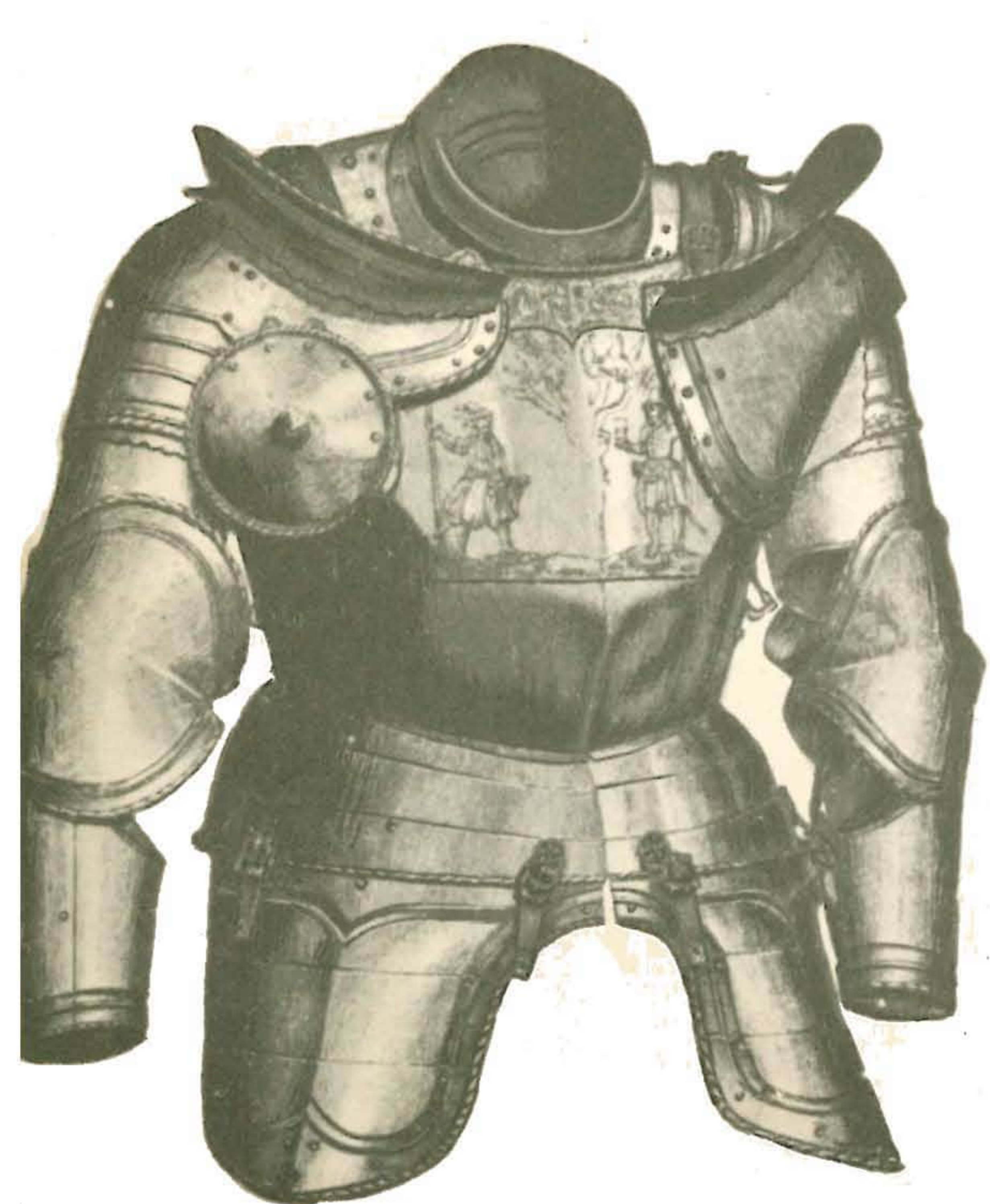
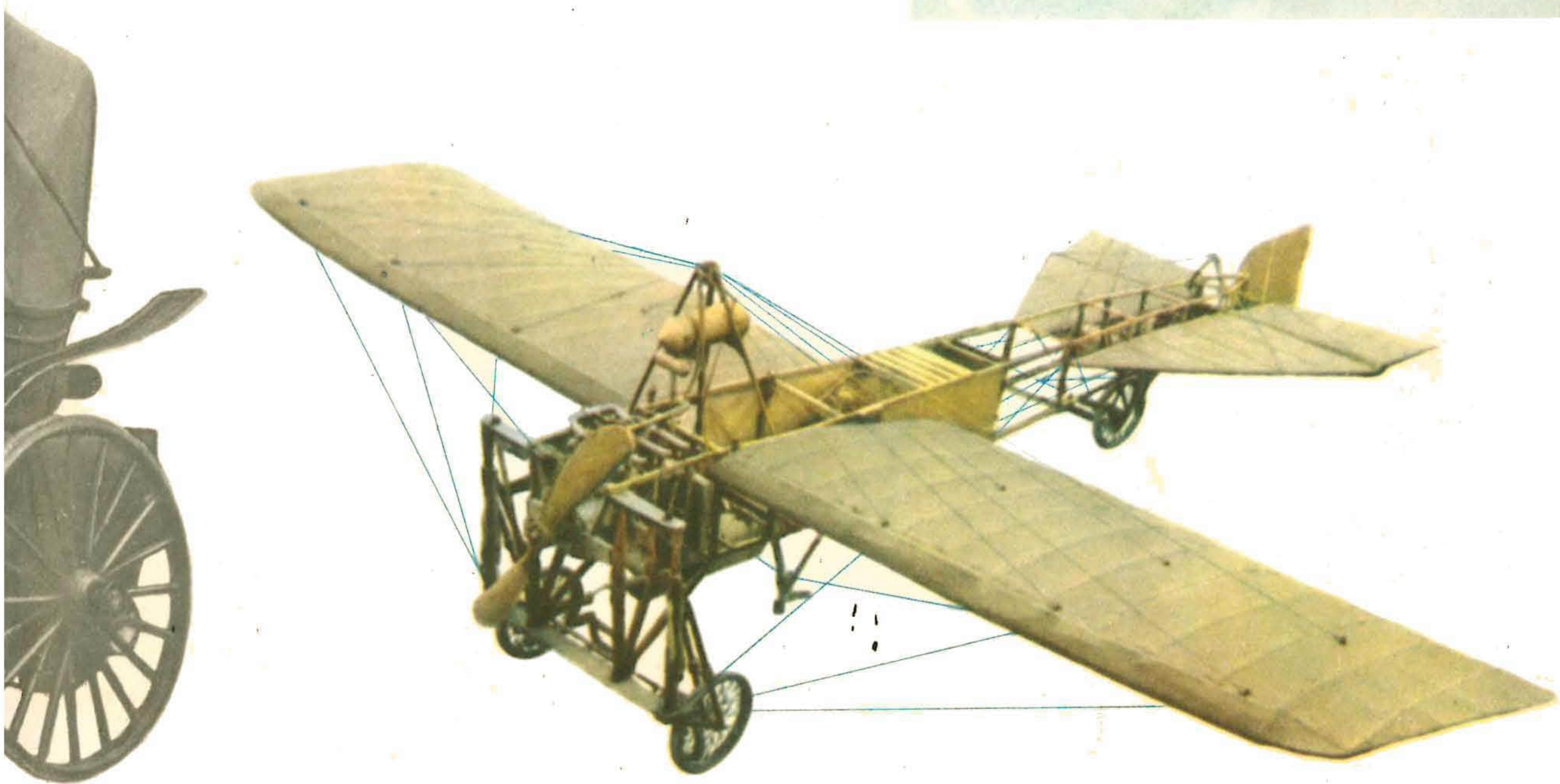
