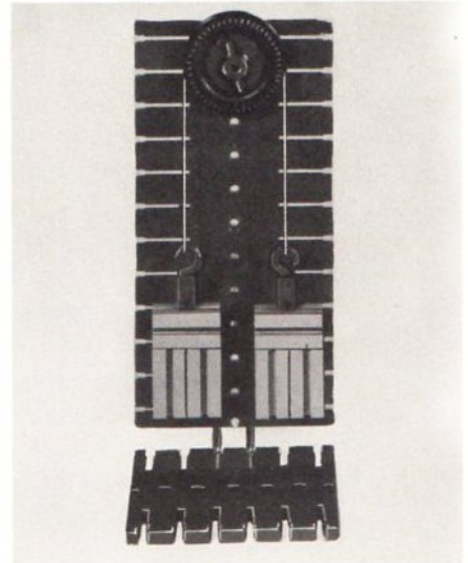
Hier ist unsere große Radscheibe mit einer Achse fest verbunden. Zur besseren Bedienung setzt du eine kurze Achse auf die Scheibe.

Jetzt kannst du mit geringer Kraft eine große Last bewegen, und du wirst verstehen, warum z. B. ein Kran scheinbar mühelos ungeheuerere Lasten heben kann.

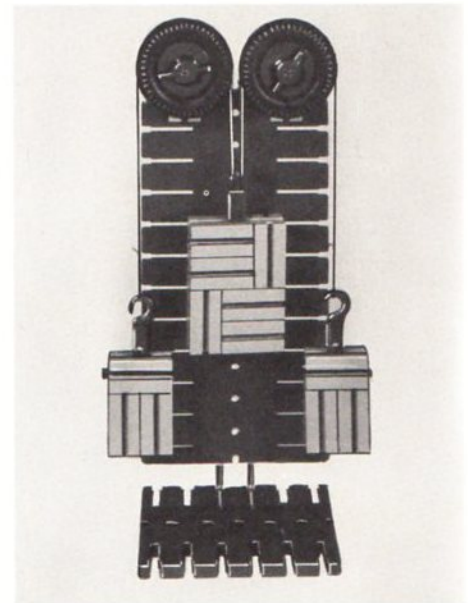


Auf einer Baustelle können wir neue Erkenntnisse gewinnen. Soll eine Last Steine ins 2. oder 3. Stockwerk gebracht werden, so bedient sich der Bauarbeiter einer sogenannten Rolle. Warum wohl? Er legt ein Seil über eine Rolle, die oben am Baugerüst befestigt ist und zieht die Last nach oben. Das wollen wir an einem neuen Modell erproben:

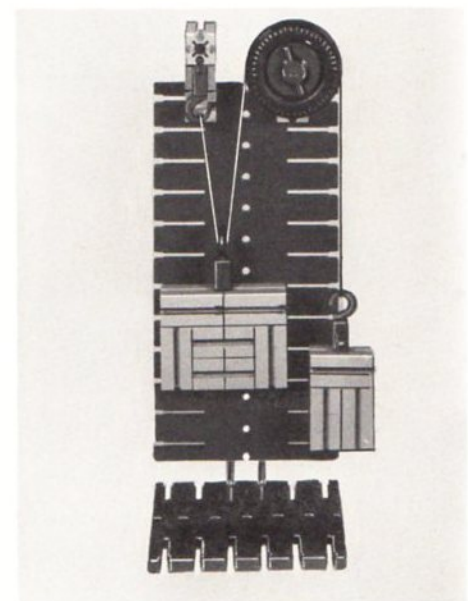
An das Seil hängen wir 2 gleiche Gewichte, je 3 Steine. Sie werden in jeder Lage im Gleichgewicht hängen bleiben. Du weißt auch, warum es so ist. Die **Rolle** wirkt wie ein zweiseitiger und gleicharmiger Hebel: Bei Gleichgewicht ist die Zugkraft auf der linken Seite gleich dem Gewicht der Last auf der rechten Seite. Oder: Kraft mal Weg = Last mal Weg.



Dieses Modell zeigt denselben Vorgang, nur hast du hier die Last verdoppelt (6 Steine). Denkst du dir anstelle der 2 Gewichte zu 3 Steinen nun je einen Arbeiter, so verteilt sich die Last auf beide, und jeder hat nur die halbe Arbeit zu verrichten: Oder: $\frac{1}{2}$ Kraft mal Weg und $\frac{1}{2}$ Kraft mal Weg = Last mal Weg.



Damit sind die Bauarbeiter aber noch nicht zufrieden. Sie binden ein Seilende oben am Gerüst fest, hängen an das Seil eine lose Rolle und führen es nach oben über eine feste Rolle.



Befestigst du jetzt eine Last von 6 Steinen an die lose Rolle, so brauchst du nur 3 Steine als Gegengewicht, um Gleichgewicht zu erlangen. Um 50 kg zu heben, muß der Bauarbeiter nur mit 25 kg ziehen! Das Ergebnis deines Versuches wird dir verständlich, wenn du bedenkst, daß sich die Last von 6 Steinen auf 2 Seilstücke verteilt. An jedem Seil hängt also eigentlich nur das Gewicht von 3 Steinen. Da ein Seil ja oben am Gerüst befestigt ist, trägt es seine Last alleine, während du beim Ziehen am anderen Seil nur deine Last – 3 Steine – heben mußt. Es läuft aber doppelt soviel Seil durch deine Hand!

Goldene Regel der Mechanik:

Was du an Kraft gewinnst, mußt du am Weg zusetzen.

Eine kleine Aufgabe, überlege gut!

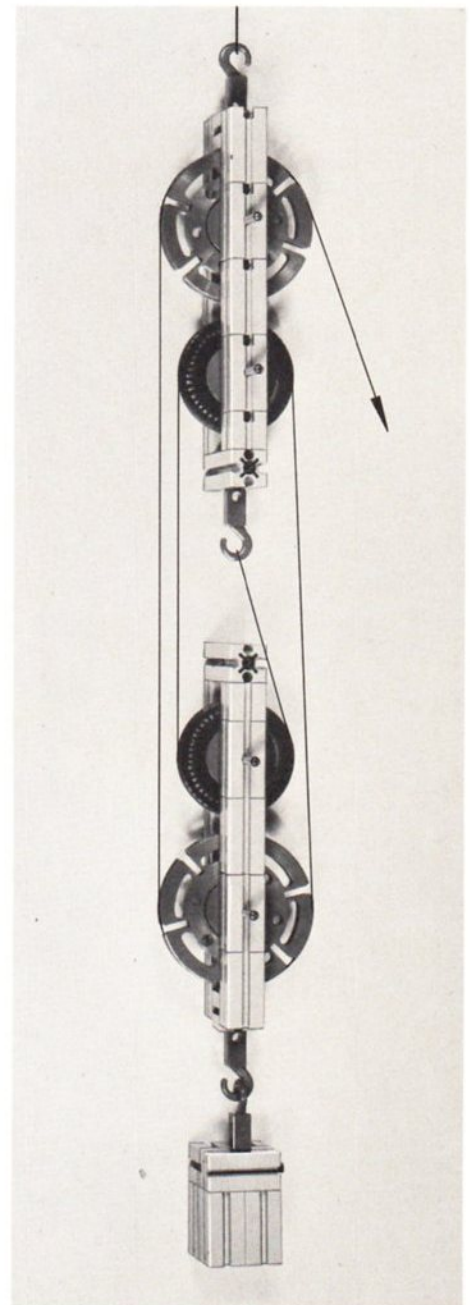
Ein Bauarbeiter wiegt 75 kg. Welche Last kann er mit Hilfe einer losen Rolle höchstens hochheben?

Man kann die Wirkungsweise der losen Rolle erweitern, wenn man mehrere solcher Rollen in eine Art Gabel einbaut. Das Modell, mit Fischer-Technik gebaut, zeigt dir, wie es gemeint ist.

Setze 2 solcher Rollengruppen oder **Flaschen** einander gegenüber und ziehe die Schnur in der gezeigten Weise durch die Rollen. Du erhältst einen sogenannten Flaschenzug. Da jetzt 4 Rollen zur Wirkung kommen, verteilt sich die Last auf 4 Seilstücke, und nur noch $\frac{1}{4}$ der Kraft ist nötig, um eine bestimmte Last zu heben!

Wo wird der Flaschenzug im täglichen Leben angewendet?

Baue Modelle oder Maschinen, bei denen die Rolle zur Anwendung kommt.



Wie kann man nur so träge sein

Wie oft hat wohl dein Lehrer in der Klasse schon gerufen: „Oh, ihr trägen Gesellen! Bis ich euch aus eurer Ruhe bringe, ist die halbe Stunde herum!“

Tröste dich, nicht nur du bist träge, auch jeder andere Körper läßt sich nur schwer aus seiner Ruhe bringen. Je heftiger man sich bemüht, ihn aus seiner Ruhestellung zu bekommen, um so größer wird der Widerstand sein, mit dem er dagegenarbeitet.

Ein kleiner Versuch soll dir das beweisen:

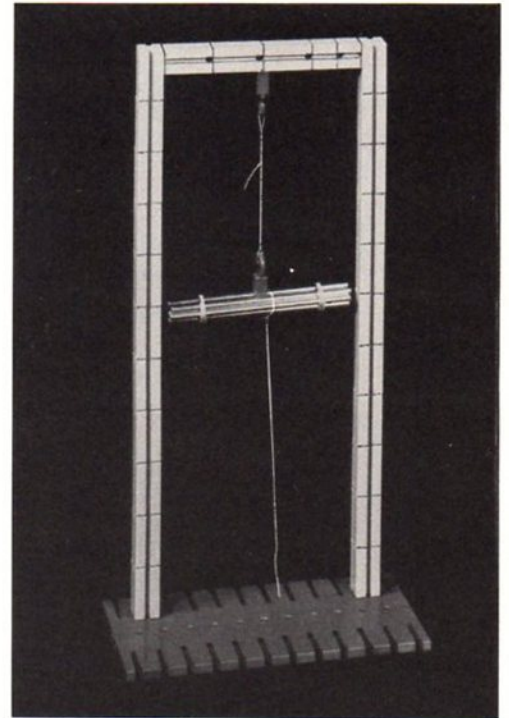


Lege auf ein leeres Wasserglas eine dünne Pappe etwa in der Größe einer Postkarte und darauf einen Fischer-Baustein. Was geschieht, wenn du die Pappe mit einem kurzen Ruck zur Seite ziehst? Wird der Baustein durch den Schwung an die Wand geschleudert werden? – Er fällt in das Wasserglas! Je heftiger du die Pappe zur Seite ziehst, um so sicherer. Der Baustein ist träge und möchte seine Stellung der Ruhe behalten. Nur bei langsamem Zurseiteziehen der Pappe wird er sich dazu bequemen, die Bewegung mitzumachen.

Ein anderer, sehr überraschender Versuch:

An einem dünnen Faden hängt ein Gewicht von einem Balken. An dieses Gewicht binde einen zweiten ebenso dünnen Faden und ziehe mit einem kräftigen Ruck daran.

Natürlich wird der Faden abreißen. Doch wo? Oberhalb des Gewichtes oder unterhalb? Er reißt erstaunlicherweise immer unten ab. Wie ist das zu erklären? Auch hier wirkt die Trägheit der Körper. Der obere Faden könnte erst reißen, wenn an ihm gezogen werden würde. Dazu müßte man zuerst das Gewicht in Bewegung versetzen. Bis es aber seine Trägheit überwunden hat, ist der untere Faden schon abgerissen.



Wir erkennen: Jeder Körper, der sich in Ruhe befindet, ist bestrebt, seine Lage beizubehalten.

Eine andere Wahrnehmung: Du sitzt mit Vater im Auto. Plötzlich muß er stark bremsen... dein Körper aber fährt in seiner Bewegung fort und fällt nach vorne. Vater steuert jetzt scharf in eine enge Kurve. Du wirst an die Seitenwand des Autos gedrückt, weil du bei deiner Geradeausbewegung bleiben möchtest. Drei wichtige Dinge haben wir erfahren:

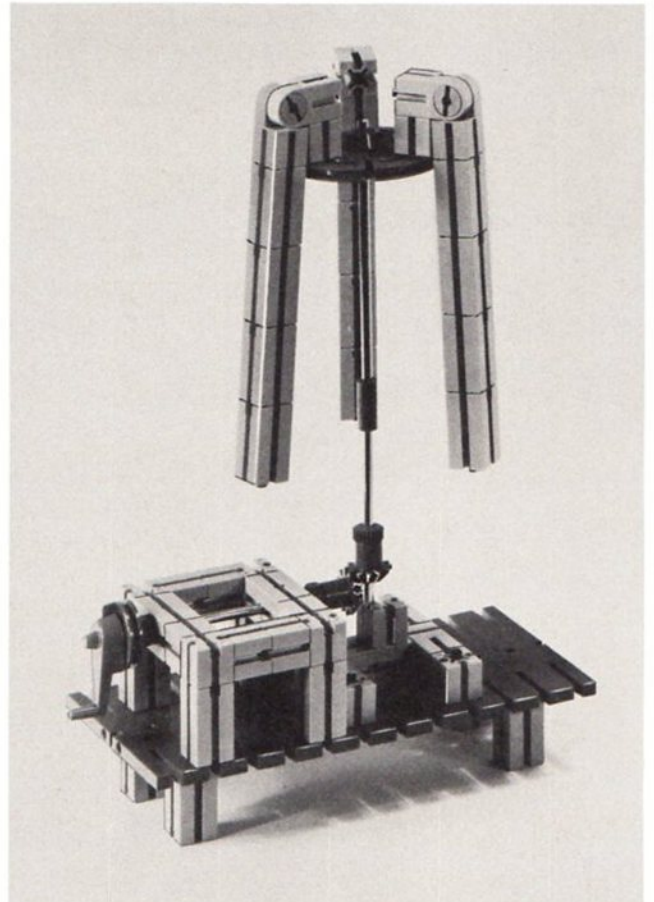
1. **Jeder Körper will seinen Ruhezustand bewahren, wenn er in Ruhe ist.**
2. **Er wehrt sich gegen ein Abbremsen, wenn er in Bewegung ist.**
3. **Er ist bestrebt, die Richtung seiner Bewegung beizubehalten.**

Noch interessanter wird es bei sich drehenden Körpern. Du kennst sicher das Kreiselspiel und hast dich damit wohl auch schon vergnügt. Wir bauen sehr schnell einen solchen Kreisel, indem wir eine kurze Achse durch ein großes **fischertechnik**-Rad stecken.

Warum fällt er eigentlich nicht um, wenn er sich sehr rasch dreht? Auch hier wirkt die Trägheit des Körpers; denn jeder Punkt befindet sich ja in Bewegung (er dreht sich um eine Achse) und widersetzt sich einer gewaltsamen Änderung dieser Bewegung, nämlich dem Umfallen. Wenn sich alles – wie beim Kreisel – um eine Achse dreht, spricht man von einer **Drehachse**. Sie hat das Bestreben, ihre Lage während des Drehens beizubehalten. Denke an den Reifen, den du mit einem Stock antreibst! Auch er fällt nicht um, solange er sich dreht. In Schiffe baut man große Kreisel ein, damit sie bei Seegang senkrecht stehen und nicht schwanken. Stelle dein Fahrrad auf Sattel und Lenkstange und versetze das Hinterrad in rasche Umdrehung. Wenn du das Rad nun umkippen willst, wirst du einen Widerstand bemerken. Die Kraft, die hierbei zur Wirkung kommt, nennt man auch **Fliehkraft**, weil jeder Punkt des Rades von seiner Drehachse „fliehen“ möchte.



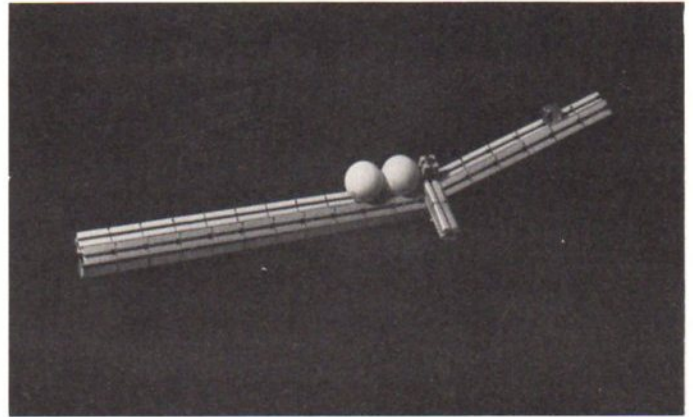
Bei schneller Umdrehung heben sich die drei Arme dieses Modells immer höher. In der Technik wird das bei der Dampfmaschine ausgenutzt. Die sich senkenden Arme (Hebel!) schließen oder öffnen das Dampfventil und regulieren somit die Dampfzufuhr. Läuft die Dampfmaschine zu schnell, heben sich die Arme hoch, schließen ein wenig das Ventil, und die Dampfmaschine wird langsamer laufen. Nun senken sich die Arme, das Ventil gibt wieder mehr Dampf frei, bis die Maschine sich auf den vorgeschriebenen Lauf eingespielt hat.