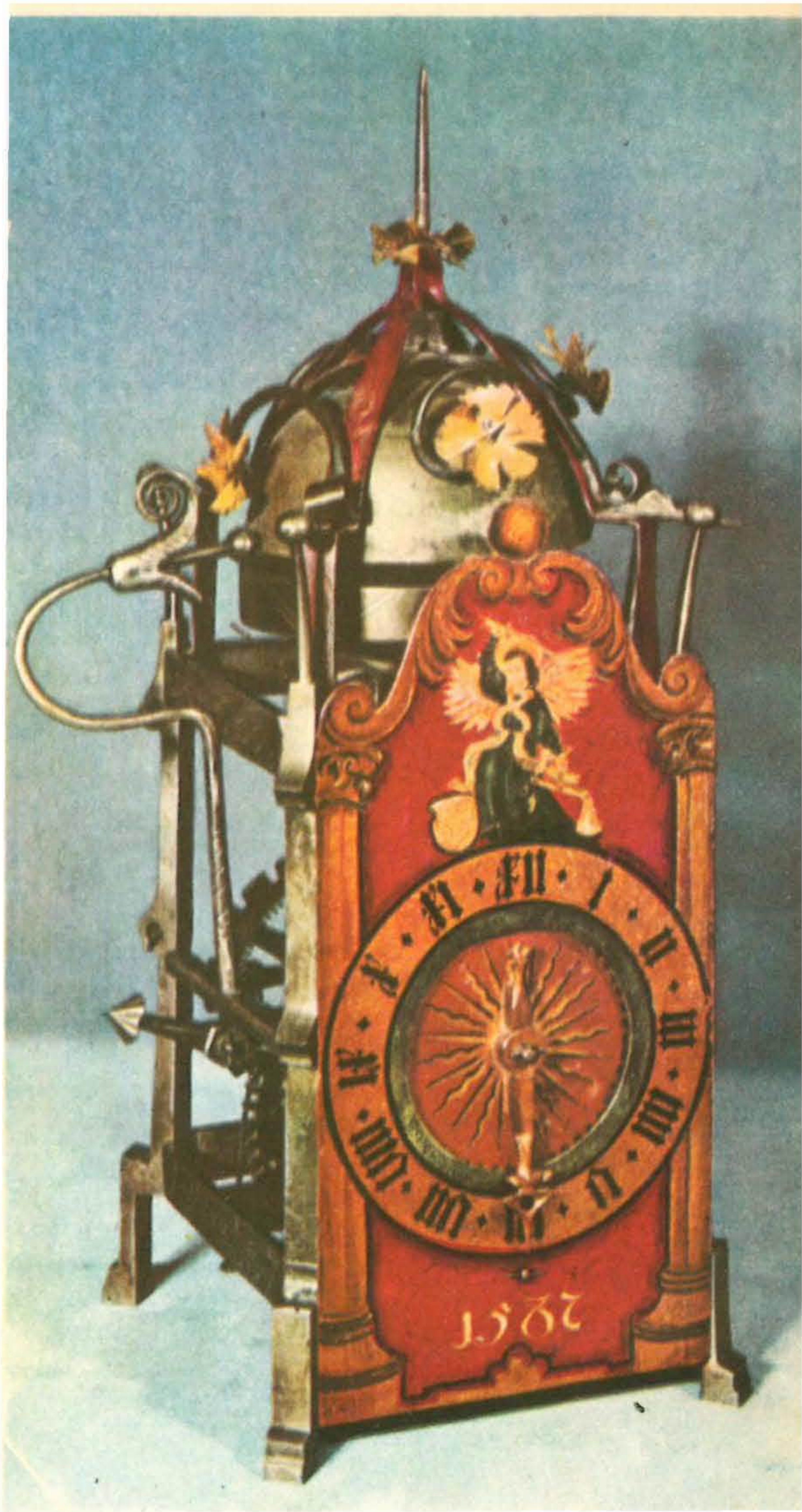
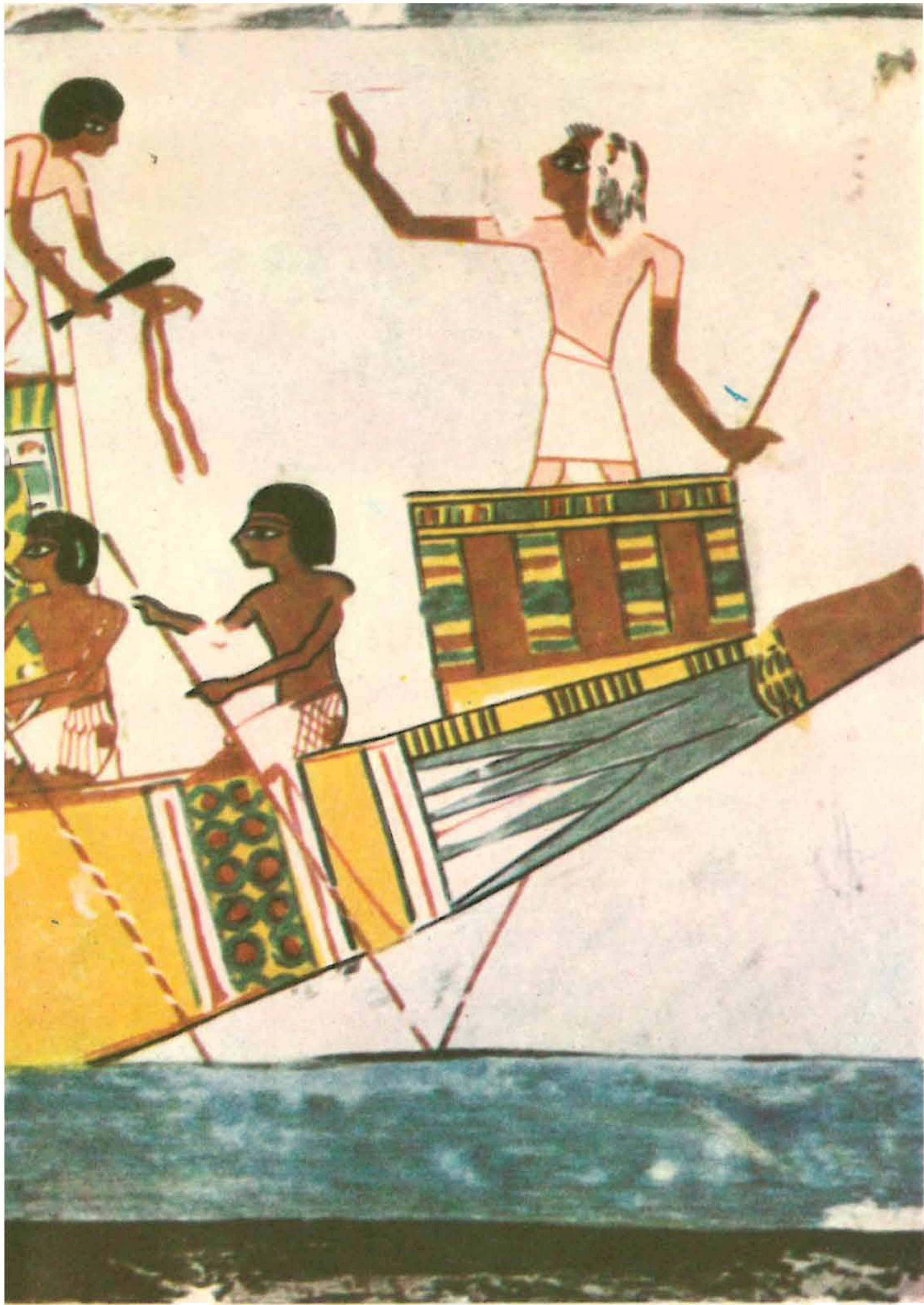


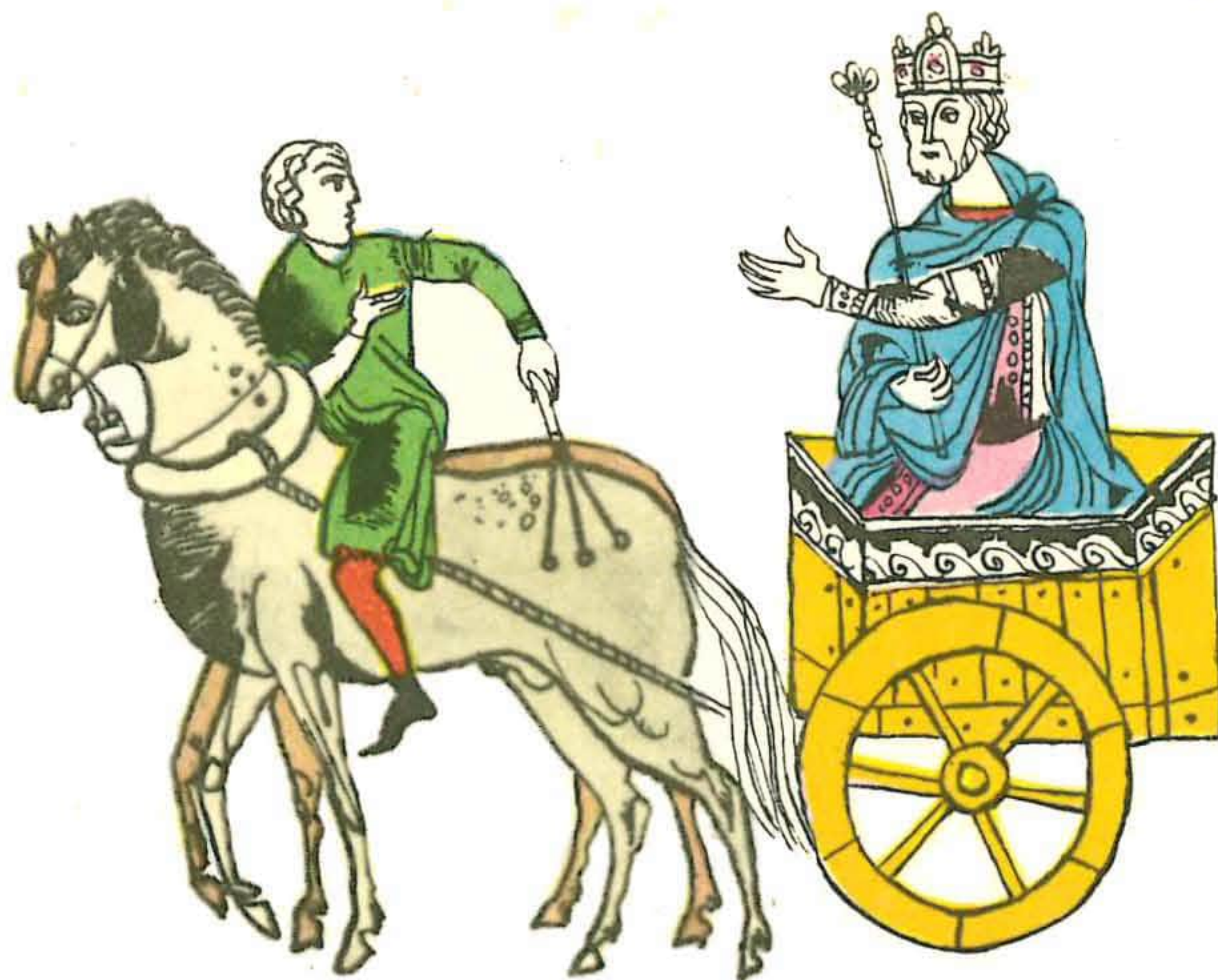
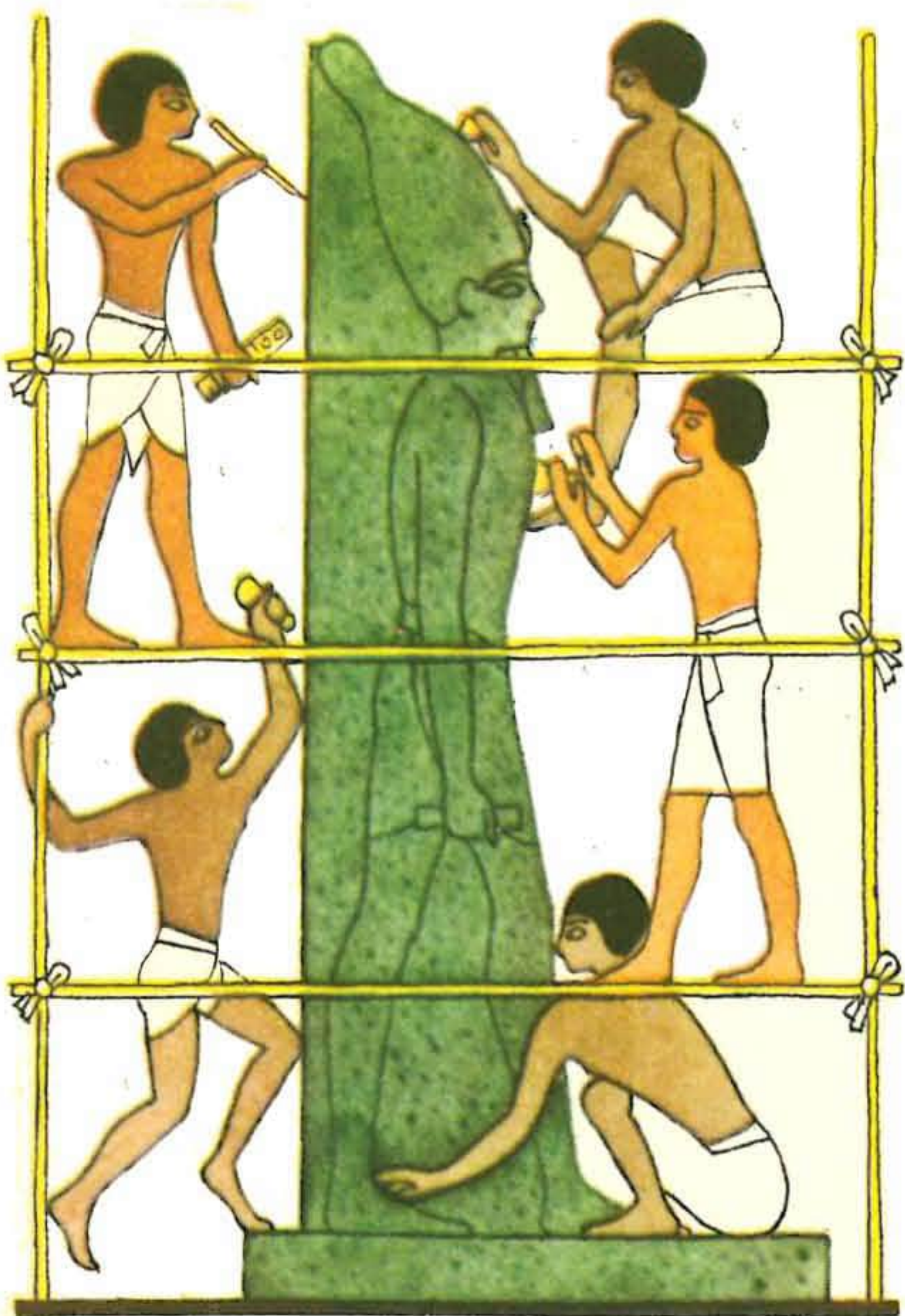