Du hast nun verstanden, daß jeder Körper von Natur aus träge ist. Um ihn in Bewegung zu setzen, mußt du eine gewisse Kraft aufwenden und Arbeit leisten. Der Stein, den du über einen Bach wirfst, trägt diese Kraft wie in einem Rucksack mit sich fort. Wenn dein Wurfgeschloß auf der anderen Seite des Flusses auf die Erde trifft und damit seine Bewegung zwangsläufig beendet, gibt er die mitgegebene Energie fast im gleichen Umfange wieder ab (ein Teil der Energie geht durch die Reibung in der Luft verloren).

Mit einem interessanten Versuch wollen wir nachweisen, daß die mitgegebene Kraft oder Arbeit (Energie) tatsächlich erhalten bleibt und sich sogar auf andere Körper überträgt:

Du hast sicherlich eine dieser schönen Glaskugeln, mit denen du im Sommer das Murmelspiel spielst. Besorge dir dazu zwei oder besser noch mehr Tischtennisbälle und baue nach nebenstehendem Foto eine abgewinkelte Laufrinne. Du mußt darauf achten, daß der längere Teil der Rinne leicht geneigt ist, so daß die Tischtennisbälle sich gegenseitig berühren und gleichzeitig an den senkrechten Trennstein lehnen. Lasse nun die Glaskugel (je größer sie ist, desto besser) auf der schrägen Rinne gegen den Trennstein rollen. Was geschieht? Der letzte Tennisball rollt davon, obwohl er von der Glaskugel nicht berührt wurde. Kannst du dir das erklären?



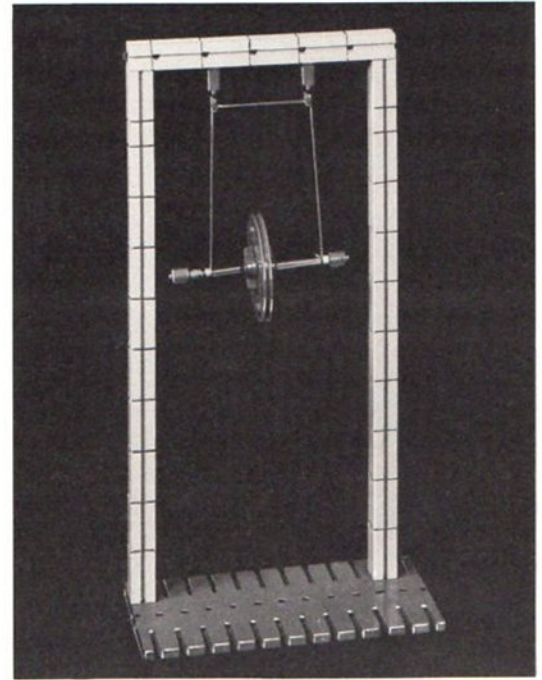
Die Kraft, die der Glaskugel durch das Abrollen mitgeteilt wurde, überträgt sich im Augenblick des Anhaltens auf die Trennwand. Da diese feststeht, gibt sie die Energie weiter auf den ersten Tennisball, dieser auf den zweiten, den dritten, bis der letzte endlich die Energie aufnimmt und sich in Bewegung setzt.

Die Energie ist erhalten geblieben.

Schau einmal zu, wenn eine Rangierlok an lose aneinandergeschobene Eisenbahnwagen stößt. Die Bewegung der Lok pflanzt sich durch die ganze Wagenreihe fort . . . und der letzte Wagen rollt davon!

Ein anderes Experiment soll das noch einmal deutlich machen:

Befestige ein Wellrad mit dünnen Fäden so, wie das Foto es zeigt. Achte dabei darauf, daß die Fäden sich nicht verschieben können und nach oben enger zueinander laufen. Nun drehe gleichmäßig an beiden Enden der Achse und wickele sie bis oben auf. Läßt du sie jetzt los, so wird das Rad nach unten abrollen, zum Stillstand kommen, wieder nach oben klettern, . . . dann abwärts, aufwärts, hin und her, bis es endlich nach längerer Zeit wieder zur Ruhe kommt. Du kannst dir nun diese seltsamen Dinge erklären.



Was geschieht aber, wenn die sehr kräftige Bewegung eines Körpers (Kraft, Arbeit, Energie) ganz plötzlich zum Stillstand kommt? Die Bewegungsenergie kann nicht verloren gehen, das haben wir durch unseren ersten Versuch nachgewiesen. Sie setzt sich in diesem Falle in eine andere Energie um, in Wärme und . . . Zerstörung. Denke an die furchtbaren Autounfälle!

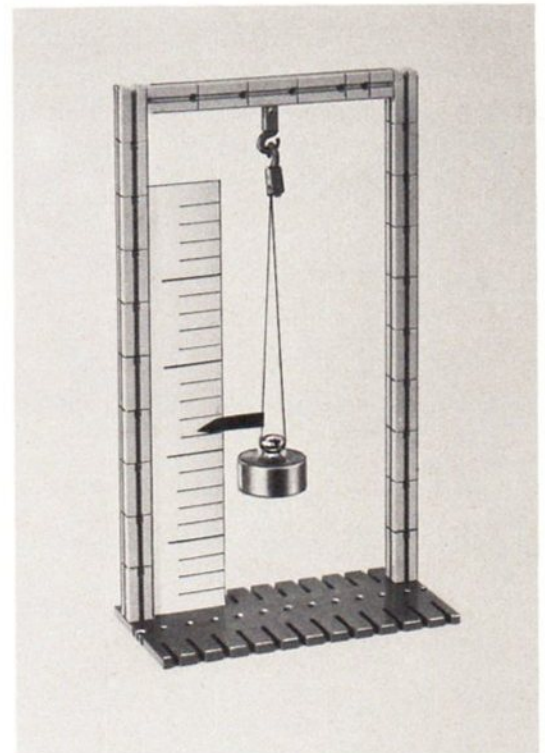
Aus der Trägheit der Körper entwickelt sich das Gesetz von der Erhaltung und Umwandlung der Energie. Durch fortlaufende Explosionen im Zylinder des Automotors entsteht mechanische Arbeit. Diese läßt sich in einer Dynamomaschine in elektrischen Strom umwandeln. Licht und Wärme kannst du damit erzeugen, einen Elektromotor damit betreiben und wiederum mit ihm Maschinen arbeiten lassen. Nichts geht in der Natur verloren, aus eigener Kraft ist aber auch nichts zu gewinnen: **Jede scheinbar neugewonnene Energie ist immer schon in anderer Form vorher dagewesen.**

Vom Gleichgewicht der Kräfte, oder wie du ein großer Baumeister wirst

Bei deinen Versuchen mit den Naturkräften der Erde hast du nun schon eine Menge über Kraft und Gewicht erfahren. Du hast eine Kraft von einem Rad auf ein kleineres oder größeres übertragen, du hast Lasten gehoben und dir dabei die Arbeit durch Anwendung der Hebelgesetze erleichtert. Was aber Kraft und Gewicht eigentlich ist, weißt du wohl noch nicht. Mit anderen Versuchen und Modellen sollst du deine Erkenntnisse vertiefen und dabei herausfinden, was du bedenken und beachten mußt, wenn du z. B. ein guter Baumeister werden willst.

Wir befestigen eine Spiralfeder oder einen Gummifaden mit einem Ende an der Decke und ziehen mit der Hand am anderen Ende. Die Feder oder der Gummi wird mehr oder weniger ausgedehnt werden, und du spürst dabei, daß du mehr oder weniger **Muskelkraft** anwenden mußt. Der Gummifaden wird aber auch ausgedehnt, wenn du einen Gegenstand oder ein Gewicht an ihn hängst. Es wirkt also auch jetzt eine Kraft auf ihn ein.

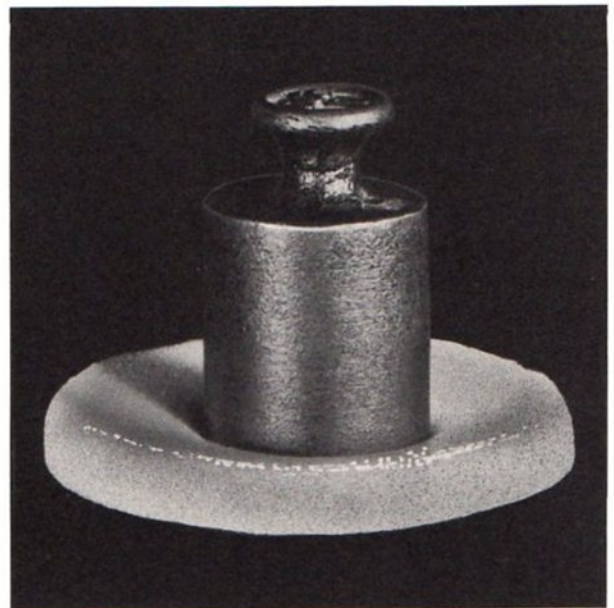
An der Skala im nebenstehenden Modell kannst du ablesen, ob die Kraft größer oder kleiner ist. Diese geheimnisvolle Kraft, die deinen Gummifaden ausdehnt, ist die sogenannte **Anziehungskraft** der Erde. Sie zieht jeden Gegenstand genau in Richtung auf den Erdmittelpunkt an und verleiht damit jedem Körper **sein Gewicht**.



Auch du hast ein Gewicht und wirst von der Erde angezogen. Das erklärt, warum ein Australier, der von dir aus gesehen ja mit dem Kopf ‚nach unten‘ hängt (die Erde ist eine Kugel), von seiner merkwürdigen Lage nichts merkt. Ihm erscheint seine Körperhaltung genauso aufrecht wie dem Europäer, und ein Stein fällt in Australien ebenso zur Erde, wie bei uns in Europa.

Damit es dir noch deutlicher wird: Stelle dir einen Magneten vor, der ein Stück Eisen anzieht. Du wärest dann mit dem Stück Eisen zu vergleichen, der Magnet mit unserer Erde.

Nun setze ein größeres Gewicht auf eine Schaumstoffunterlage. Du erkennst, daß der Körper (Gewicht) den Schaumstoff nur bis zu einem bestimmten Teil eindrückt. Dann wirkt die Unterlage dagegen; denn sie läßt sich erst weiter eindrücken, wenn das Gewicht erhöht wird (drücke mit dem Finger darauf).



Wir erkennen:

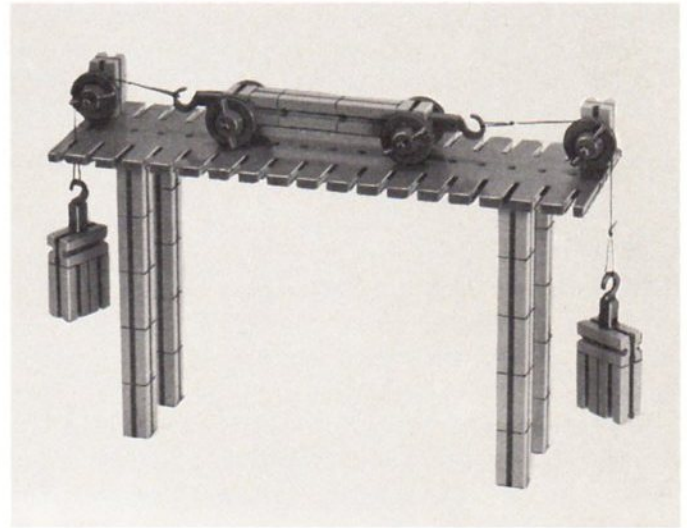
Jeder Druck (Gewicht) erzeugt einen Gegendruck, jede Kraft eine Gegenkraft.

Kraft und Gegenkraft sind immer gleich groß. Wenn du über eine große Brücke gehst, so biegt sich diese ein winziges Stückchen durch; wenn du von einem kleinen Rollwagen abspringst, so erzeugst du einen Gegenstoß, und dieser läßt das Fahrzeug in der entgegengesetzten Richtung rollen.

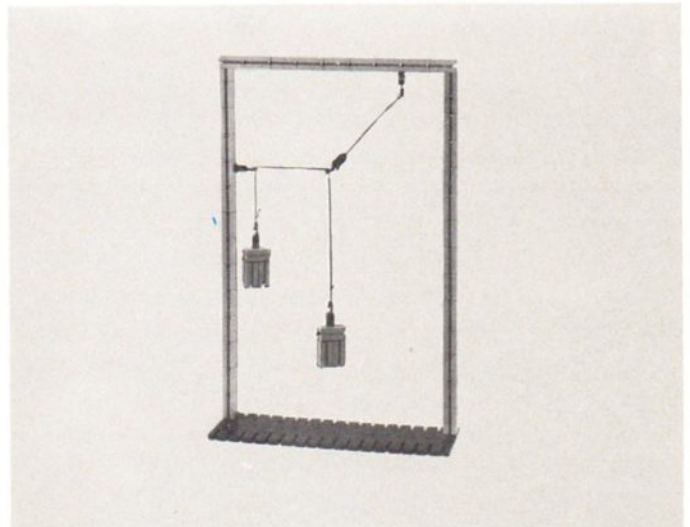
Es können aber auch zwei oder mehrere Kräfte auf einen Körper einwirken. Das soll dir der nächste Versuch klarmachen. Denke dabei an zwei Mannschaften, die ein Tauziehen veranstalten. Beim letzten Schulfest hast du sicherlich auch mitgezogen und gewonnen . . . oder verloren?

Wir machen dieses Spiel in anderer Form nach und bauen aus **fischertechnik** ein kleines Wägelchen, das sehr leicht rollt. Stelle es auf eine Montage-Platte und lasse auf beiden Seiten des Wagens Gewichte einwirken, wie das Foto es dir zeigt.

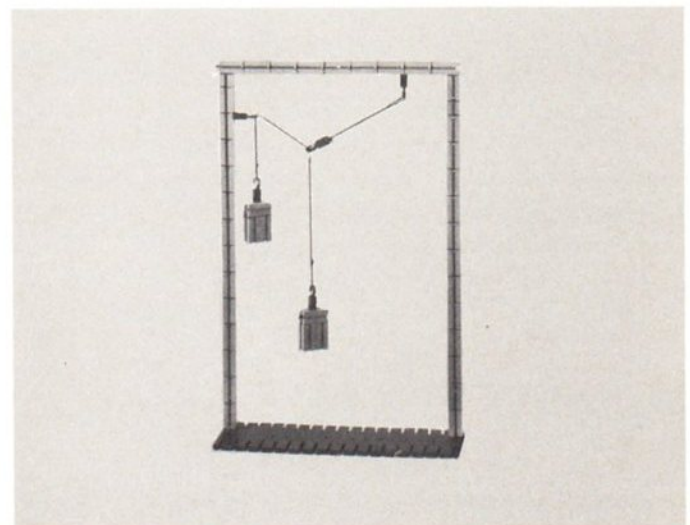
Befindet sich jetzt links ein größeres Gewicht (Kraft), so wird das Fahrzeug nach links rollen. Es wird aber in Ruhe bleiben, wenn beide Gewichte gleich große oder beide Kräfte gleich stark sind. Sie heben sich in ihrer Wirkung auf, weil sie entgegengesetzt gerichtet sind. Man spricht vom Gleichgewicht der Kräfte. Diesen Versuch wollen wir etwas abändern:



An einem Balken hängt ein kurzer Faden mit einem Haken. Ein zweiter Haken ist verschiebbar am linken Pfosten befestigt. Nun hänge zwei gleichgroße Gewichte (Kräfte) mit einem etwas längeren Faden über diese beiden Haken. Die eine Kraft – wir wollen sie F_1 nennen – zieht genau nach unten, die andere – F_2 genannt – schräg nach links. Der Faden, auf den beide Kräfte gleichzeitig aber in verschiedenen Richtungen wirken, nimmt nun eine bestimmte Richtung ein.

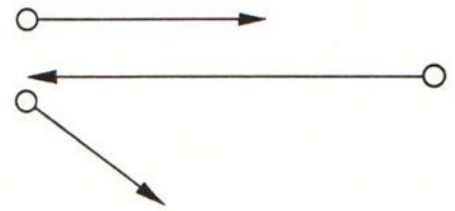


Verschiebe nun den linken Haken immer weiter nach oben und beobachte, wie sich die Richtung des kurzen Fadens ändert. Er zeigt immer in die Richtung, in der eine Ersatzkraft ziehen muß, wenn sie dieselbe Wirkung hervorbringen soll. Diese dritte Kraft nennen wir F_3 oder R .