László Dala

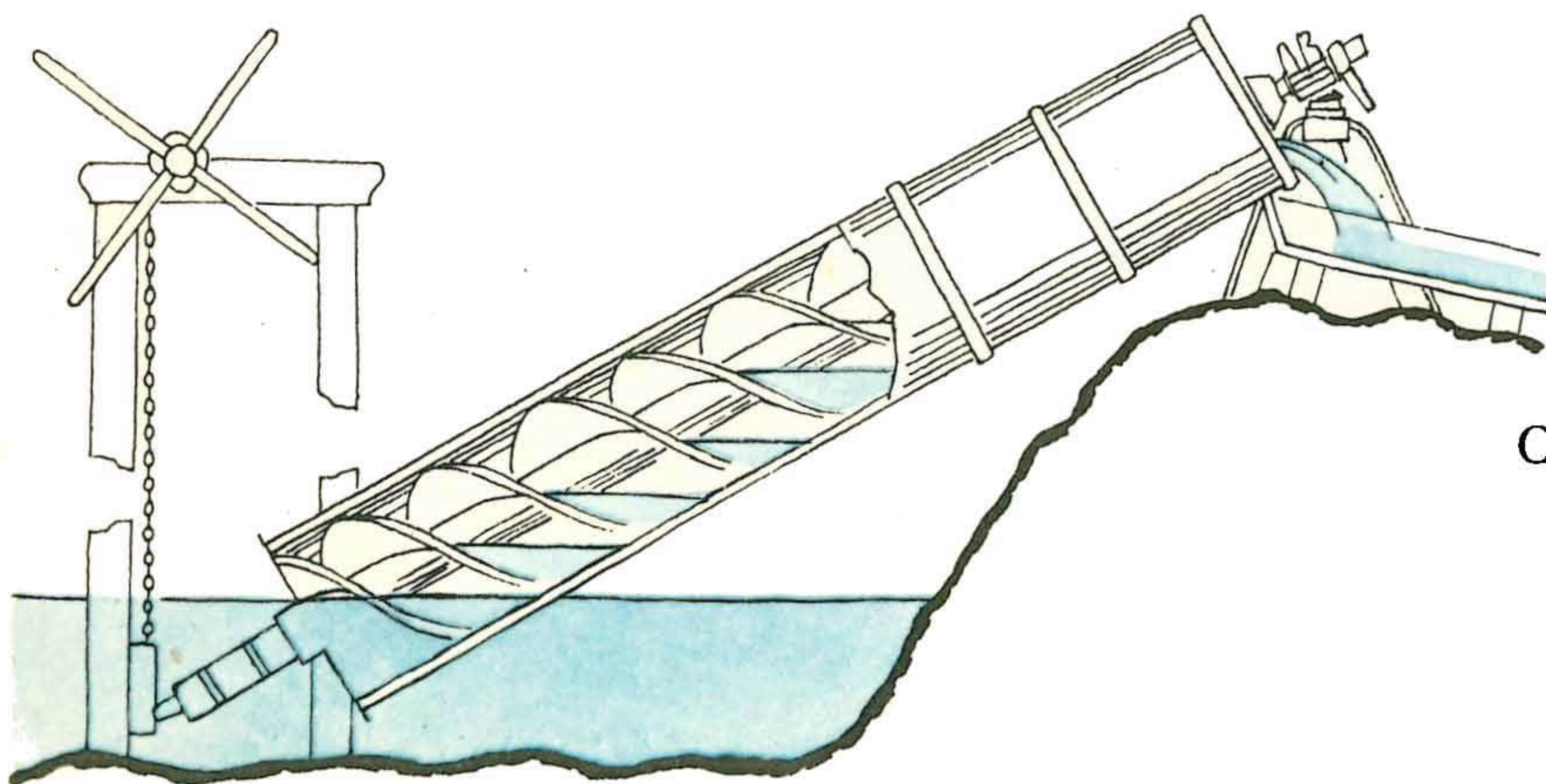
DIE GEBURT DER MASCHINEN





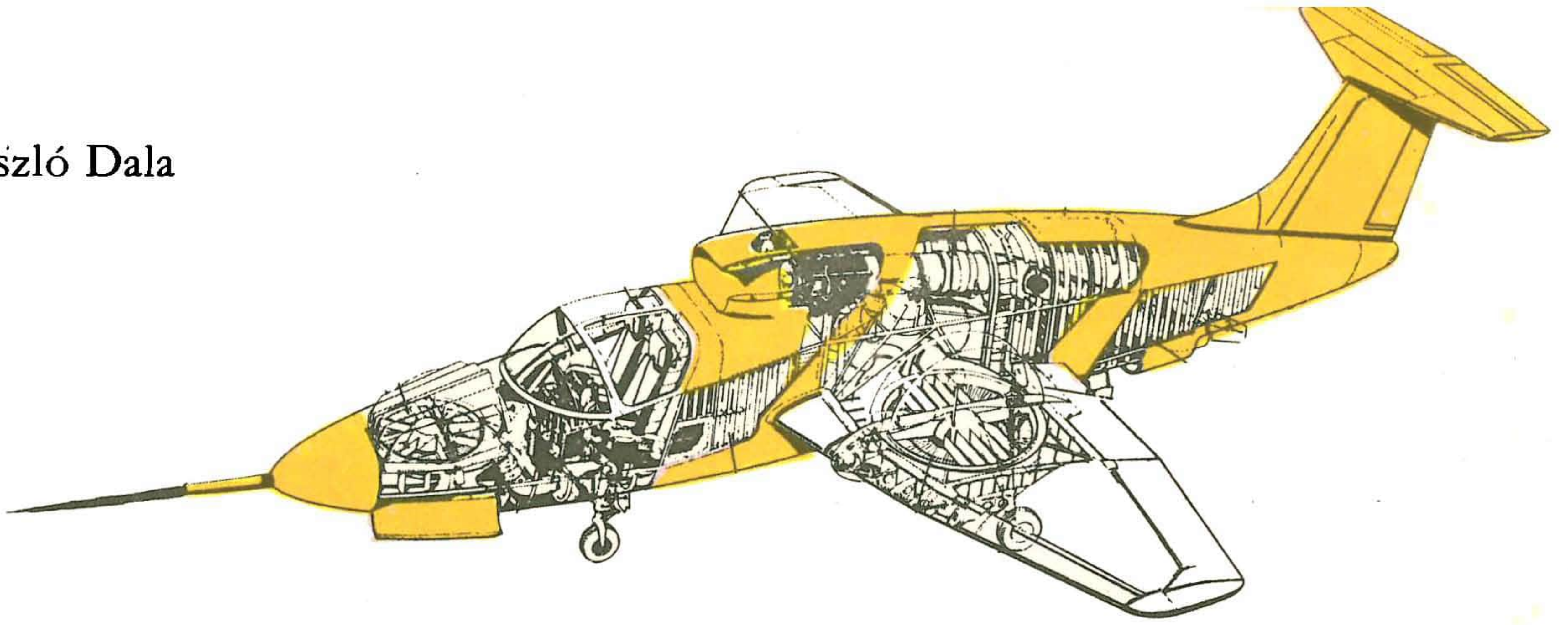


DIE GEBURT




CORVINA BUDAPEST

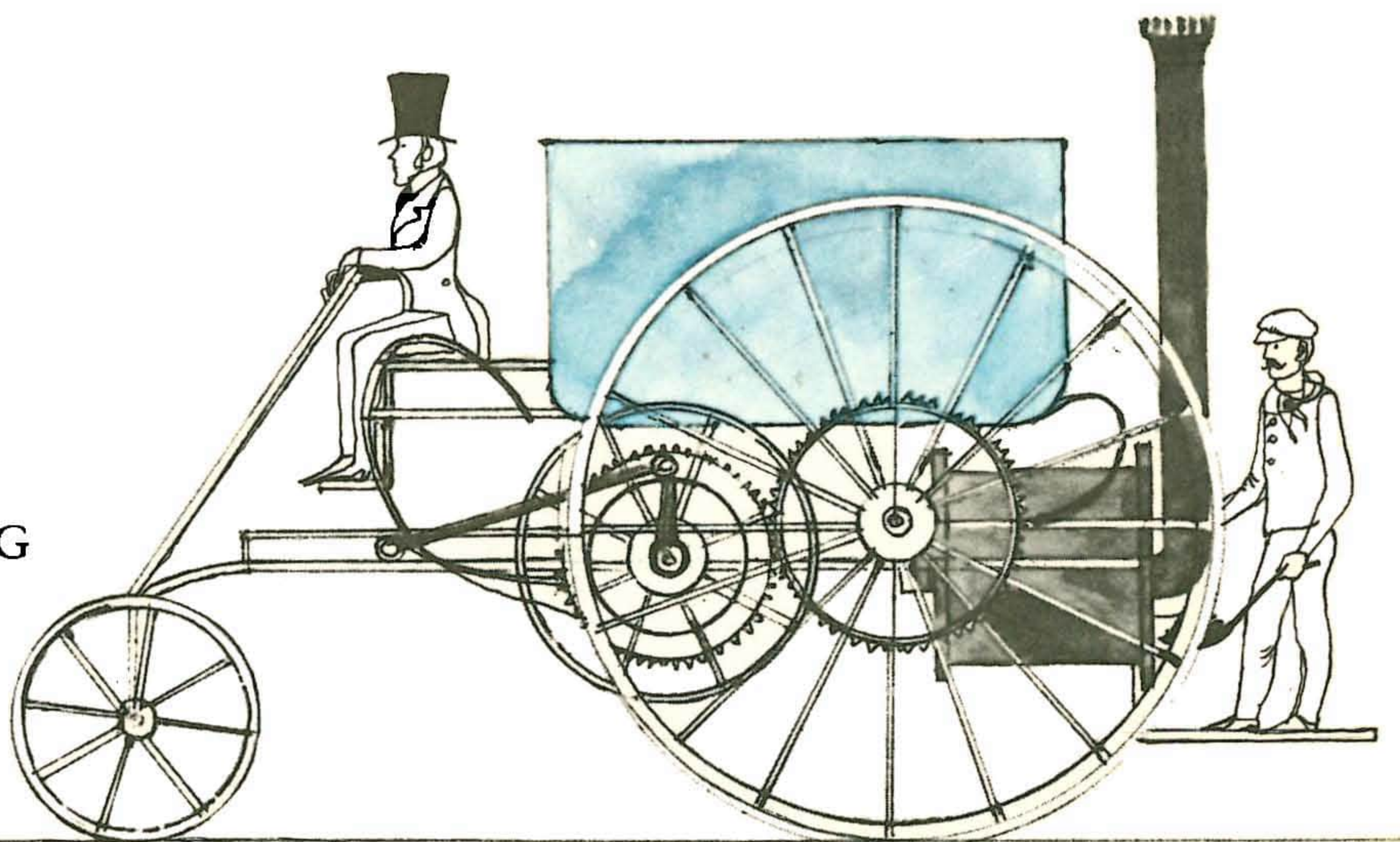
László Dala



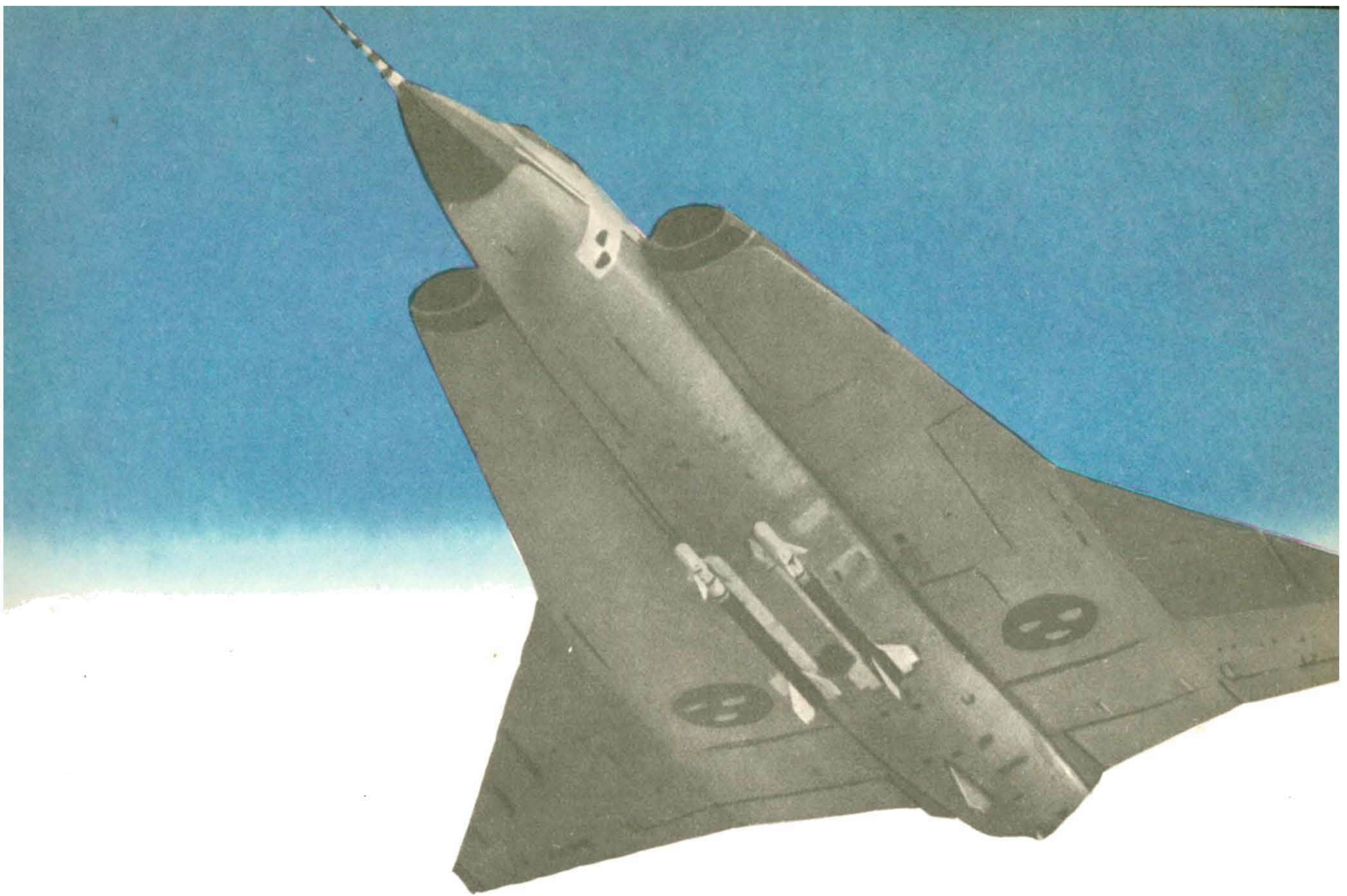
DER MASCHINEN

Illustrationen von László Réber und Ádám Würtz

DER
KINDERBUCHVERLAG
BERLIN



Originaltitel: A GÉPEK SZÜLETÉSE
Übersetzt aus dem Ungarischen von Dr. Wilfried Fiedler

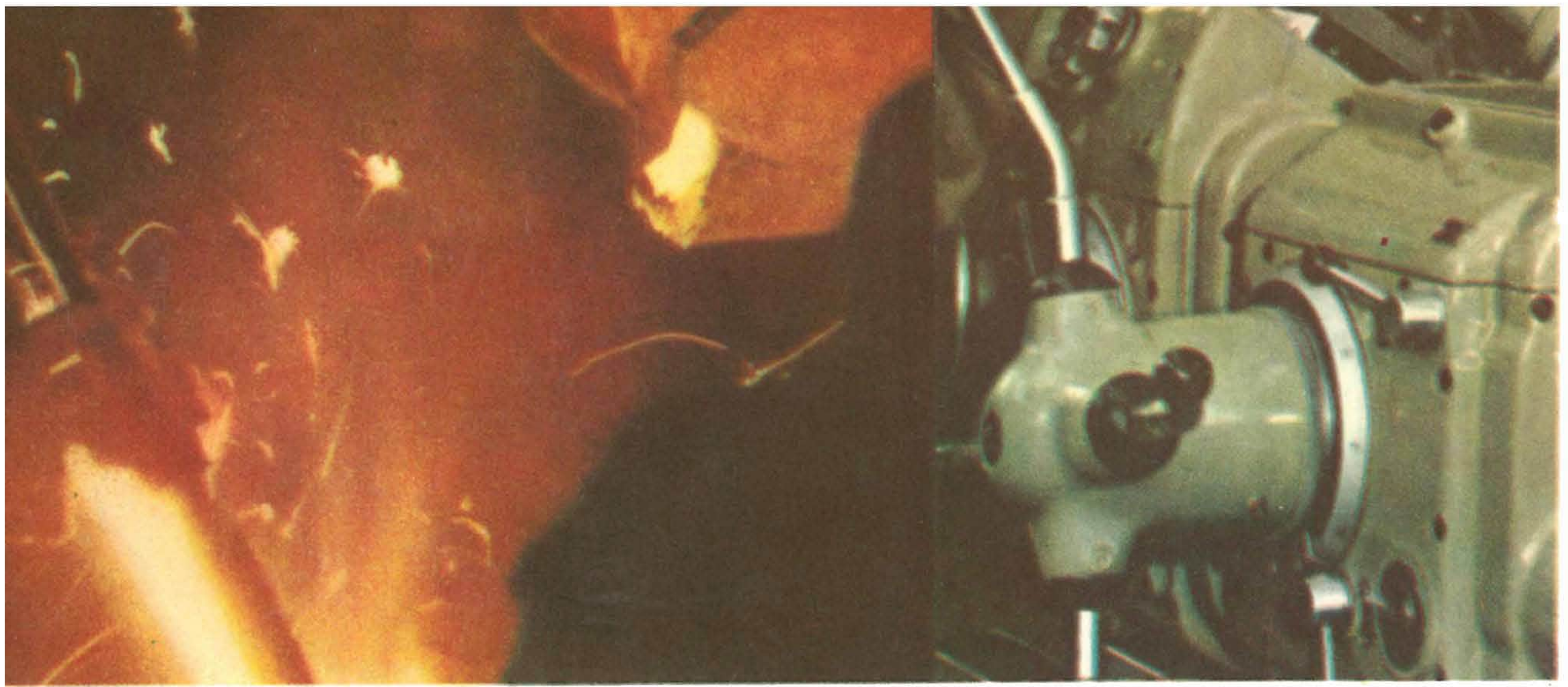


DIE WUNDERWELT DER MASCHINEN

In unserer Welt gibt es mehr Wunder als in den spannendsten Geschichten. Die Menschen haben viele Dinge ersonnen, die noch außergewöhnlicher sind als die merkwürdigsten Zauberdinge im Märchen:

Das Flugzeug trägt uns rascher durch die Lüfte als ein fliegender Teppich. Mit dem Auto fahren wir schneller, als wir mit Siebenmeilenstiefeln laufen könnten. Der Bildschirm des Fernsehgerätes zeigt uns ferne Länder deutlicher als ein Zauber-
spiegel, und das Kino erweckt auch längst vergangene Bilder zum Leben. Vollauto-
matische Betriebe erzeugen nicht nur





Würste oder Brot wie das Tischleindeckdich, sondern sogar komplizierte Maschinen. In den Süßwarenfabriken gibt es mehr Zuckerzeug und Honigkuchen als an den Wänden des Knusperhäuschens. Und sind nicht unsere gewaltigen D - Zug - Lokomotiven stärker als die feuerspeien - den Drachen?

Unterseeboote steigen in die Tiefen der Meere hinab. Die Asbestanzüge der Hoch - ofenarbeiter stellen einen wirksameren Schutz gegen die Feuersglut dar als das steinerne Hemd der Feuerfee. Um die Weiten der Meere zu überwinden, müssen wir uns nicht im Haar eines Riesen fest - krallen, wir brauchen nur einen Ozean - dämpfer zu besteigen.

Mit Maschinen kann man Berge ver - setzen und neue Betten für Flüsse und Seen graben, Wege in das Dickicht un - durchdringlicher Wälder bahnen, Bäume entwurzeln und Felsen zerbrechen – wie es die Riesen im Märchen tun.

Die Zauberer unserer Zeit sind Wis - senschaftler und Ingenieure – sie lassen Maschinen für sich rechnen, planen, den - ken.

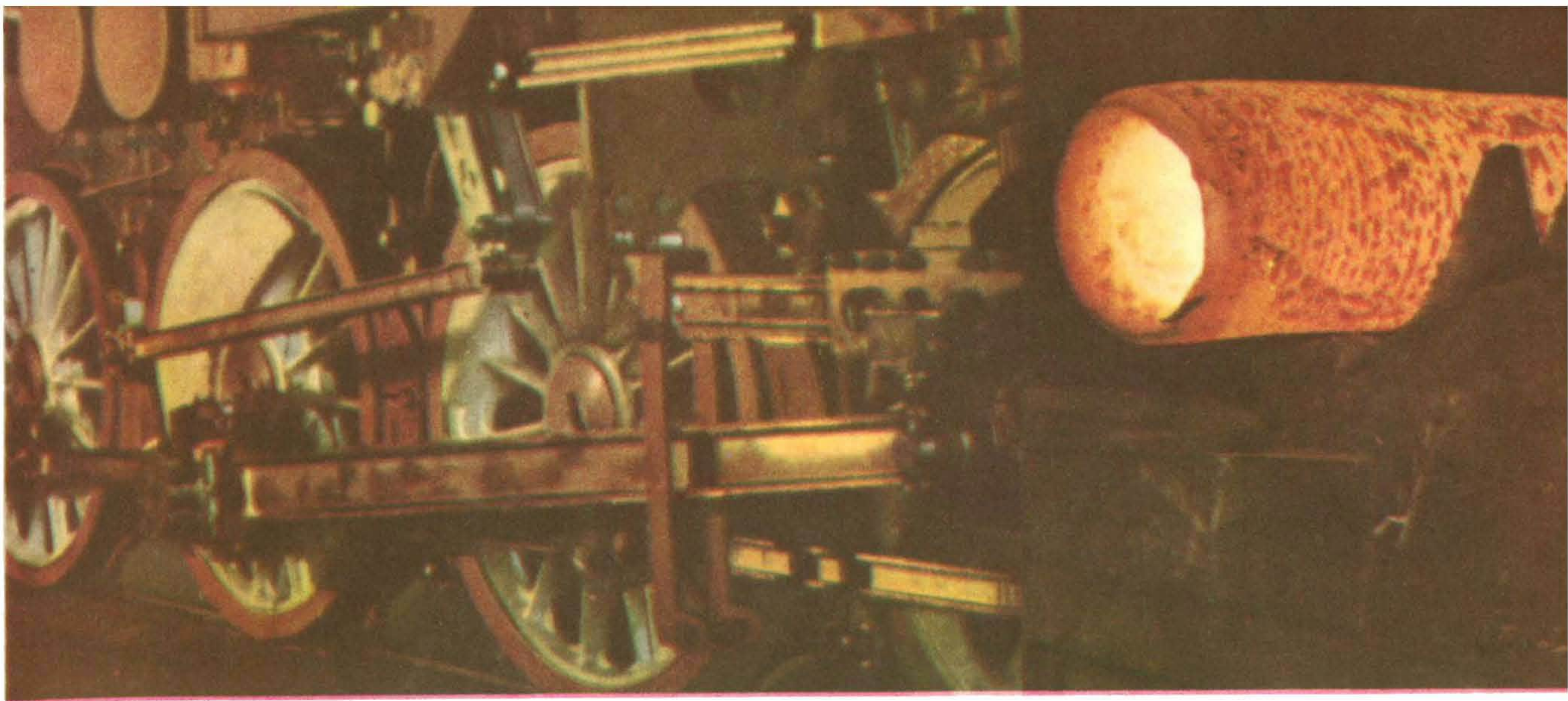
In den Märchen kommen nirgends Ma - schinen vor, weil es zu der Zeit, als die meisten Märchen entstanden, nur sehr wenige Maschinen gab.