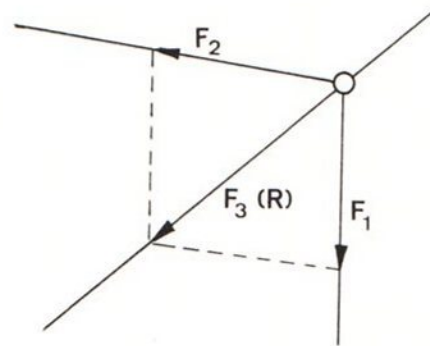
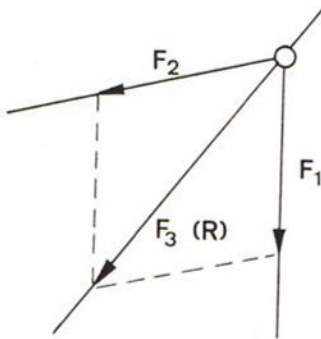


Zeichnerisch wird eine Kraft durch eine gepfeilte Strecke dargestellt:

der kleine Kreis ist der Angriffspunkt der Kraft, die Strecke gibt die Größe der Kraft an und der Pfeil die Richtung.

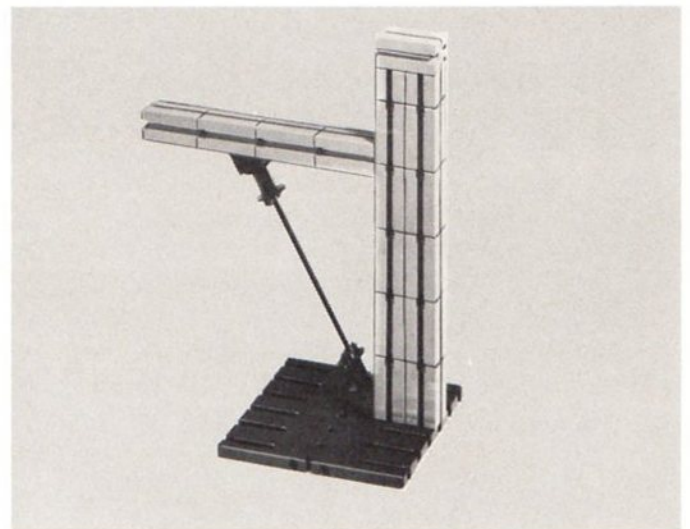


Unsere Versuche sehen gezeichnet so aus:

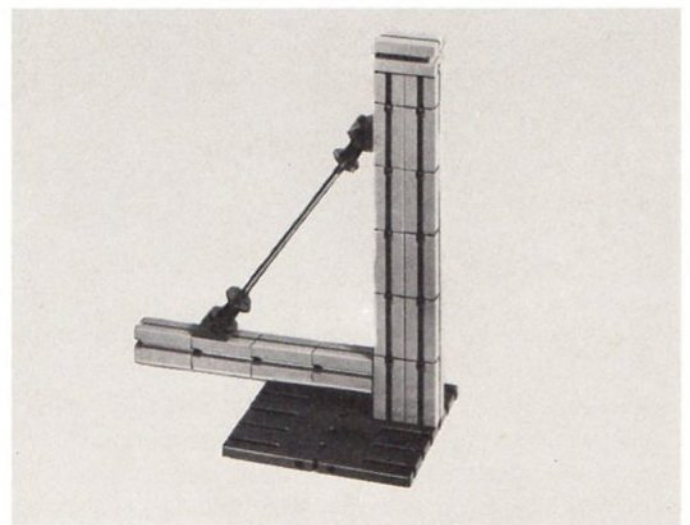


Daraus erkennst du, daß man Kräfte zusammenfassen und auch zerlegen kann. Dieses Gesetz spielt in Natur und Technik eine sehr große Rolle:

Aus einem Pfeiler ragt ein Träger heraus, an dem eine Last hängt. Um das Durchbiegen zu vermeiden, stützt man den Träger mit einem anderen Stab und verteilt damit die Last auf beide Träger.

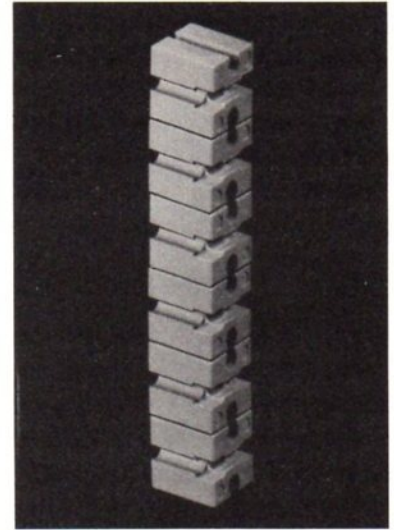


Hier ist der Träger an einem schrägen Stab aufgehängt. Wiederum findet eine Teilung der Kräfte statt.



Du hast jetzt die ersten Erfahrungen gewonnen, und wir können nun mit dem Bauen beginnen.

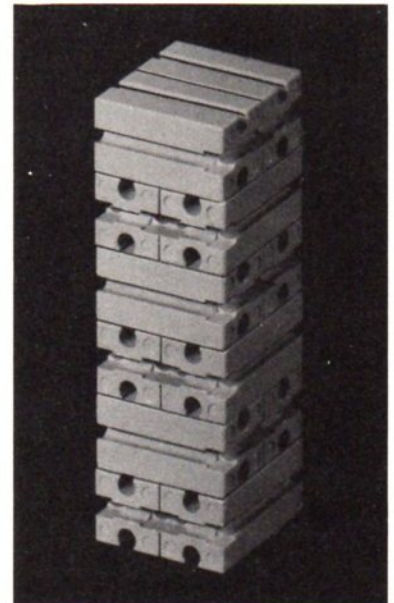
Türme lose Bausteine aufeinander. Damit sie nicht umfallen, mußt du sie recht genau und **senkrecht** aufeinander-schichten. Dieses kleine Bauwerk **steht** nur, weil es von der Anziehungskraft der Erde oder von der Schwerkraft an ihre Oberfläche gepreßt wird. Setzt du die Steine schief oder schräge, so wird das Türmchen einstürzen. Warum?



Eine wichtige Erkenntnis haben wir gewonnen:

Alles Bauen muß die Gesetze der Schwerkraft unserer Erde berücksichtigen.

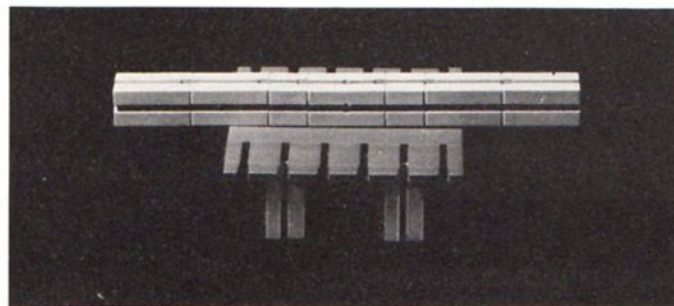
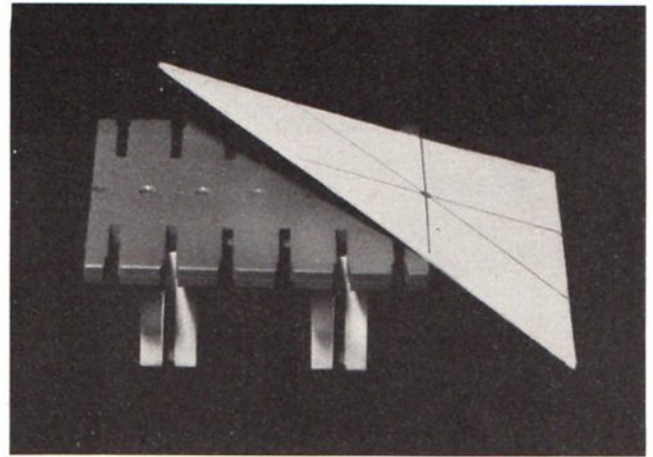
Trotzdem du dein Bauwerk sehr genau ausführst, wird es eine wacklige Sache bleiben, weil du kleine und leichte Steine verwendet hast. Was müßte man tun, um dem Turm größere Standfestigkeit zu geben? Du wirst wohl von allein darauf kommen, daß eine breitere Grundlage auch einen Einfluß auf die Standfestigkeit deines Gebäudes hat. Nimm also größere Steine und setze sie übereinander.



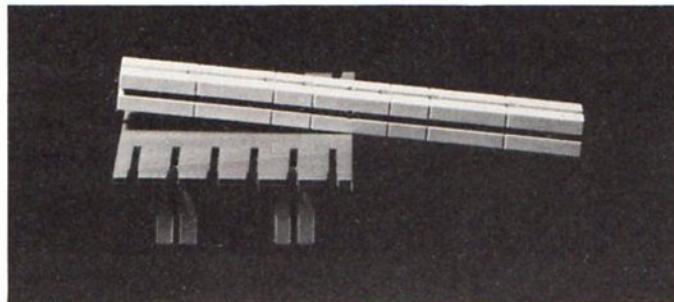
Eine neue Erkenntnis:

Auf einer breiteren Grundlage steht jedes Bauwerk besser.

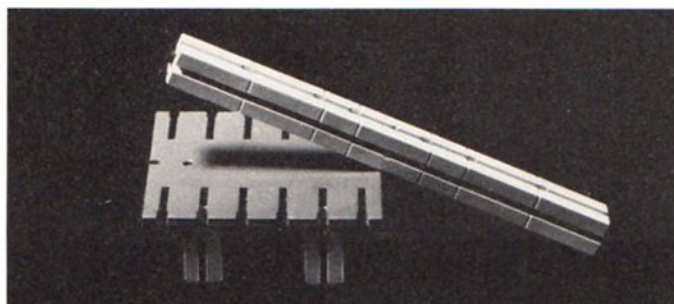
Ein anderer Versuch: Schneide aus Pappe ein Dreieck und lege es längs seiner drei Kanten nacheinander so auf das Modelltischchen, daß es gerade noch liegen bleibt ohne zu kippen. Zeichne jedesmal die Kante des Tisches auf dem Pappdreieck nach. Die drei gefundenen Linien werden sich in einem Punkt schneiden.



Baue einen Balken aus Bausteinen – in der Mitte ein Stein mit Kreuzloch – und lege diesen Stab auf das kleine Tischmodell.



Verschiebe den Balken nach rechts. Auch jetzt liegt er noch! Verschiebe weiter bis zum Kreuzloch. Nun wird es wacklig, er neigt sich.

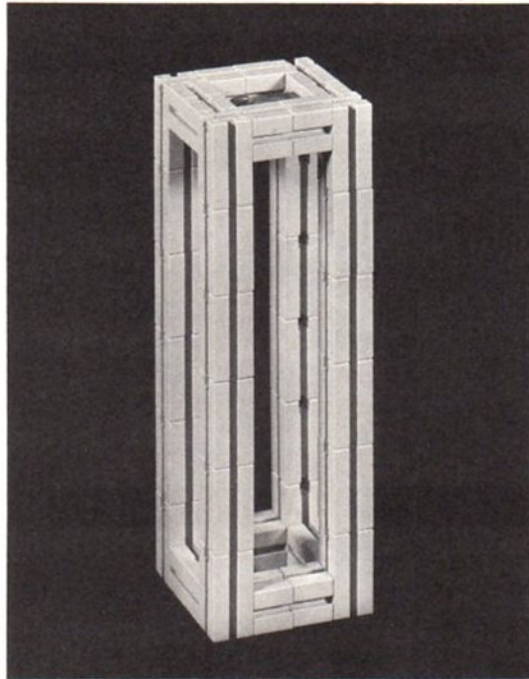
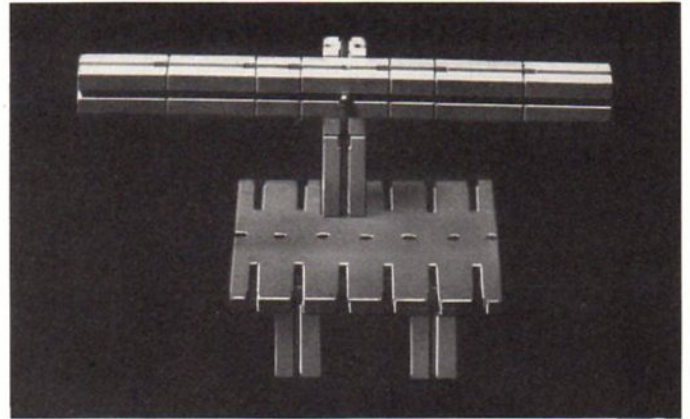


Und noch ein klein wenig weiter und . . . der Balken kippt! Finde heraus, an welchem Punkt er abkippt.

Es ist der gleiche Punkt, den du auf dem Pappdreieck gefunden hast, der sogenannte **Schwerpunkt**.

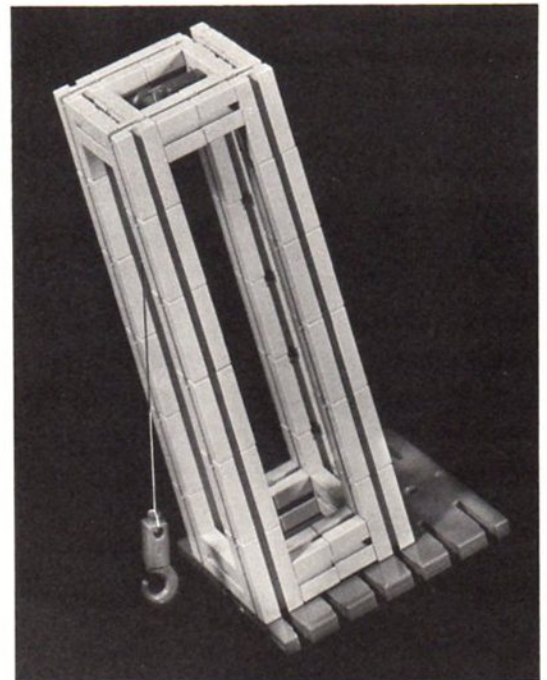
Bei deinem Balken ist der Schwerpunkt das Bohrloch. Schiebe eine Achse durch und befestige sie auf dem Tisch. Der Balken wird jetzt in jeder Lage zur Ruhe kommen, er ist im **Gleichgewicht**.

Es ist als ob das ganze Gewicht des Balkens in diesem Punkt, dem Schwerpunkt, vereinigt wäre.



Wir bauen einen einfachen Turm und befestigen oben in der Mitte einen Faden mit Gewicht (Lot). Unter den Turm legen wir eine längere Bauplatte und heben diese allmählich höher. Beobachte dabei den Faden! Wann kippt der Turm um?

Der Faden verschiebt sich mit dem Schwerpunkt. Sobald er außerhalb der Standfläche zu liegen kommt, verliert der Turm sein Gleichgewicht und stürzt ein.

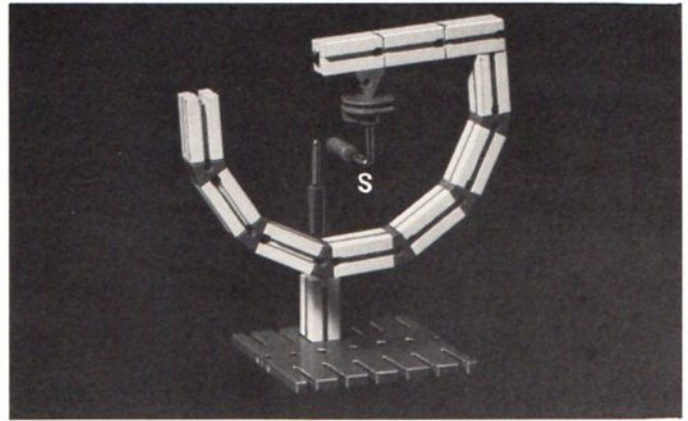


Nun weißt du, weshalb ein Mann, der einen Sack auf dem Rücken trägt, den Oberkörper nach vorne beugt. Er verlagert damit den Schwerpunkt seines Körpers (mit Last).

Und daraus folgt die dritte Erkenntnis:

Alle Baukörper sollen im Gleichgewicht sein.

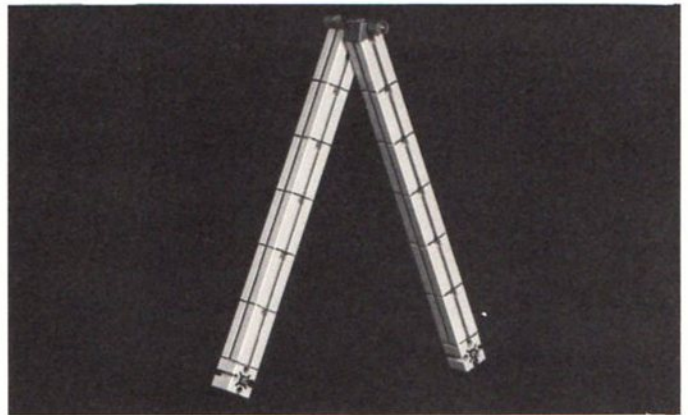
Auf diesem Bild siehst du einen halb-
kreisförmig ausgebildeten Körper,
dessen Schwerpunkt etwa bei dem
Buchstaben S liegt, also sehr tief.
Tippe den Körper an. Er wird hin- und
herschwingen und sein Gleichge-
wicht doch nicht verlieren.



Ein neues Gesetz und die vierte Erkenntnis:

Die Standfestigkeit eines Bauwerkes wird um so größer, je näher sein Schwerpunkt an die Erde rückt.

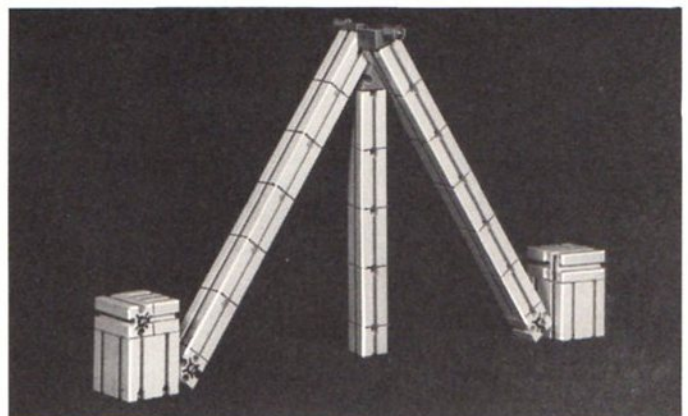
Zum Schluß dieser Überlegungen ein
letzter Versuch: Stecke zwei Balken
mit einer Achse leicht drehbar zu
einem einfachen Giebel zusammen.
Stelle diesen Giebel so breitbeinig
auf, daß er gerade noch steht. Die
beiden Pfosten **stützen** sich gegen-
seitig und stehen trotz Schräglage.



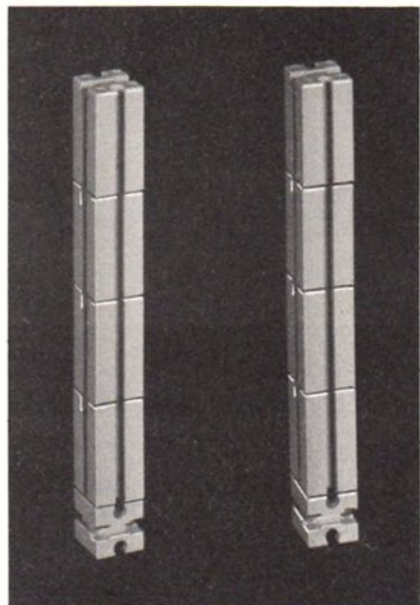
Nun bringe eine **Last** auf die Spitze
des Bauwerkes, oder noch einfacher,
tippe mit dem Finger darauf. Die Gie-
belteile werden nach links und rechts
fortgeschoben. Die **Last** übt einen
Schub oder **Druck** auf ihre Unterlage
aus. Wie kannst du dieses verhin-
dern? Du mußt dem Druck deines
Fingers oder der Last etwas dage-
gensetzen, **eine Stütze**.



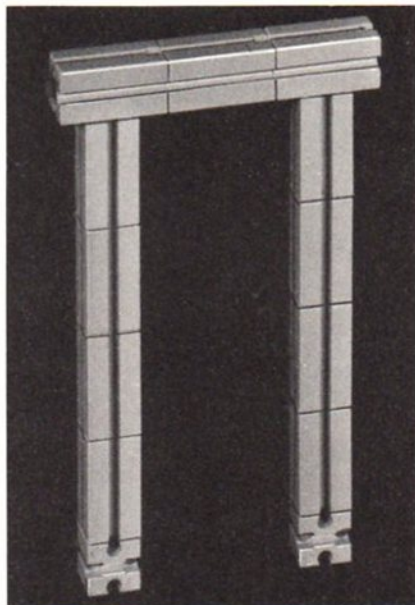
Nun steht dein Bauwerk wieder sehr
sicher.
Noch fester steht es, wenn es nicht
nur links und rechts, sondern auch
genau in der Mitte unterstützt wird.



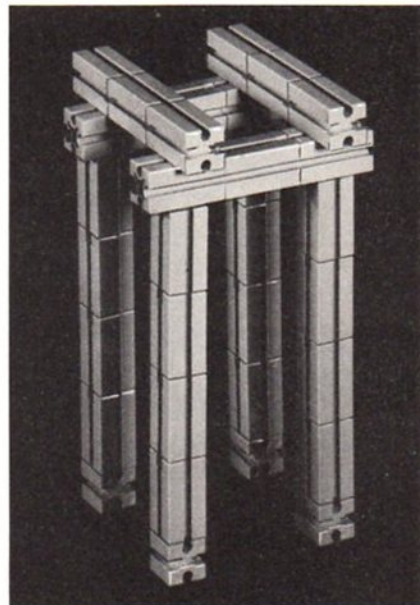
Fassen wir noch einmal zusammen:



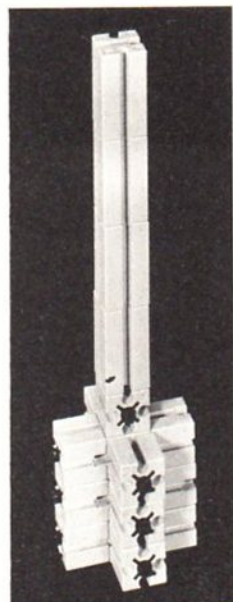
Zwei einzelne Säulen, senkrecht oder lotrecht, nach den Gesetzen der Schwerkraft gebaut. Sie stehen.



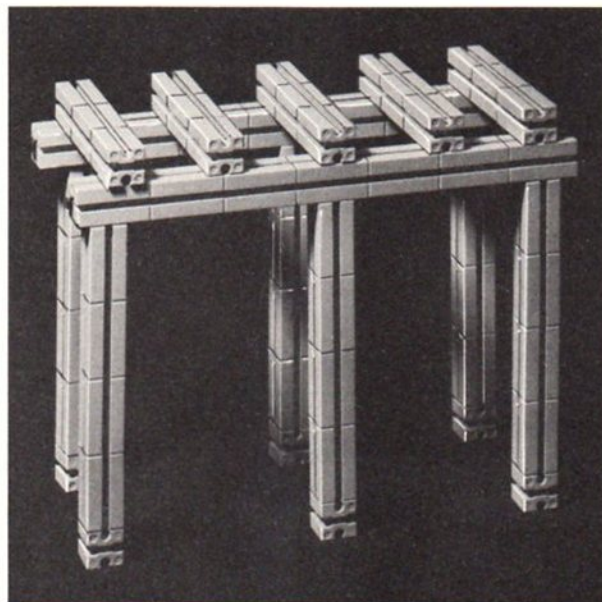
Ein Balken quer darüber gibt größeres Gewicht und damit Standfestigkeit. Gleichgewicht durch Verteilung der Lasten.



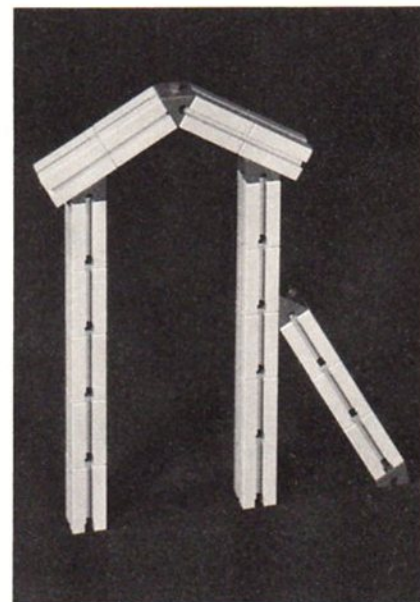
Vier Säulen, vier Querbalken. Größere Grundfläche – noch größeres Standvermögen.



Der Schwerpunkt (das Gewicht) liegt direkt über der Erde. Die Sicherheit wird erhöht.



Unterstützungen fangen Druck- und Zugkräfte auf.



Abstützungen wirken gegen vorhandene Schubkräfte.



Nach diesen Grundsätzen haben die Griechen vor Jahrtausenden gebaut. Ohne Mörtel!
Lose aufeinandergeschichtet!

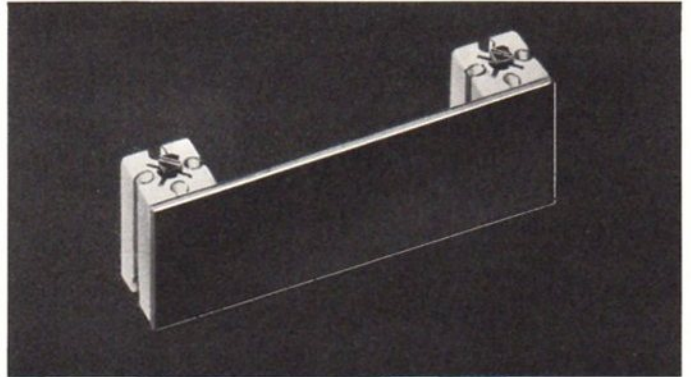
Die Säulen stehen senkrecht, die Lasten sind verteilt, die Grundfläche ist weit ausgelegt.
Alles ist klar und übersichtlich und damit schön, weil die Gesetze der **Statik** – so nennt man das Ineinanderwirken dieser Naturkräfte – berücksichtigt sind.

Was ist ein Raum?

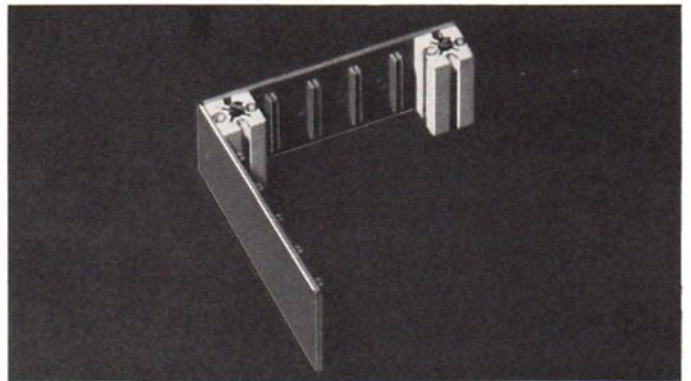
Nach diesen Grunderfahrungen können wir mit dem eigentlichen Bau von Häusern, Gebäuden und räumlichen Gebilden beginnen.

Da taucht nun das Wort räumlich – Raum – auf. Was ist denn eigentlich ein Raum? Wie entsteht er? Einige Versuche führen dich bald zur Erkenntnis:

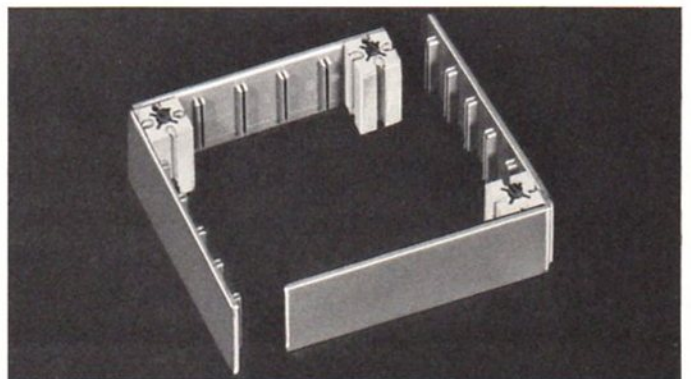
Im ersten Bild siehst du eine Fläche oder eine Wand, die etwa 10 cm lang und 4 cm breit ist.



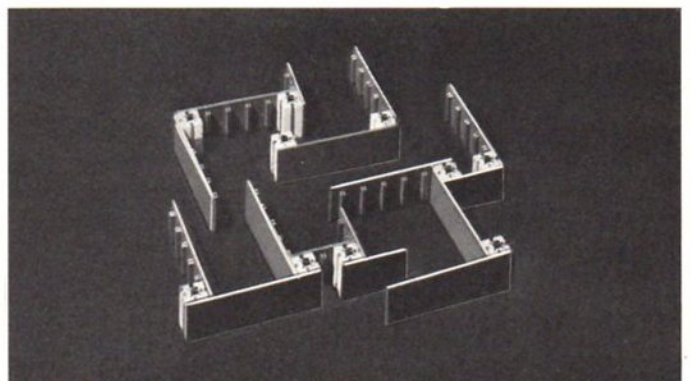
Zwei Wände zusammengesetzt, ergeben eine Ecke, eine Raumecke. Da fühlt man sich schon geborgen und geschützt.



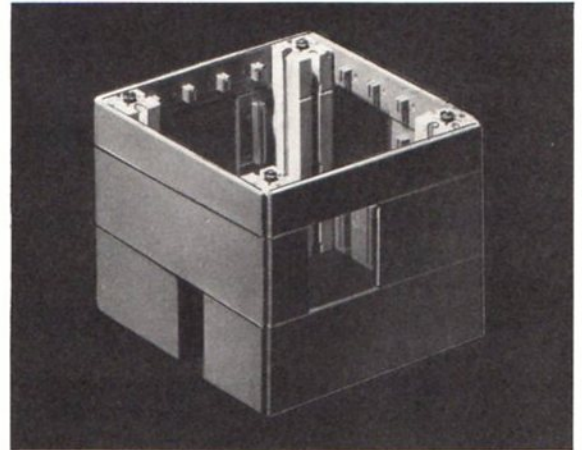
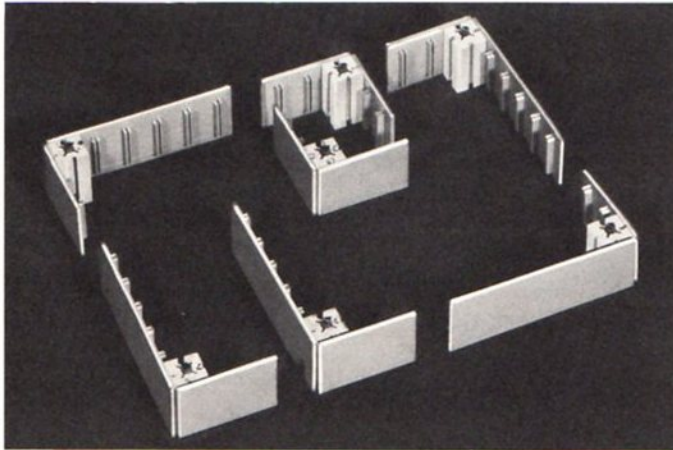
Schiebe zwei solcher Raumecken oder Stellwinkel aneinander, und der Raum ist nun von vier Seiten umschlossen.



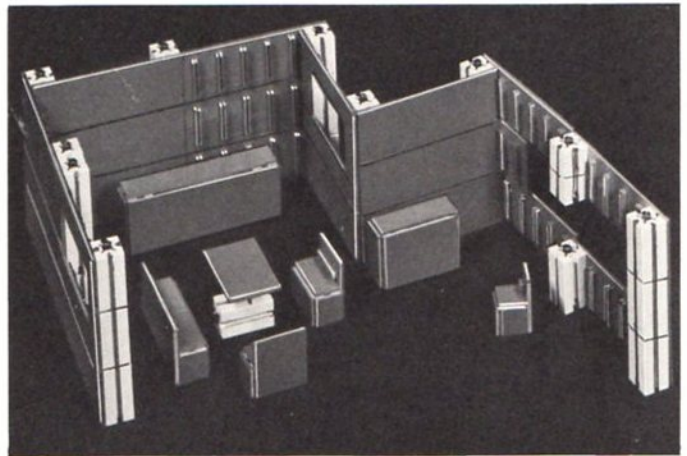
Du erkennst: Ein Raum entsteht, wenn Flächen oder Wände zueinander geordnet werden. Das gibt ein reizvolles Spiel! Kennst du einen Irrgarten? Wir wollen einen bauen. Füge Raumwinkel zusammen und stelle sie so, daß viele schmale Gänge entstehen. Du kannst dir vorstellen, wie leicht man sich darin verirren könnte.