Heute aber gibt es überall Maschinen. Wenn wir einmal versuchen, die vielen Maschinen zu zählen, denen wir an einem einzigen Tage, vom Morgen bis zum Abend, begegnen, so wird uns das sicher kaum gelingen, so viele sind es.

Und erst in der Fabrik! Das wären gar keine Fabriken, in denen keine Maschinen arbeiteten.

Manchmal scheint es, als seien unheim - liche Wesen in den Maschinen eingesperrt. Räder greifen ineinander und drehen sich in ihren stählernen Leibern, Stahlarme schwenken vorwärts und rückwärts, Ven - tile tanzen auf und ab, die einen brummen und summen, die anderen rattern und knattern. Aber es gibt auch Maschinen, die ganz ruhig arbeiten, ohne sich zu be - wegen, als ob eine Zauberkraft in ihnen wirksam wäre.

Aber wir wissen ja – in den Maschinen befinden sich keine Lebewesen mit ge - waltigen Kräften, und es gibt auch kei -



ne geheimnisvolle Zaubermacht, die in ihnen die Arbeit verrichtet, sondern es ist das Wirken der Wärme, des Wassers, des Windes oder einer anderen Energiequelle.

Es ist noch gar nicht so lange her, da verursachten reißende Ströme, tosende Orkane und gewaltige Feuersbrünste nur entsetzliche Verwüstungen. Deshalb fürchteten sich die Menschen vor ihnen. Inzwischen haben sie gelernt, die Naturkräfte zu nutzen.

Könnt ihr euch vorstellen, daß sich ein Fahrrad von selbst in Bewegung setzt und die Straße entlangfährt, ohne daß es jemand antreibt? Ihr wißt, das ist unmöglich.

Die Maschinen bewegen sich erst, wenn eine Kraft sie antreibt.

Auch die Maschinen arbeiten, aber ganz anders als wir Menschen. Die Maschinen wissen nicht, was sie tun. Deshalb müssen wir ihre Arbeit überwachen.

Wenn eine Maschine zu arbeiten beginnt, achtet sie nicht darauf, was sie tut. Sie schmiedet glühenden Stahl, zerquetscht aber auch unsere Hand, wenn wir die Ar-

beitsschutzbestimmungen nicht beachten. Um die Maschinen richtig einsetzen zu können, muß man Fachmann sein: Facharbeiter oder Ingenieur. Unter den Händen der Fachleute arbeiten die Maschinen gefahrlos. Die Fachleute kennen alle Einzelteile der Maschinen und wissen, wie die Maschinen eingestellt, in Gang gesetzt und ausgeschaltet werden müssen und für welche Arbeiten sie geeignet sind. Wenn etwas an den Maschinen entzweigt oder wenn sie stehenbleiben, können die Fachleute sie reparieren.

Wie entstehen aber nun die Maschinen?

Sie werden in gemeinsamer Arbeit von Wissenschaftlern, Ingenieuren und Arbeitern geschaffen.

Was die Wissenschaftler erforschen, teilen sie den Ingenieuren mit. Die Ingenieure überlegen sich die Konstruktion der neuen Maschine. Sie beraten sich in den Fabriken mit den Technikern und Arbeitern, und schließlich kann die Maschine aus Metallen oder Kunststoffen gebaut werden.

Wir leben in der Wunderwelt der Maschinen, und in dieser Welt wollen wir uns umsehen.



DIE HAND ALS HELFER BEI DER ARBEIT

Wir legen unsere Hand auf den Tisch und versuchen sie zu zeichnen. Sie stellt mit ihren vielen kleinen Knochen, ihren Muskeln und Sehnen kein einfaches Modell dar. An einer Stelle ist die Haut locker und faltig, an einer anderen wieder straff gespannt, blaue Äderchen verzweigen und überkreuzen sich, und in alle Richtungen verlaufen Furchen und Linien. Wir können unsere Hand auf unzählig verschiedene Art und Weise zeichnen, je nachdem, wie wir die Finger halten: wir können sie ausstrecken, zusammenballen, krümmen, übereinanderlegen oder auseinanderspreizen —

jeden für sich oder zu zweit und zu dritt. Selbst wenn wir die Hand tausendmal zeichnen, wird jedes Bild anders sein.

Es gibt kaum etwas auf der Welt, das wunderbarer wäre als die menschliche Hand!

Stellen wir uns einmal vor, wie schwierig unser Leben ohne die Hände wäre: wir könnten uns nicht ankleiden, nicht waschen, könnten nicht essen und schreiben, ja nicht einmal lesen oder spielen. Nur mit Mühe könnten wir uns vom Fußboden erheben, und sogar unsere Bewegungen wären ohne die Hände unsicher.

Was wir uns auch ausdenken — nur mit Hilfe der Hände können wir es verwirklichen.

Nur der Mensch hat Hände!

Und wie steht es mit den Menschenaffen?

Der Unterschied zwischen der menschlichen Hand und der „Hand“ des Affen ist enorm! Die Affen können Gegenstände nur mit vier Fingern greifen. Sie können die Hand nicht zusammenballen. Ihre Finger sind länger, nur der Daumen ist viel kürzer als bei uns, er ist verkümmert. Wenn wir etwas ganz fest halten wollen, legen wir noch den Daumen darüber. Dazu ist der Affe nicht imstande.

Wenn wir unsere Hand durch eine Lupe betrachten, tut sich ein merkwürdiges Bild vor uns auf. Das scheint die schrumpflige, glänzende Haut eines Ungeheuers zu sein, aus der die Härchen wie lange Stacheln herausragen. Auch unsere Fingerkuppen bieten einen überraschenden Anblick: wir entdecken auf ihnen vielfach verschlungene Linien. Wenn wir sie mit Farbe bestreichen und auf ein Stück Papier drücken, ergibt jede Fingerkuppe ein anderes Labyrinth. Deshalb kann man an den Fingerabdrücken jeden Menschen ebenso gut erkennen wie nach seinem Foto.

Infolge der Furchen und Linien haften unsere Hände besser an den Gegenständen, die wir anfassen. Wären sie ganz glatt, würde alles, was wir anfassen, uns leicht aus den Händen gleiten.

Unsere Hände können wir auf die verschiedenste Art und Weise gebrauchen, so, wie es die Arbeit gerade erfordert. Sie können wie Keulen wirken oder wie Schneid-, Zerreiß-, Spann-, Kneif-, Schab-, Greif- und Grabhilfen, und sie dienen noch vielen anderen Zwecken, die wir hier gar nicht alle aufzählen können.

Zur Zeit der ersten Menschen, man schätzt, daß das ungefähr vor einer Million



FINGERABDRUCK

Jahren war, gab es keine andere Arbeitshilfe als die Hände des Menschen. Die menschliche Hand ist also der älteste Helfer des Menschen bei seiner Arbeit.

Wenn ihr eure Hände mit denen anderer Kinder vergleicht, werdet ihr feststellen, daß sie zwar alle ähnlich sind, sich aber doch voneinander unterscheiden. Der eine hat kräftigere Hände, der andere schwächere, bei dem einen sind sie kleiner, bei manchem sind sie ziemlich knochig, beim anderen wieder ausgepolstert. Auch die Finger sind nicht bei allen gleich: bei manchem wirkt der Ringfinger neben dem Mittelfinger wie ein Zwerg. Es gibt auch Hände, bei denen der kleine Finger fast genauso groß ist wie der Ringfinger. Nun vergleicht eure Hände einmal mit denen von Erwachsenen: bei ihnen sind sie größer und knochiger, und die Adern treten stärker hervor. Alte Leute haben runzlige Hände. Die Hände des Maurers sind kräftig, auch die Haut ist dicker. Noch kräftiger sind die Hände des Schmieds. Die Hände des Bauern sind sonnengebräunt und muskulös, die des Verwaltungsangestellten heller und weicher. Wer gut beobachten kann, wird feststellen, daß eine häufig wiederholte Arbeit, ein oft benutztes Gerät, die Hand des Menschen formen kann. Wo die Hand mit dem Gerät in Berührung kommt, dort wird die Haut am meisten beansprucht, dort wird sie hart und schwielig. Stets hinterläßt die Arbeit ihre Spuren an den Händen des Menschen.