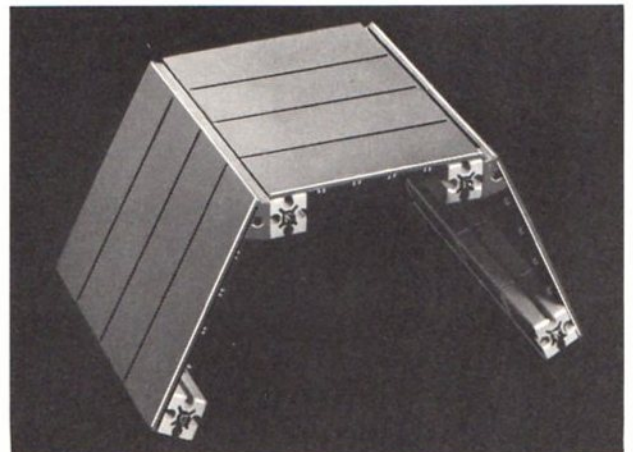
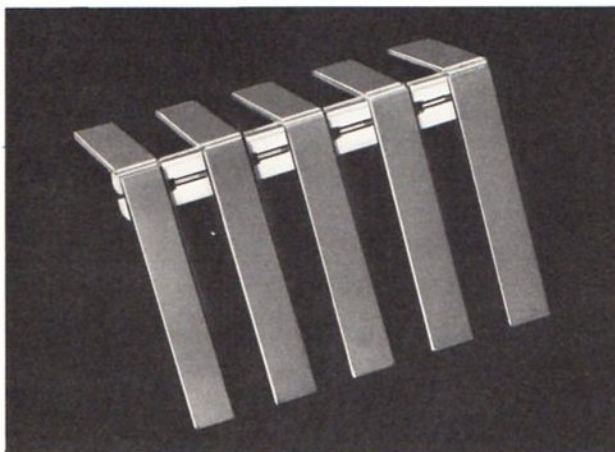
Doch du möchtest dich ja in deinen Räumen zurechtfinden. Deshalb wollen wir die Winkel so ordnen, daß eine richtige Wohnung entsteht, mit Wohnzimmer, Küche, Schlafzimmer. Auch ein Gang muß vorhanden sein, von dem aus man die Räume betreten kann.

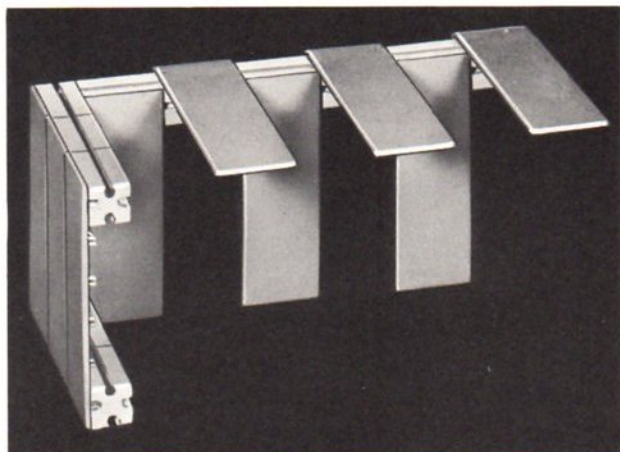


Baue nun eine Wohnung, so wie du sie dir denkst; stelle auch Möbel hinein und zeige sie deinen Eltern. Vielleicht will dein Vater ein Haus bauen?

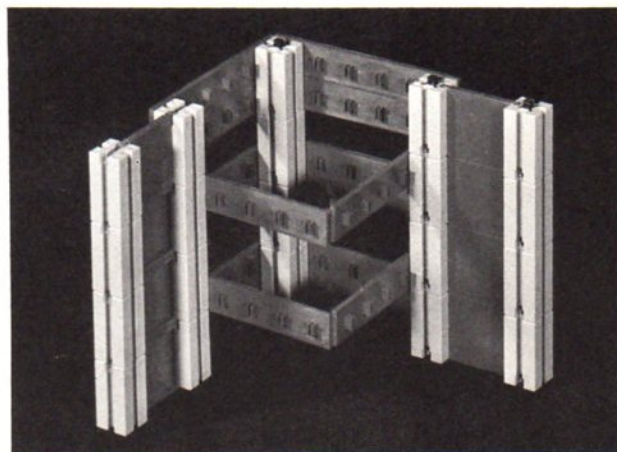


Ein Raum kann auch auf andere Weise entstehen. Hier lehnen zwei oder drei Wände schräge aneinander und bilden eine Art Zelt. Die verschiedensten Dachformen haben sich daraus entwickelt.





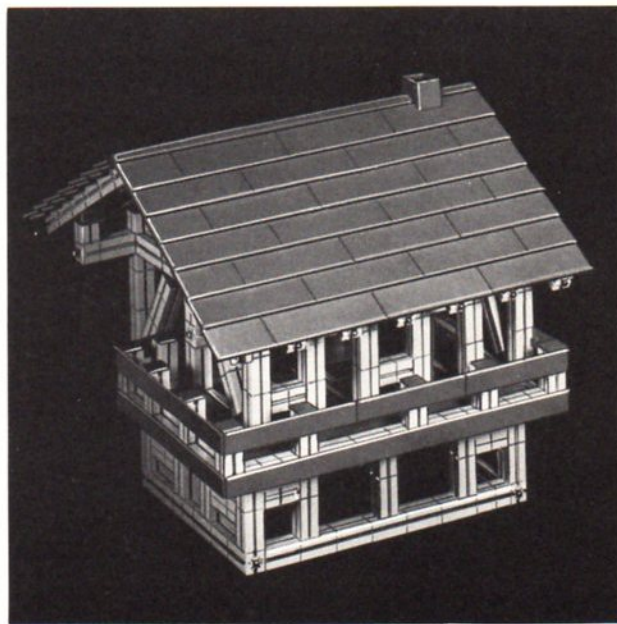
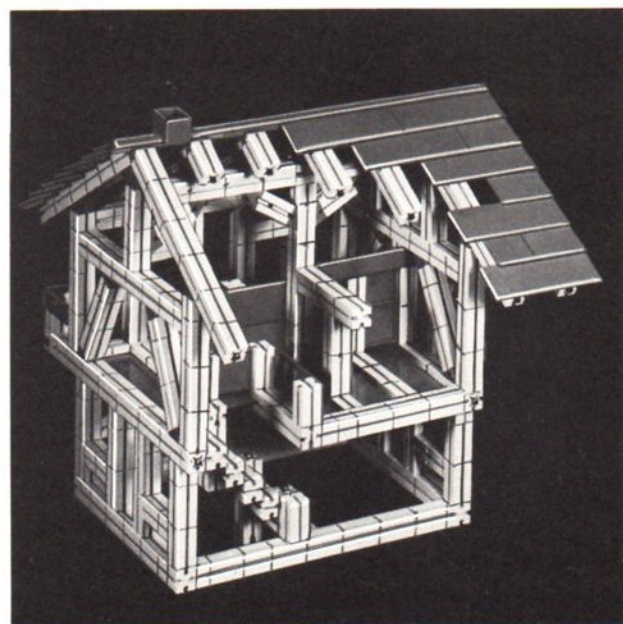
Aus einer aufrecht stehenden Wand werden Teile herausgeklappt. Sie ergeben eine Decke, zwar noch mit Lücken, aber doch hat man schon das Gefühl eines Raumes.



Aus einem großen Stellwinkel stülpen wir Flächen vor, eine neue Hohl- oder Raumform zeigt sich.

Ein Gebäude kann auf sehr verschiedene Weise hochgeführt werden. Am einfachsten ist es, wenn man Steine aufeinanderstapelt und zweckmäßig miteinander verbindet. Schwieriger ist die Konstruktion dieses alten Fachwerkhauses. Lotrechte Säulen tragen waagerechte Balken, schräge Stützen fangen die Schub- und Druckkräfte des Daches auf.

Ein Blick in das Innere: Beachte den Pfeiler in der Mitte! Man sieht förmlich, wie der den Dachstuhl trägt. Zwei Stockwerke übereinander, Wände gliedern den großen Innenraum und haben gleichzeitig die Aufgabe des Tragens übernommen, eine Treppe verbindet beide Stockwerke. Eine Bauweise, die Jahrhunderte überdauert!



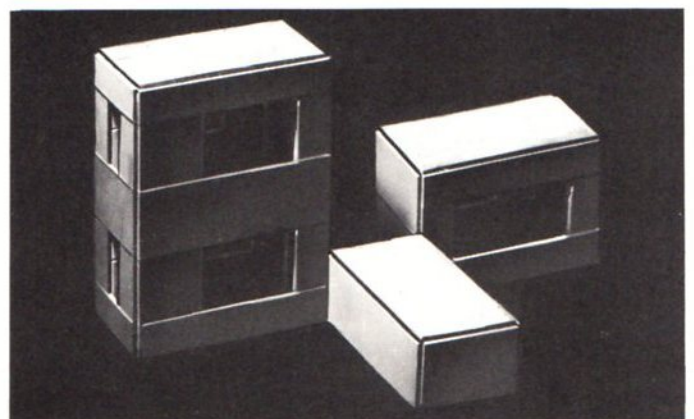
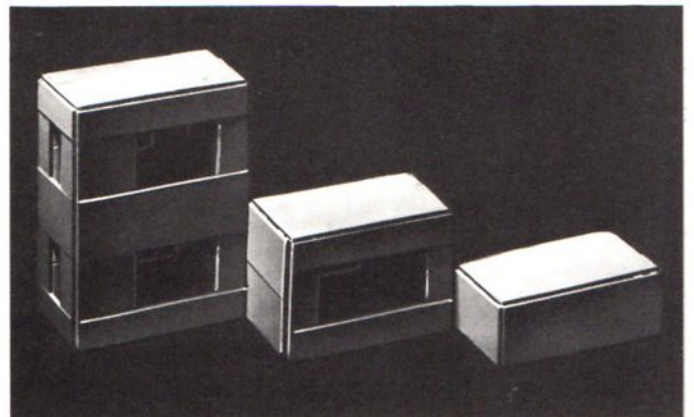
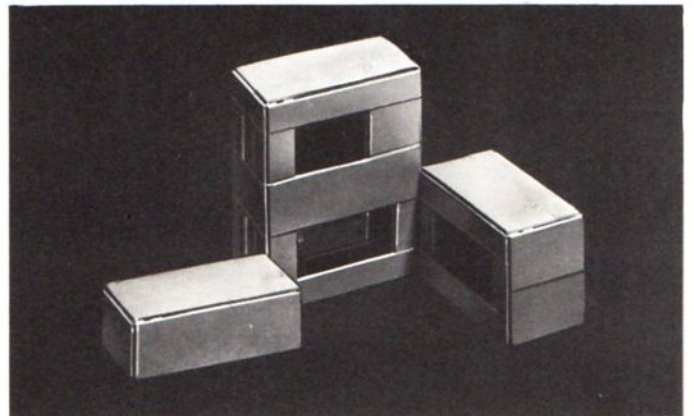
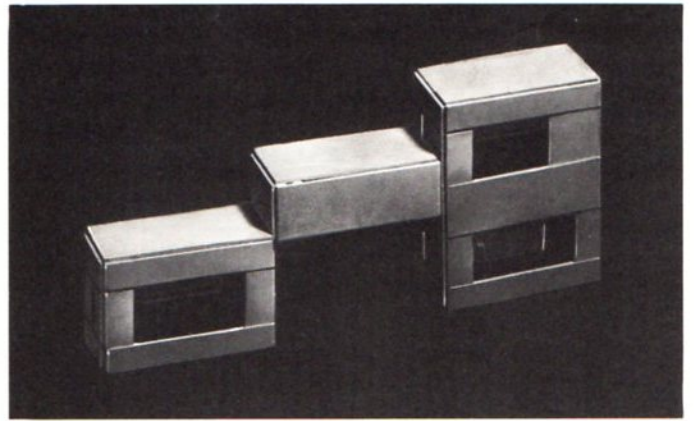
Unsere moderne Lebensweise bringt es mit sich, daß wir immer näher aneinanderrücken. Auf engem Raum müssen viele Menschen wohnen und arbeiten, und es bedarf mancher Überlegung, um dieses auf eine zweckmäßige und auch menschenwürdige Art zu ermöglichen.

Wohn- oder Arbeitsräume ordnen sich dann zu Gebäuden, diese wiederum zu Gebäudegruppen. Denke an deine Schule, in der du 9-13 Jahre deines Lebens verbringst. Da gibt es in einer neuzeitlichen Anstalt ein Hauptgebäude für die Klassenräume. Ein anderes für Verwaltung und Lehrerzimmer. Räume für Film, Naturwissenschaften sind in einem anderen Flügel untergebracht. Festsaal und Turnhalle werden dazugeordnet, damit der reibungslose Ablauf eines Schultages gewährleistet ist.

Um zeitraubende und auch gefährliche Wege zu ersparen, müssen in einem Wolkenkratzer Garagen z. B. im unteren Teil eingebaut werden. Dann können darüber Büros, Geschäfte und Restaurants folgen, und erst in den oberen Stockwerken schließen sich Wohnungen an.

Die Fotos zeigen dir, wie ein moderner Baumeister oder Architekt heute arbeitet. Er versucht durch Verschieben und Umstellen von Gebäudegruppen die beste Raumlösung zu finden.

Baue nun verschiedene Raumkörper und stelle dir eine Aufgabe: Eine Schule, eine Fabrik soll gebaut werden. Es wird zu einem reizvollen Spiel, wenn du dann die einzelnen Körper umgruppierst und immer andere Möglichkeiten entdeckst. Nebenstehende Fotos geben dir Anregung und Hinweis.



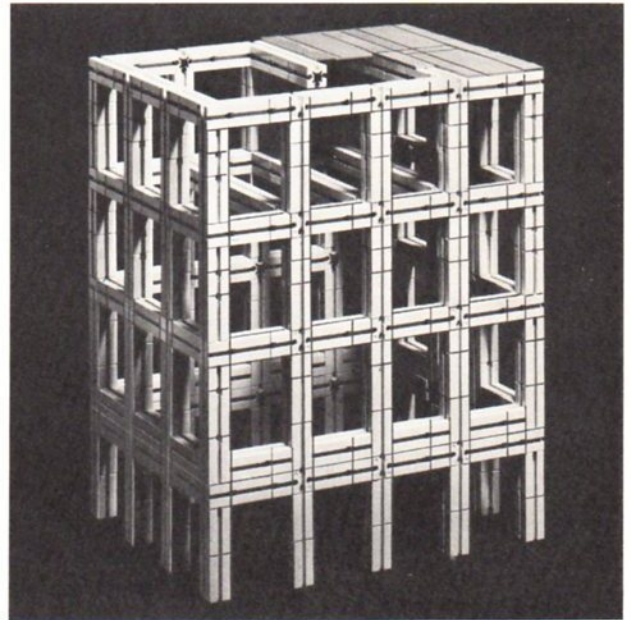
Skelettbau

Aus dem Fachwerkbau deiner Vorfahren hat sich der moderne Skelettbau entwickelt. Er stellt im Grunde genommen nichts Neues dar. Wie beim Skelett im menschlichen Körper fügen sich Streben und Träger aus Beton und Stahl zu einem Gerippe zusammen und umfassen den gewünschten Raum. Es ist wirklich schon ein Raum, auch ohne Verkleidungen, die nachträglich aufgesetzt werden.

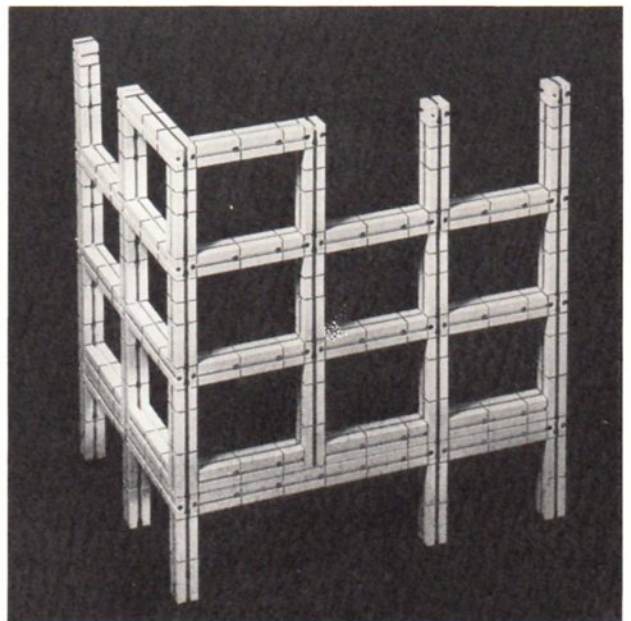
Grundelemente des Skelettbauens sind tragende Stützen, auf denen Querbalken ruhen. Bei allen Kulturvölkern der Erde, überall dort, wo gebaut wird, finden wir dieses System des Stützens und Tragens in verschiedenen Formen wieder, in Indien wie in Ägypten, im aufstrebenden gotischen Dom wie in der flachgestreckten römischen Basilika.

Waren die Stützen und Träger bis vor einigen Jahrzehnten noch sehr stark ausgebildet, so werden sie in unserer Zeit immer feingliedriger und schlanker. Beton und Stahl erlauben das.

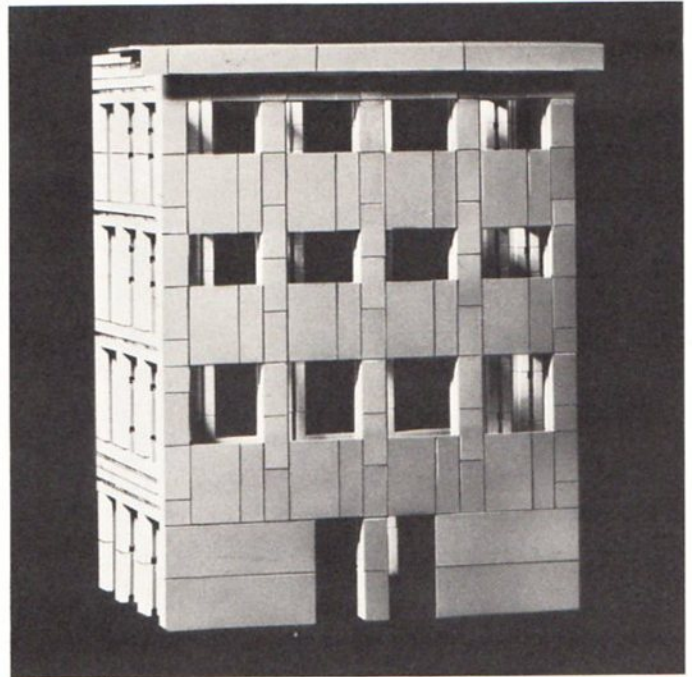
Zur Veranschaulichung hier das Foto eines Skelettmodells. Du erkennst deutlich die aufstrebenden Stützen und die waagrecht verlaufenden Balken oder Träger, die durch die Stockwerke des Gebäudes bedingt sind. Da der unterste Träger nun die gesamte Last deines Bauwerkes abfangen muß, sollte er natürlich stärker als die andern dargestellt werden.



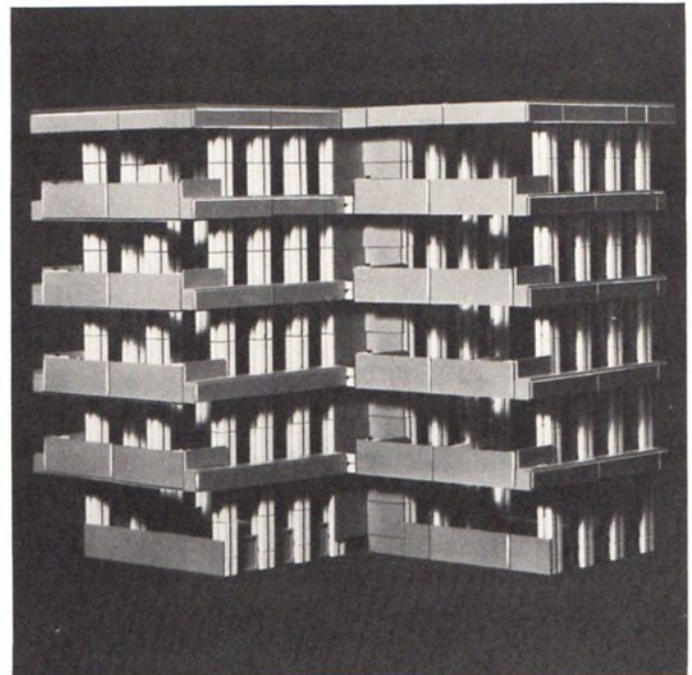
In diesem Modell entdeckst du einen Fehler, der heute oft gemacht wird. Die mittleren Stützen haben wie alle anderen große Lasten zu tragen. Eine dieser Stützen führt aber wegen eines breit angelegten Geschäftseinganges nicht bis zur Erde, sondern wird vom Träger des Erdgeschosses getragen. Man fühlt sich in diesem breiten Durchgang nicht recht wohl!



In den gezeigten Modellen kannst du das Skelett und seine Konstruktion sehr deutlich erkennen und damit auch nachbauen. In letzter Zeit geht man immer mehr dazu über, das Skelett zu verbergen und einen sogenannten „Vorhang“ anzuhängen, der aus verschieden großen Bauplatten besteht. Dieses Bestreben, das kahle Gerippe eines modernen Bauwerkes mit Glas-, Blech- und Betonplatten aller Art zu „verhängen“, darf aber nicht dazu führen, daß man nun vom Skelett nichts mehr sieht und seine Aufgabe, nämlich zu tragen und zu stützen, nicht mehr erkennen kann.



Ein schlechtes Beispiel!
Bauplatten verdecken das Gerippe und verwischen die Struktur des Bauwerkes.

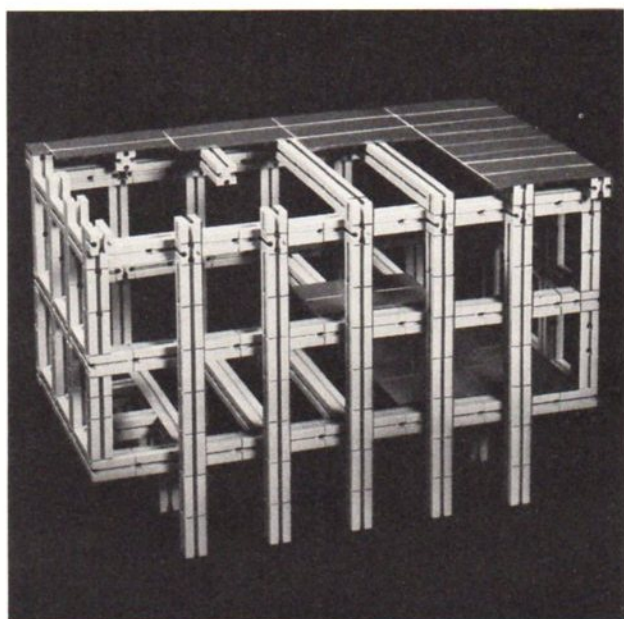
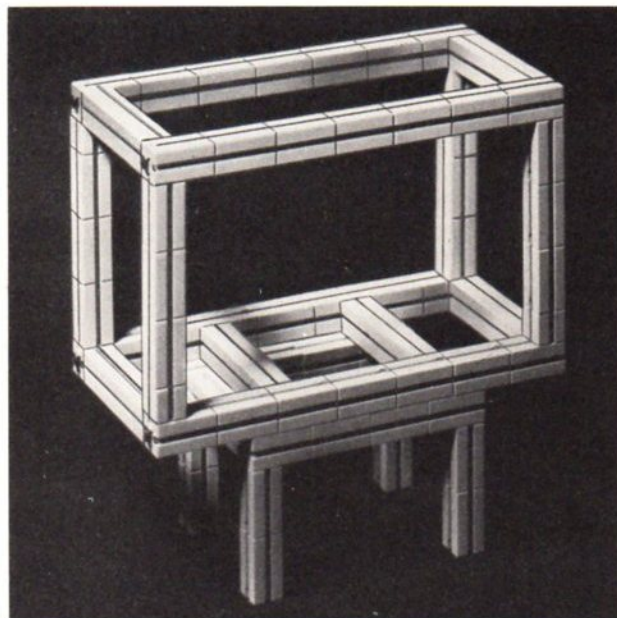


Und hier ein gutes Modell:
Das Skelett ist nicht nebensächlich geworden sondern mit in die Gestaltung der äußeren Fassade einbezogen.

Versuche nun, nachdem du diese grundlegenden Erkenntnisse gewonnen hast, andere und vielleicht noch überzeugendere Modelle zu bauen. Und, nicht wahr, von besonders gut gelungenen Bauten schickst du uns doch ein Foto?

An den gezeigten Beispielen wird klar, daß die Eckstützen eigentlich keine wesentliche Aufgabe haben; denn die gesamte Last des Gebäudes wird tatsächlich von den mittleren Stützen getragen.

Nebenstehendes Modell macht das noch deutlicher: Der Kasten ruht völlig einwandfrei auf den vier Pfosten.

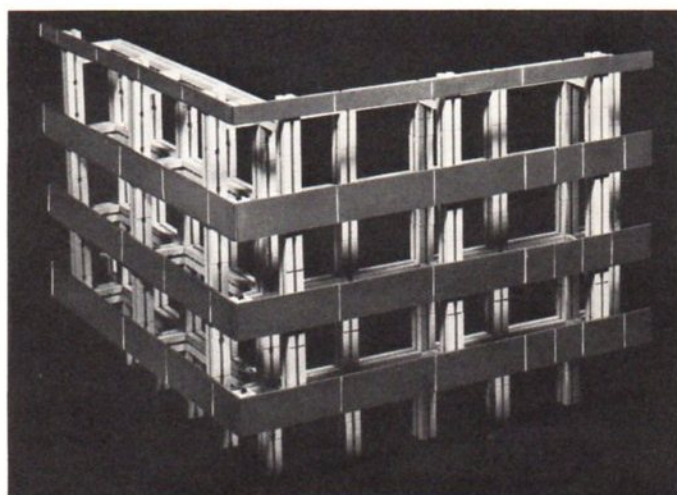


Deshalb läßt man oft bei solchen Bauten das eigentliche Gebäude über die tragenden Stützen vorspringen oder ausladen. Der Fachmann nennt das eine Auskragung. Sie kann nach einer Seite, zur Schmalseite hin, erfolgen, aber auch nach zwei oder gar nach allen vier Seiten.

Hier eine Auskragung der Schmalseiten.

Das Stockwerk hängt zwischen den tragenden Säulen, eine ausgewogene und damit statisch richtige Bauweise.

Alle vier Seiten sind nach außen auskragend. Man gewinnt Raum, die tragenden Stützen treten in den Hintergrund.

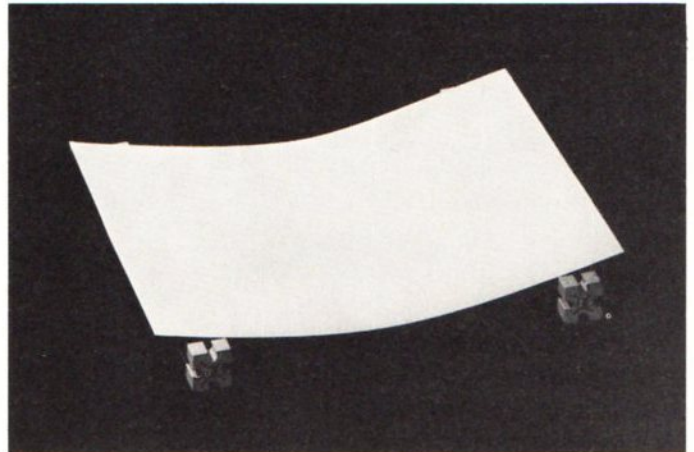


Das bisher Gesagte und Gezeigte durchzieht von Anfang an wie ein roter Faden die Baugeschichte der Menschheit. Nun aber wollen wir uns mit einer Bauform beschäftigen, die neu ist.

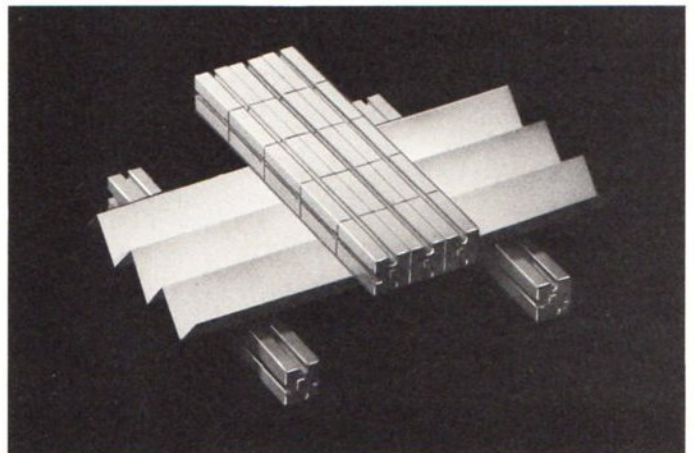
Zunächst einige Überlegungen und Versuche:

Lege über zwei Balken, die etwa 20 cm auseinander liegen, ein Blatt Papier.

Beobachtung: Das Blatt wird sich durchbiegen; denn es kann sich nicht einmal selbst tragen.

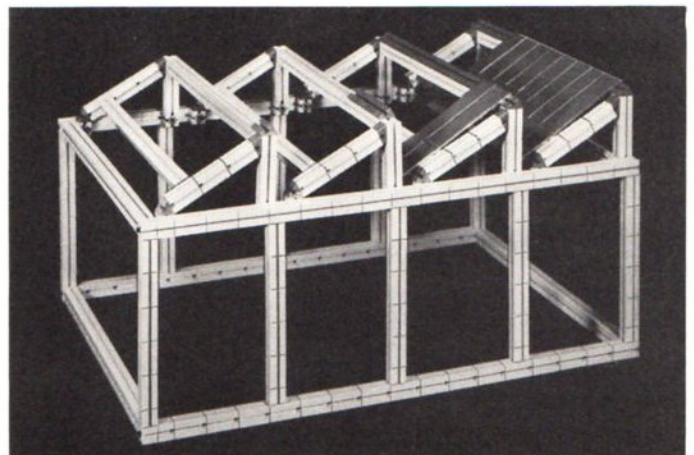


Nun falte dieses Papier in mehrere Falten und lege es wieder über die beiden Balken. Es biegt nicht mehr durch, es kann sogar erhebliche Lasten tragen.



Dieses „Faltwerk“ – so wollen wir es nun nennen – wird heute in der Bautechnik angewendet und übernimmt die Aufgabe des Tragens. Die Falten wirken wie zwei schräge, aneinandergelehnte Balken.

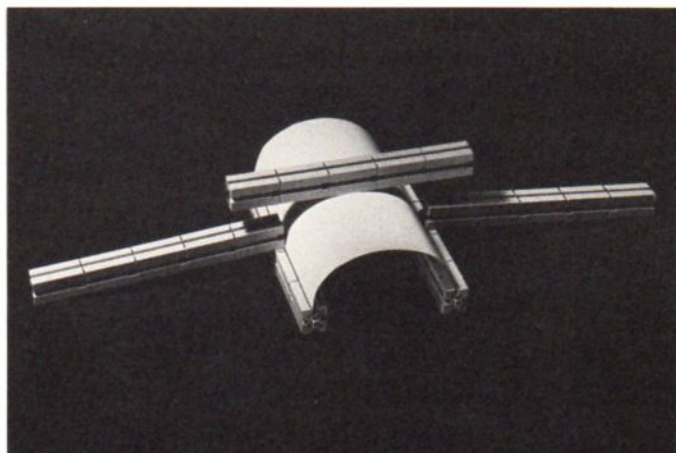
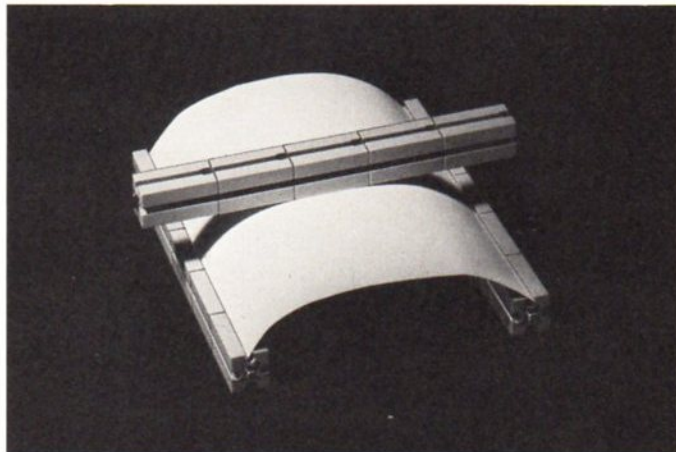
Das „Faltwerk“ ruht in der Regel auf seinen tiefsten Punkten, kann aber auch an seinen höchsten Punkten aufgehängt werden.



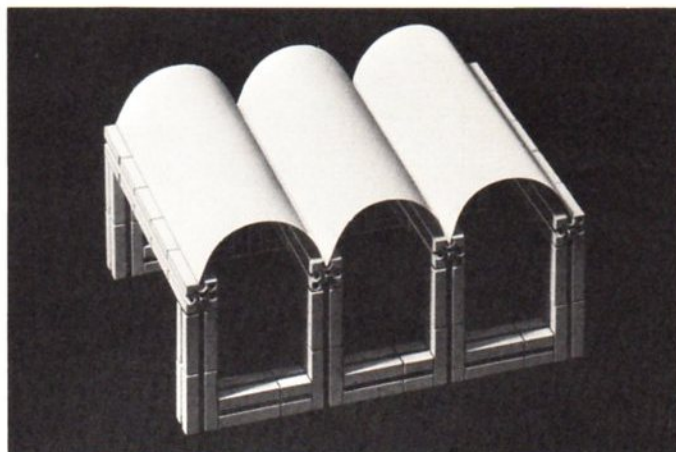
Ein anderer Versuch:

Ziehe einen Streifen Papier so über eine Tischkante, daß eine Wölbung entsteht. Nun spanne das schalenförmige Gebilde in die Längsnuten der abgebildeten Balken. Es ist sehr steif und trägt sogar Lasten.