Mit der bloßen Hand kann man jedoch keine Steine zerbrechen, keine glühende Kohle anfassen, keine Löcher bohren und keine Bäume fällen.

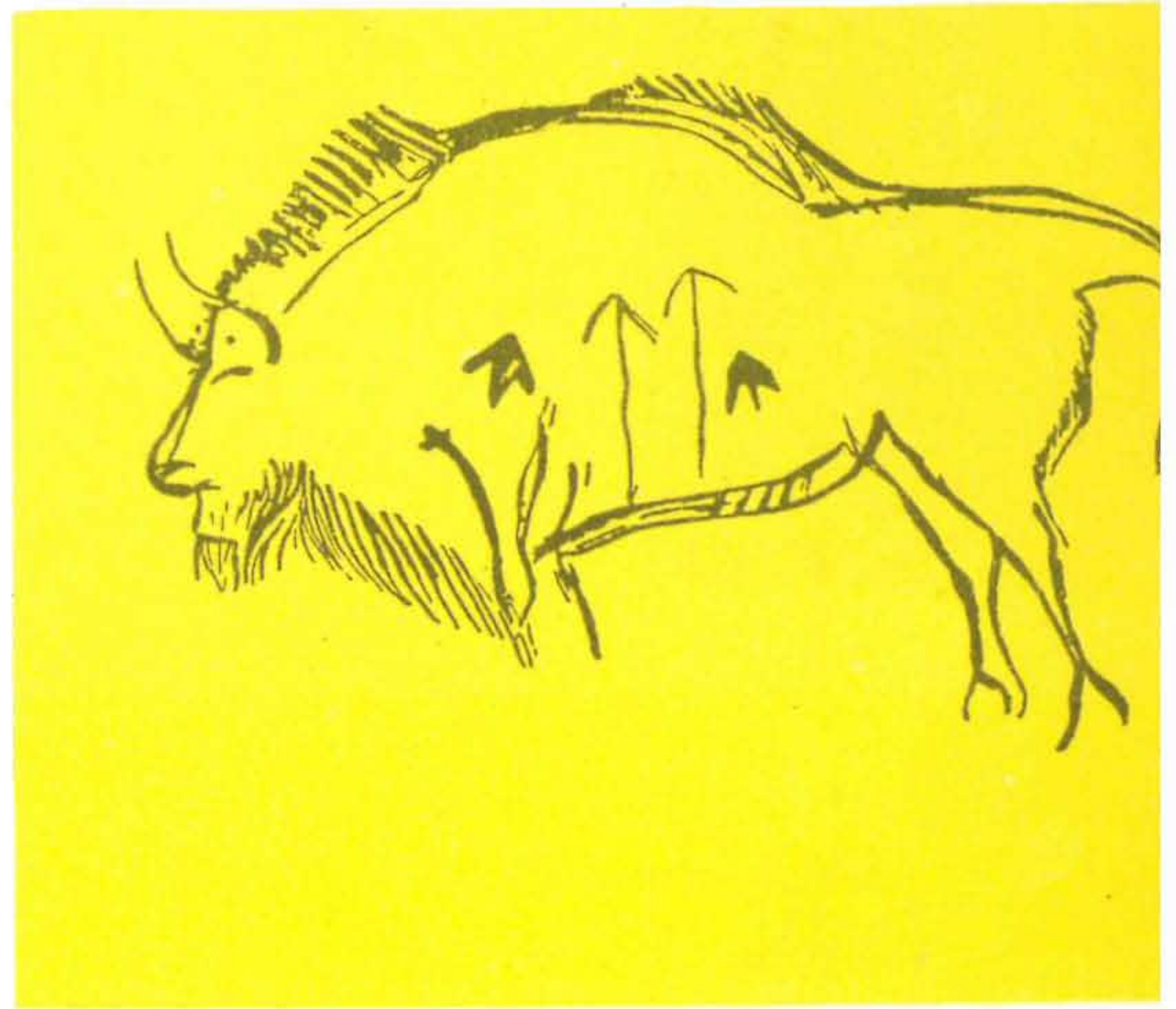
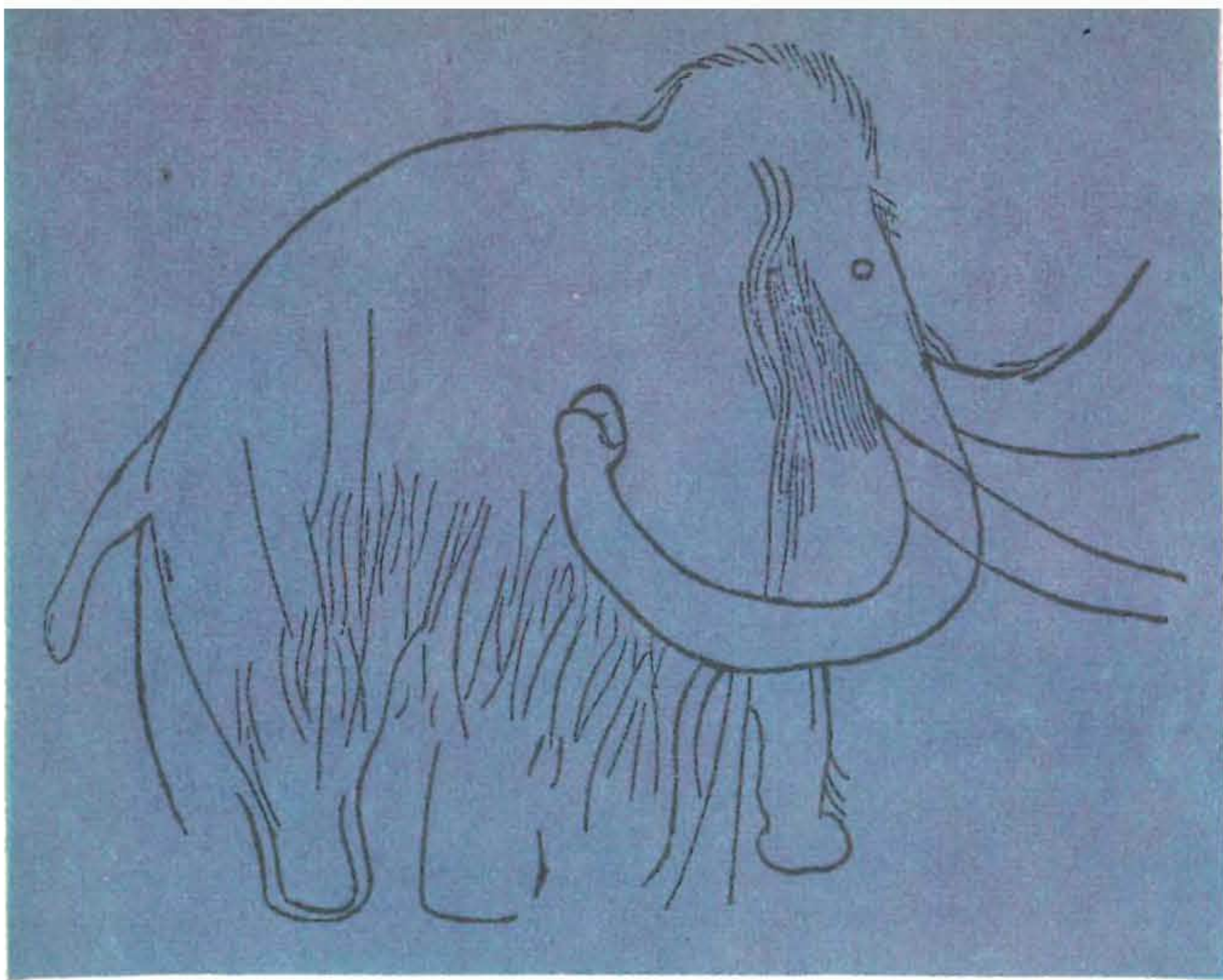
Es sind die Werkzeuge, die die Kraft unserer Hände vervielfachen. Mit der Zange kann man einen Gegenstand besser zusammenrücken als mit der Hand, mit einem Hammer wird der Schlag wirksamer, und erst mit der Axt und mit der Säge kann man Holz bearbeiten.

Die Werkzeuge benutzen wir zum Bau von Maschinen. Die Maschinen können mehr Arbeit leisten als irgendein Mensch, auch wenn Werkzeuge seine Hände unterstützen.

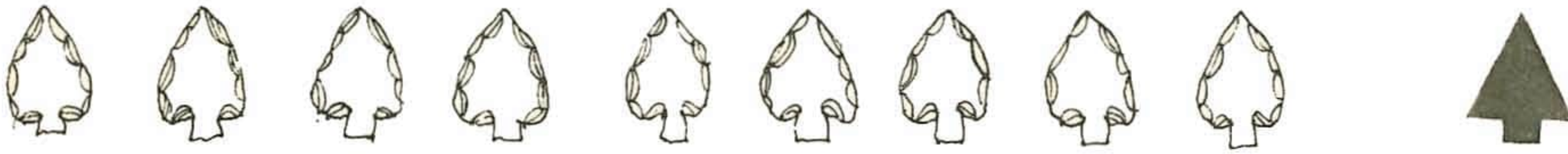
Unsere Hand ist ein feiner, empfindlicher Apparat. Sie zeigt uns an, ob ein Gegenstand, den wir berühren, kalt oder warm, hart oder weich, glatt oder rauh ist. Auch wenn wir den Gegenstand nicht sehen, können wir ihn mit der Hand abtasten und sagen, welche Gestalt er hat.