Solche Schalengebilde findest du auch in der Natur. Wir sprechen von Nußschalen und Eierschalen und wissen, daß sie sehr widerstandsfähig sind. Um eine Nußschale zu brechen, mußt du einen Nußknacker benutzen. Man könnte sich diese gewölbten Flächen so vorstellen, daß man unzählige kleine Fältchen aneinanderreihet. Das erklärt dann auch ihre Tragfähigkeit, und es ist nur natürlich, daß der Mensch derartige Schalen auch in der modernen Bautechnik anwendet.

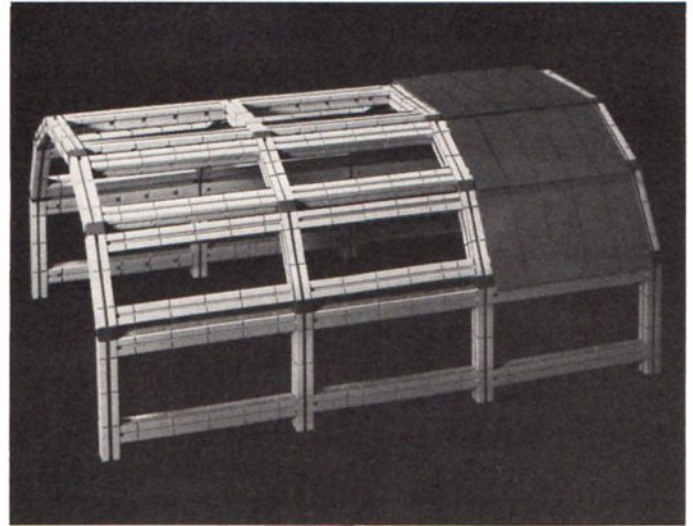


Wird die Last zu groß, schiebt der Druck die Balken auseinander. Beschwere sie!

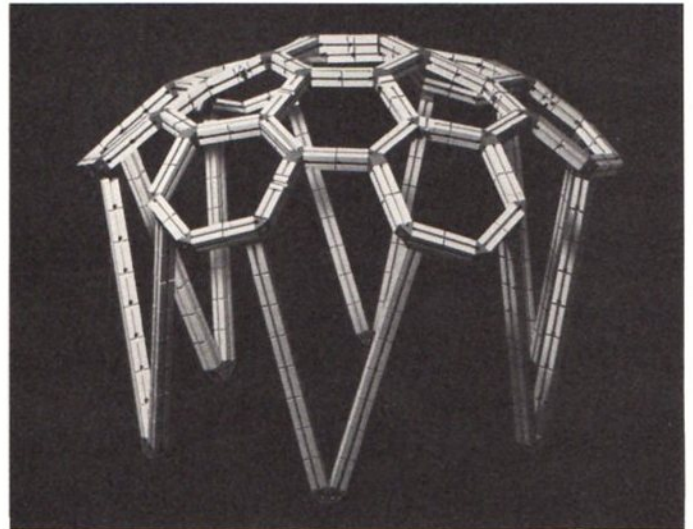


Hier hast du ein sehr gutes Beispiel auch dafür, wie du Hilfsmaterialien (Papier) im **fischertechnik** -System anwenden kannst.

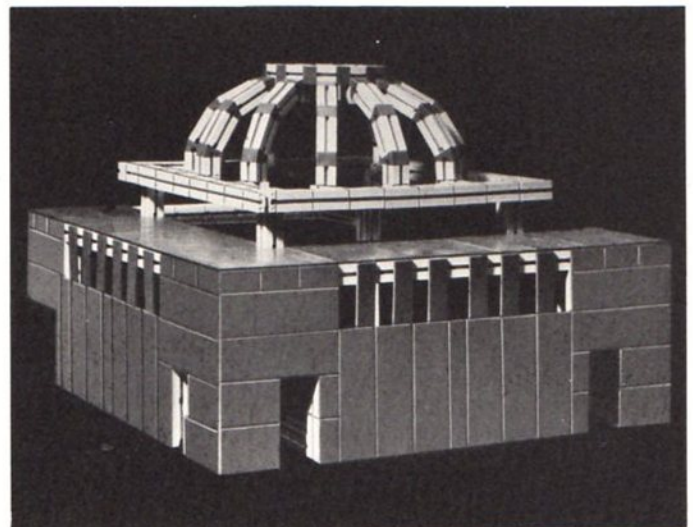
In der Form von Zylinderschalen werden große Bahnhofshallen und Markthallen gebaut.



Sogar Kugelschalen kannst du mit **fischertechnik** konstruieren. Dies könnte ein Ausstellungspavillon sein. Das Gerippe wird dann mit sehr dünnen Platten oder Blechen überzogen.

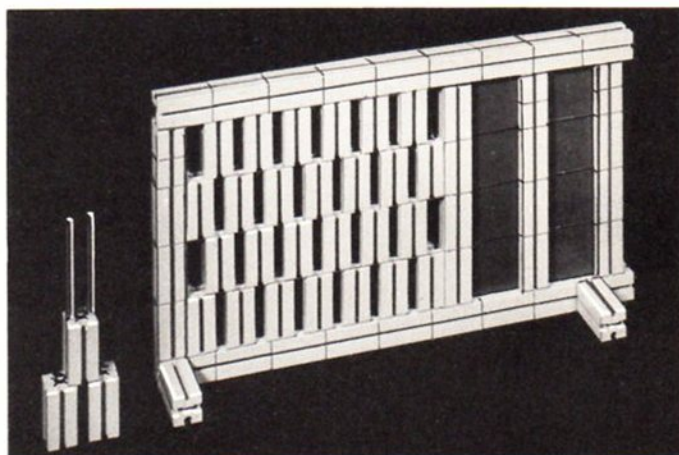


Wenn sich zwei oder mehr Zylinderschalen durchdringen (kreuzen), entsteht an der Schnittstelle eine Kuppel. Sie ist natürlich nur bei großen Bauwerken sinnvoll, bei Kathedra- len, Kirchen und Hallen.

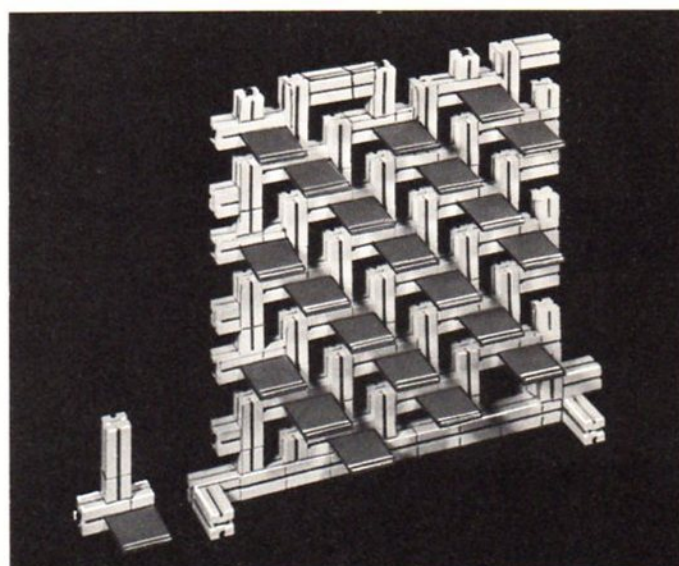


Das Häuserbauen ist heute eine sehr teure Angelegenheit. Deshalb versucht man, von der herkömmlichen Weise wegzukommen und durch Fertigteile, die in Fabriken hergestellt werden, schneller und damit billiger zum Ziel zu kommen. Mit solchen „genormten“ Baueinheiten, Bauplatten und Baukörpern gestaltet der Architekt seine Bauwerke und „Fassaden“. Natürlich muß das „Innen“ und „Außen“ eines Bauwerkes übereinstimmen; denn jede Wand ist Abschluß eines Raumes oder Trennung zwischen zwei Räumen.

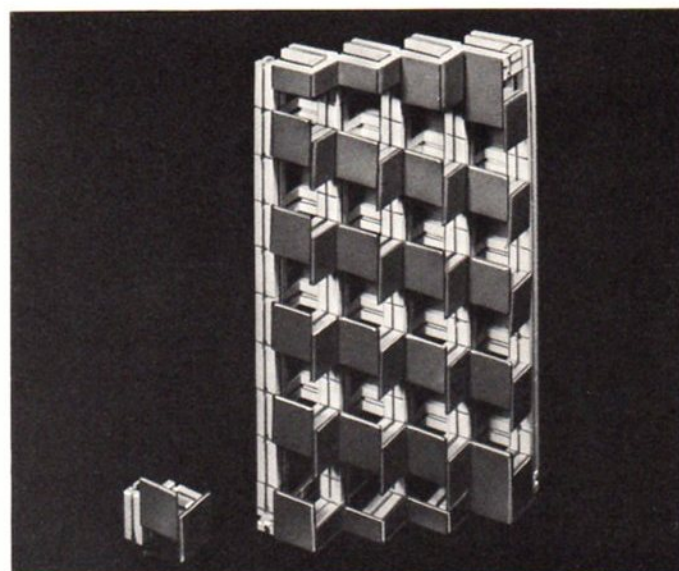
Mit der einfachsten Baueinheit, dem Baustein, fangen wir an. Die Steine werden gegeneinander verschoben und mit Achsen gehalten. Das ergibt eine aufgelockerte Wand, von der Senkrechten bestimmt.



Eine neue Fassadenform entsteht, wenn du T-Stücke mit Flachbausteinen rhythmisch verarbeitest. Rhythmische, das heißt immer wiederkehrende Anordnungen sind hier beherrschendes Gestaltungsprinzip.



Die Baueinheit siehst du auf dem kleinen Foto. Setze sie übereinander und verschiebe sie gleichzeitig nach rechts oder auch nach links. Die klare Gliederung einer Fassade wächst empor, rhythmisch gespannt und ausgewogen.



Du hast nun über das Bauen einen gewissen Überblick bekommen, hast vielerlei Erkenntnisse gewonnen und erfahren, daß nur der ein guter Baumeister werden kann, der die Grundgesetze der Statik kennt und auch beherzigt:

**Tragen und Stützen von Lasten,
Abfangen von Schub- und Druckkräften,
Gleichgewicht und Schwerpunkt.**

Zum Abschluß noch ein interessanter Hinweis:

Vom Rhythmus hast du auf den vorigen Seiten schon einiges gehört, es aber wohl noch nicht ganz verstanden. Das Wort kommt aus dem Griechischen und bedeutet soviel wie Gleichmaß oder regelmäßige Bewegung und Wiederkehr. Auch hier ist die Natur Vorbild: Ebbe und Flut, Ein- und Ausatmen sind regelmäßige, wiederkehrende Vorgänge, sie erfolgen rhythmisch. In der Musik spricht ihr vom Zeitmaß eines Liedes und seiner Gliederung, die zunächst unverändert beibehalten wird. Marschmusik oder Beatmusik hat einen straffen, hackenden Rhythmus, Walzer eine sanft dahingleitende Bewegung und Unterteilung.

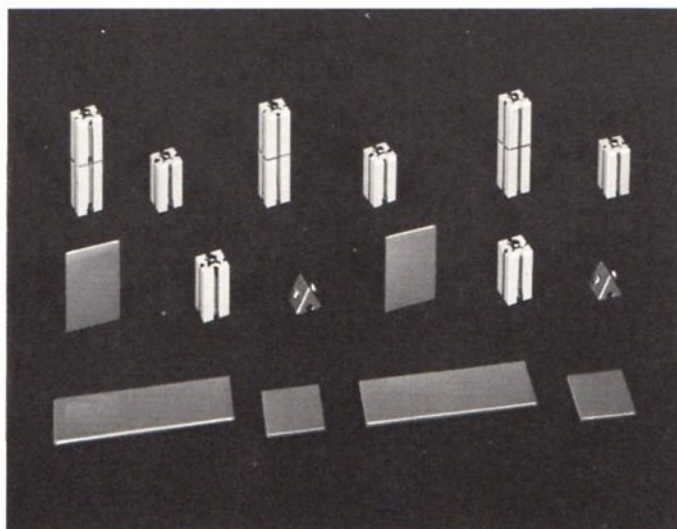
Was dir in der Musik bekannt ist, kannst du auf Bausteine und später auf deine Modelle als zukünftiger Baumeister übertragen. Machen wir einige einfache, spielerische Übungen:

Hier sind die Bausteine in eine bestimmte, wiederkehrende Ordnung gebracht.

Oben: hoch – niedrig,
hoch – niedrig.
Ein Zweierrhythmus.

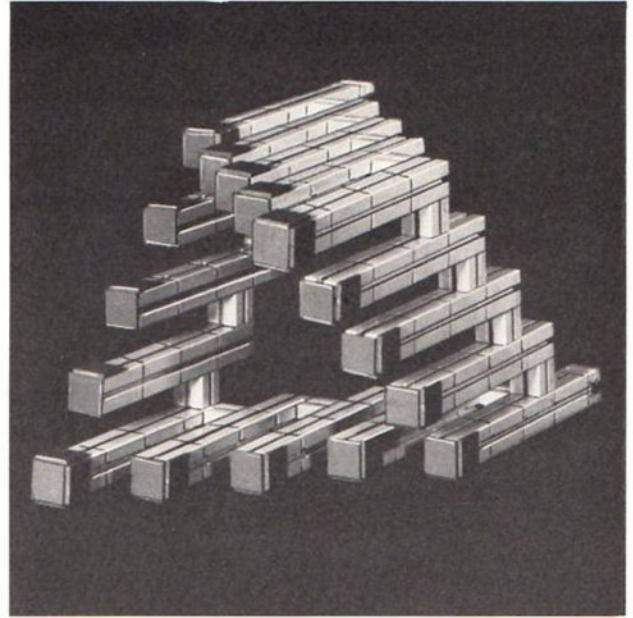
Mitte: Bauplatte – gr. Stein –
Winkelstein,
Bauplatte – gr. Stein –
Winkelstein.
Ein Dreierhythmus.

Unten: lang – kurz,
lang – kurz.
Auch ein Zweierrhythmus.



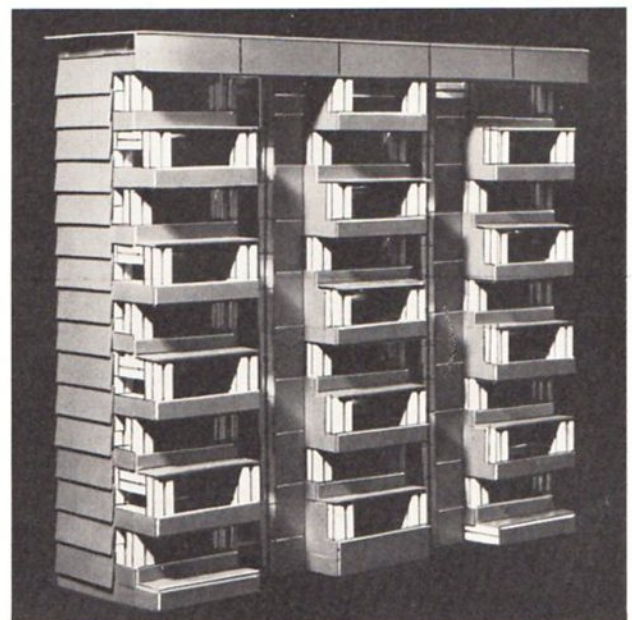
Spiele weiter und finde andere sich wiederholende Reihungen.

Nur noch Bewegung! Alles andere ist nebensächlich. Vorspringen – Zurückspringen in drei Ebenen. Die Reihung spiegelt sich und tritt umkehrend wieder in den Bewegungsanfang ein.



Und hier schließt sich auch unser weitgespannte Bogen: Das Bauen ist eine technische Angelegenheit und muß eine Reihe von Naturgesetzen berücksichtigen. Die Natur aber kennt nichts Häßliches; denn alles dort ist sinnvoll auf eine Aufgabe bezogen: Der zarte Flügel eines Insekts, der schlanke, aufstrebende Getreidehalm sind Wunderwerke der Statik – zeitlos schön.

Alte Bauwerke – vor Hunderten von Jahren errichtet – sprechen dich heute noch an, moderne Techniken – von deiner Zeit hervorgebracht – werden auch spätere Generationen beeindrucken.



Der elektrische Strom, ein großer Zaubermeister

Mit einer Taschenlampe oder mit dem **fischertechnik** -Batteriestab kannst du sicherlich umgehen. Du weißt auch schon, wie man eine alte Batterie auswechselt oder wie man eine durchgebrannte Taschenlampenbirne herausschraubt und durch eine neue ersetzt.

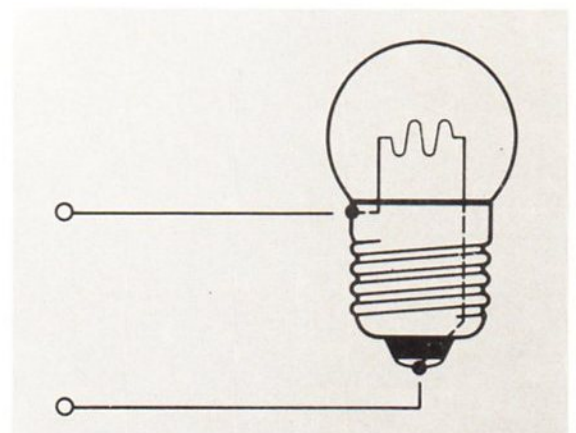
Warum aber das Lämpchen leuchtet, warum man Drähte braucht, und wie man sie verlegen muß, das weißt du wohl noch nicht. Deshalb wollen wir nun mit **fischertechnik** sehr interessante Dinge untersuchen, um hinter ihre Geheimnisse zu kommen.

In deiner Taschenlampenbatterie sind elektrische Kräfte aufgespeichert wie in einem Vorratshaus. Sie können aber nicht heraus, solange du ihnen nicht einen Weg bahnst, auf dem sie wandern können. Diese elektrischen Teilchen – man nennt sie Elektronen – laufen am liebsten in Drähten.

Dazu wollen wir uns ein Lämpchen einmal genau in einer Zeichnung anschauen: In einem hohlen Glaskörper ist ein sehr dünnes Drähtchen mit einem Ende an das Gewinde der Lampe, mit dem anderen Ende an den am weitesten nach außen stehenden Punkt angelötet.

Warum aber leuchten die Glühlampen deines Elektro-Mechanik-Kastens auf, wenn ein elektrischer Strom durch sie hindurchfließt?

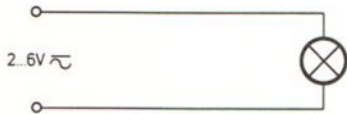
Legst du nun die zwei Drähte deines Batteriestabes an diese Punkte, so können die Elektronen im Kreise fließen. Dabei laufen sie auch durch den Draht deines Lämpchens. Da er aber sehr dünn ist, müssen sie sich dort hindurchdrücken. Das Drähtchen erwärmt sich dabei und kommt sogar – wenn es sehr dünn ist – zum Aufglühen. Damit es nicht verbrennt, pumpt man den Glaskörper der Lampe leer oder füllt ihn mit einem Gas, das die Verbrennung verhindert.



Und nun zu unseren Versuchen.

Erster Versuch:

Stecke ein Lämpchen mit zwei Drähten an deinen Batteriestab und schalte ein. Mit dem Schalter gibst du den Elektronen den Weg frei, und im gleichen Augenblick flammt die Lampe auf. Die Elektronen strömen von einem Pol der Batterie in einem der Drähte zur Lampe, durch sie hindurch, und dann im zweiten Draht zum anderen Pol der Stromquelle zurück. Das geht, wie du im Bilde siehst, im Kreis herum. Man spricht deshalb von einem **Stromkreis**, und du verstehst, warum du zwei Drähte dafür benötigst.



Den Stromkreis stellen wir von nun an in einer kleinen Zeichnung dar. Der Elektriker vereinfacht das mit bestimmten Zeichen, die in der ganzen Welt verstanden werden, und die du dir einprägen solltest:

| | | | |
|--------|--------------------------------------|--|---------------------------|
| | Gleichstrom | | Umschaltglied (Wechsler) |
| | Wechselstrom | | handbetätigter Schalter |
| | Gleich- oder Wechselstrom (Allstrom) | | Taster (Schließer) |
| 2...6V | Spannung in Volt | | Gleichstrom-Motor |
| | Batterie | | Elektro-Magnet |
| | nichtlösbare Leitungsverbindung | | Relais mit Schließkontakt |
| | lösbare Leitungsverbindung | | Glühlampe |
| | verdrillte Leitung | | Drehrichtungsangabe |
| | Ein-Aus-Schaltglied | | Dauermagnet |
| | Polumschalter | | Wechsler |

Zweiter Versuch:

Natürlich kannst du auch zwei oder mehrere Lampen zum Aufleuchten bringen. Dazu führst du die Drähte so, daß der Strom durch zwei oder drei Lampen **hintereinander** fließen kann.

Wir nennen das eine **Hintereinander-Schaltung**.

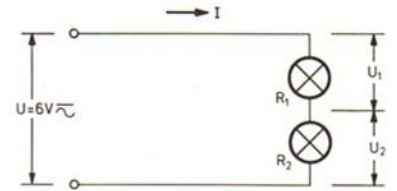
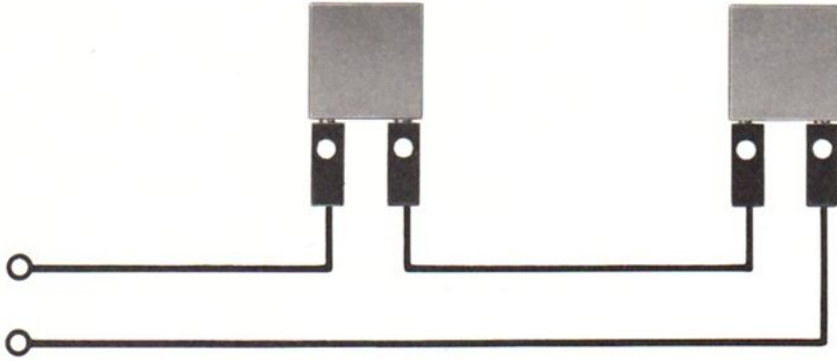


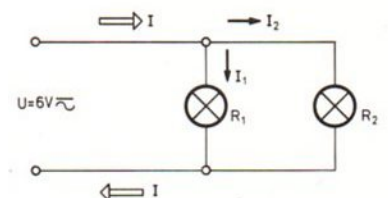
Foto und Schaltbild zeigen den Stromverlauf.

Bei diesem Versuch glühen die Lampen nur sehr schwach. Wie kommt das? Die Kraft der Elektronen verteilt sich auf alle Lampen. Jede erhält also nur einen Teil, eine Hälfte oder ein Drittel der Energie und glüht dementsprechend geringer.

Nun schraube eines der Lämpchen aus der Fassung oder lockere es nur. Was geschieht? Die zweite Glühbirne erlischt auch! Kannst du herausfinden, warum das so ist?

Dritter Versuch:

Was müssen wir tun, damit alle Lampen so hell brennen, wie eine alleine? Wir schalten sie parallel, das heißt, die Lampen liegen jetzt zwischen den Drähten und werden somit gleichzeitig und nicht mehr hintereinander mit Strom versorgt: **Parallel-Schaltung**.

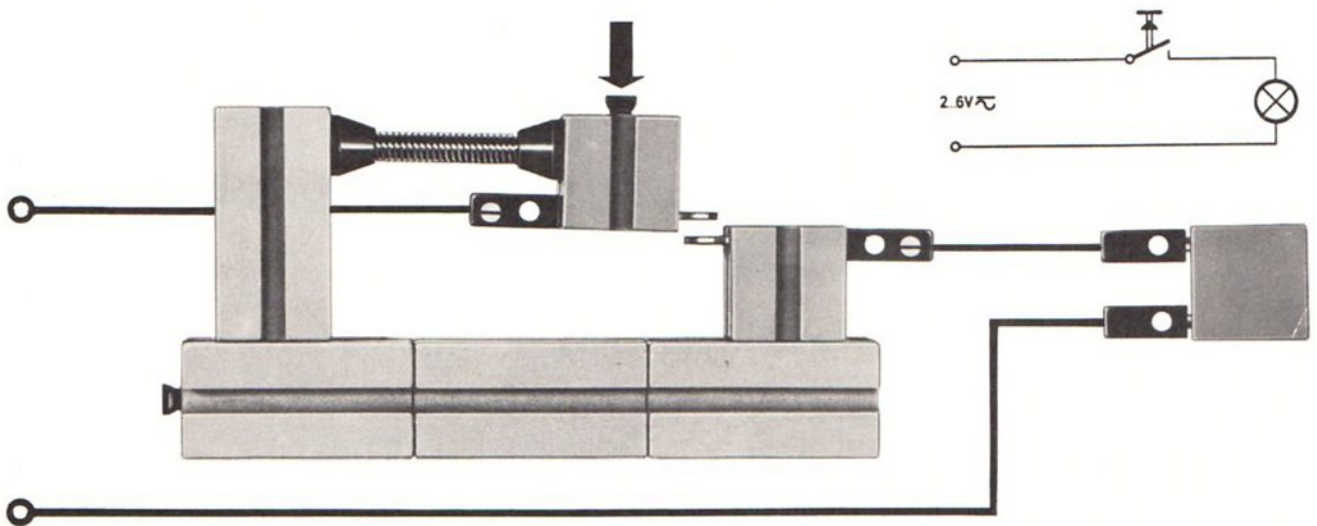


Um den Elektronenstrom oder elektrischen Strom einzuschalten oder zu unterbrechen benutzt du den roten Schalter deines Batteriestabes. Einen ähnlichen Schalter wollen wir jetzt mit **fischertechnik** nachbauen.

Vierter Versuch:

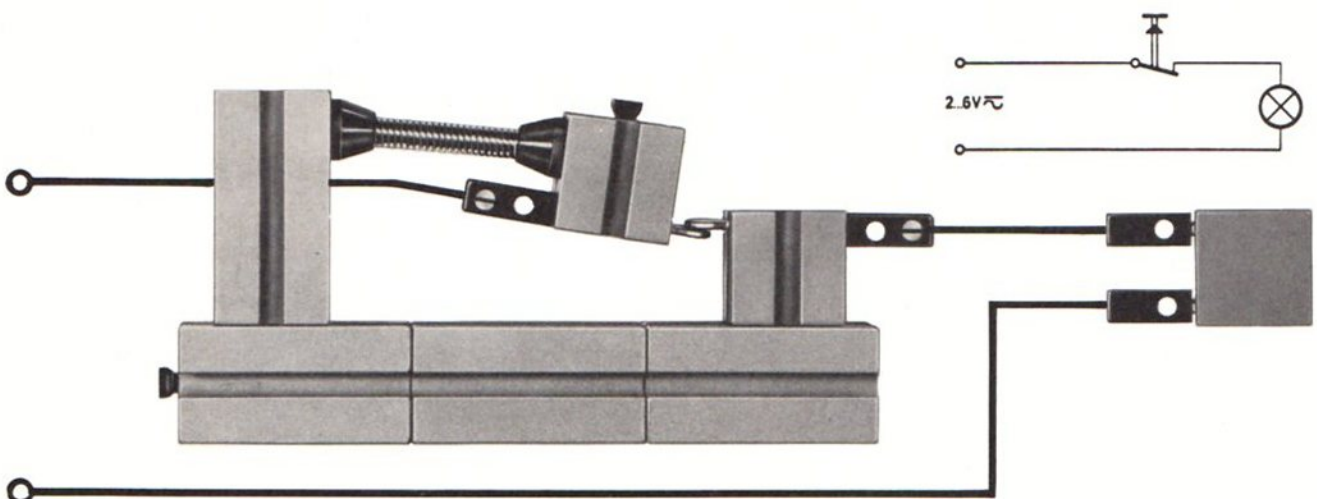
Baue nach dem Foto einen Schalter, indem du zwei Metallkontakte aus deinem em-Kasten in die kurzen Bausteine steckst und mit einem Federfuß zueinander lagerst. Dabei mußt du den Federfuß so hoch anbringen, daß sich die beiden Metallplättchen nicht berühren. Der Stromkreis ist somit unterbrochen.

Durch Herunterdrücken der Taste (Pfeil) wird die Unterbrechung wieder geschlossen, die Elektronen können nun zur Lampe strömen und bringen sie zum Aufleuchten. Der Strom wird also mit einem **Taster eingeschaltet**. Wir wollen diesen Schalter deshalb **Einschalt-Taster** nennen.



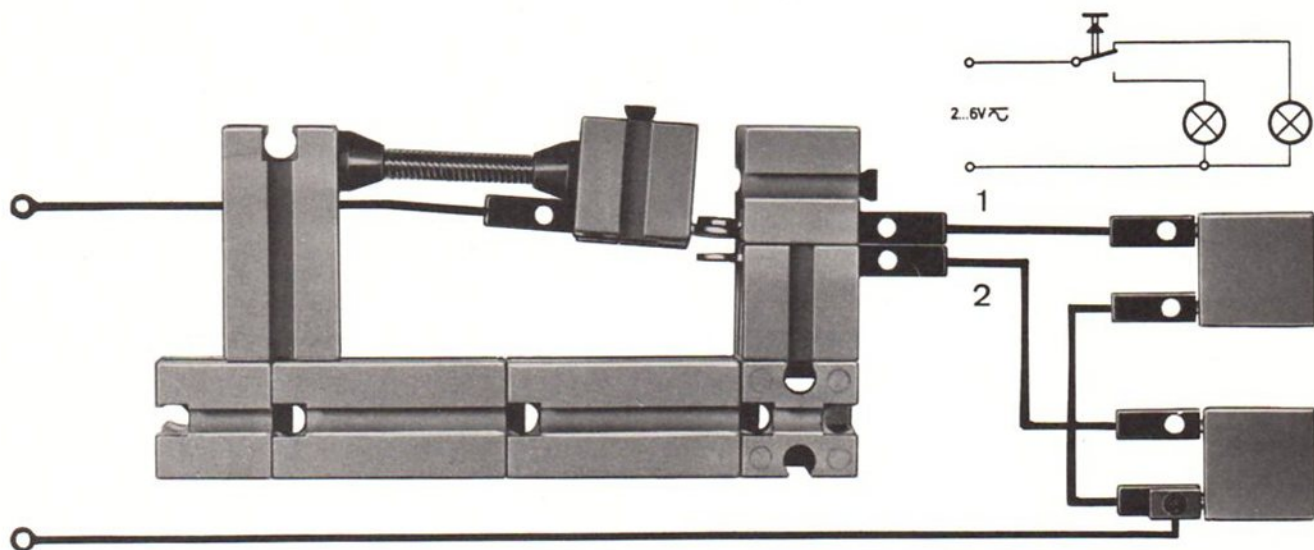
Fünfter Versuch:

Führe den beweglichen Kontakt deines Tasters nun so herunter, daß er unter den feststehenden zu liegen kommt. Jetzt ist der Stromkreis immer geschlossen und wird erst durch Druck auf die Taste unterbrochen; die Lampe ist ausgeschaltet. Wir sprechen von einem **Ausschalt-Taster**.



Sechster Versuch:

Möchtest du einmal die eine und dann die andere Lampe leuchten lassen? Dann baue deinen Taster so um, wie du es im Foto siehst. Drei Metallkontakte sind jetzt notwendig, denn du willst ja die beiden Lampen abwechselnd einschalten. Liegt der bewegliche Kontakt am oberen an, ist Stromkreis 1 geschlossen. Welche Lampe brennt jetzt? Berührt der Taster dagegen den unteren Kontakt, ist Stromkreis 2 geschlossen, und es brennt die zweite Lampe. Wir schalten den Stromkreis von der ersten Lampe auf die zweite Lampe um: **Umschalttaster**.



Siebter Versuch:

Anstelle der Lampe kannst du selbstverständlich auch deinen Fischer-Motor an den Batteriestab anschließen. Bewege den roten Schalter nach links. Der Motor läuft. Schiebe den Schalter nach rechts; der Motor läuft auch, aber . . . in entgegengesetzter Richtung!

Das muß doch einen Grund haben!

Der Schalter hat die beiden Pole deines Batteriestabes miteinander vertauscht. Die Elektronen strömen nach dem Umschalten von der anderen Seite in den Motor und bewirken, daß er sich entgegengesetzt dreht. Der rote Schalter ist demnach ein **Polumschalter**.

Einen zweiten **Polumschalter** findest du in deinem em-Baukasten. Er ist wie ein Baustein ausgebildet, hat einen weißen Schalthebel und läßt sich in deine Modelle einbauen. Damit kannst du sie vor- und rückwärts laufen lassen, unabhängig von der Stromquelle.