Oft hören wir Ausdrücke wie: der Ball ging nur handbreit am Tor vorbei, oder: wir schneiden uns eine fingerdicke Scheibe Brot ab, oder: wir erfrischen uns im Sommer mit einer Handvoll Kirschen. Hand und Finger benutzen die Menschen seit grauer Vorzeit als Maße. Die Hand ist also unsere älteste Maßeinheit.

Als die Menschen noch nicht zählen konnten, zeigten sie mit den Fingern, welche Menge sie meinten. Also ist die Hand auch unser ältestes Hilfsmittel beim Zählen.



DIE „WISSENSCHAFT“ DER URMENSCHEN



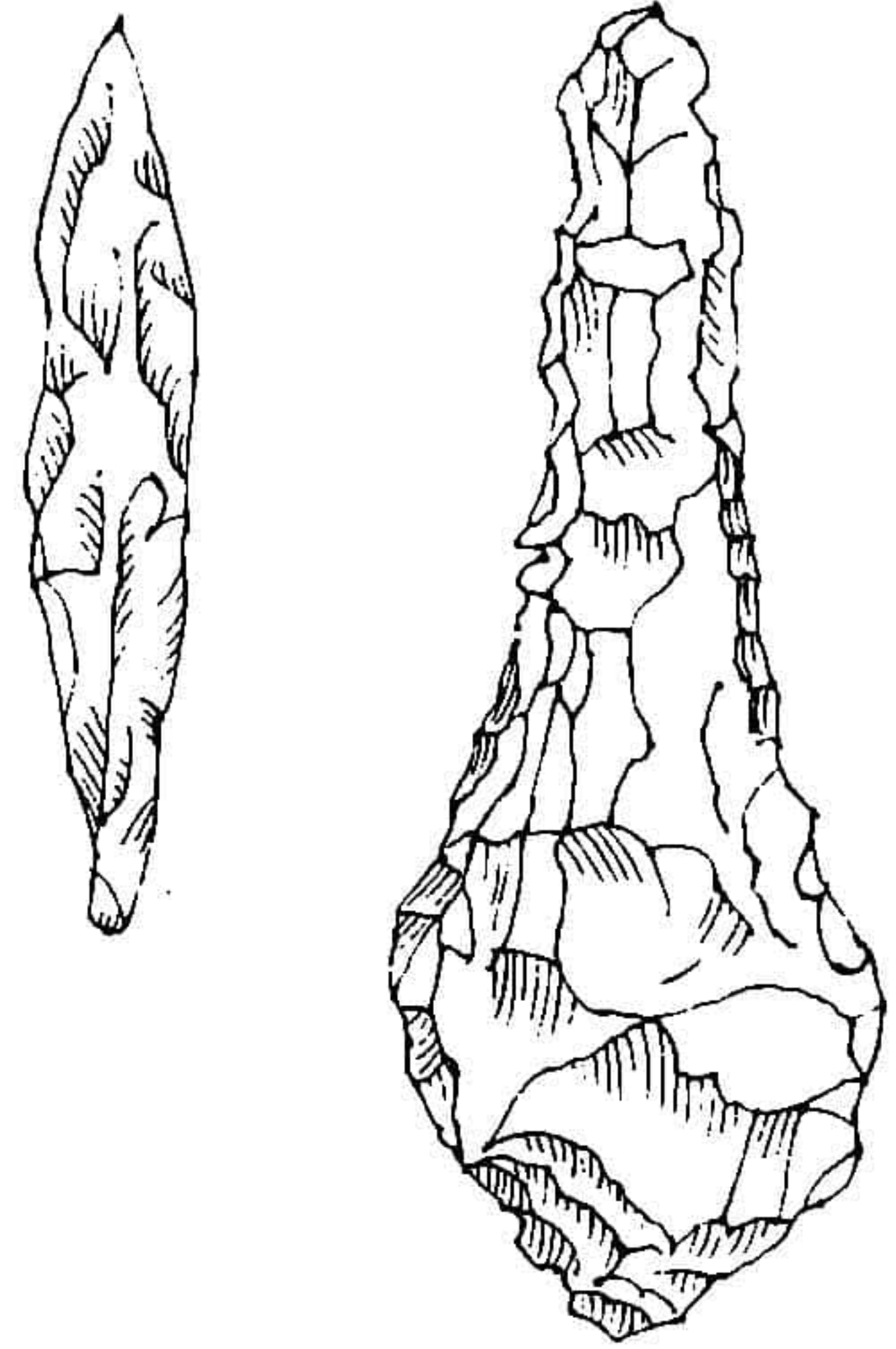
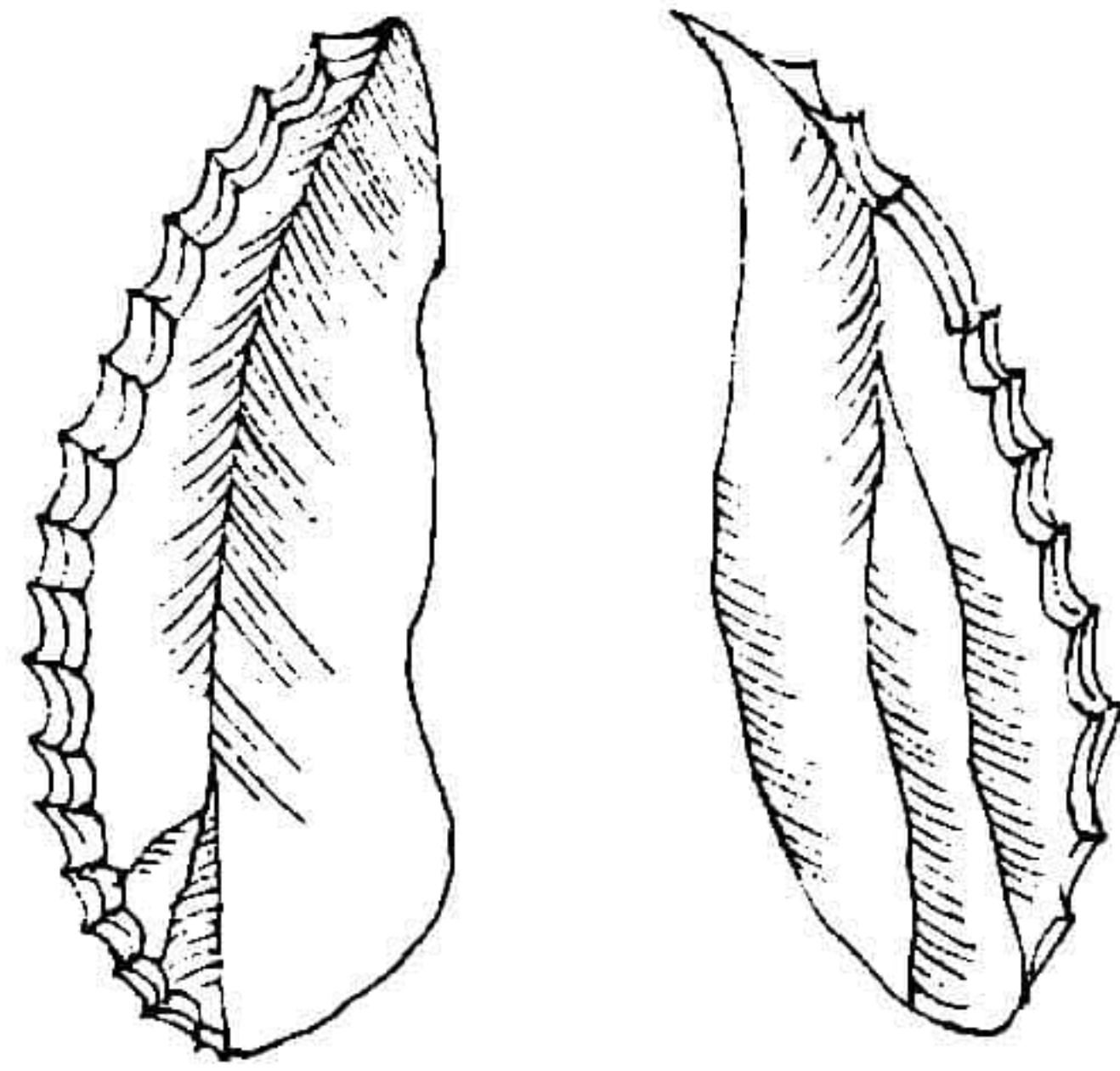
Die Urmenschen lebten vor Hunderttausenden von Jahren, und doch können wir uns ein recht genaues Bild von ihnen machen. Auf Grund wissenschaftlicher Forschungen und mit etwas Phantasie können wir uns nicht nur die Landschaft, sondern auch die Lebensweise dieser ersten Menschen gut vorstellen.

Die Erde war zu jener Zeit noch in einem Urzustand: dichte, undurchdringliche Wälder und endlose Grassteppen wechselten mit schroffen Felsgebirgen neben tiefen Abgründen. Sie bildeten mit reißenden Strömen und sumpfigen, schilfbewachsenen Gewässern eine Urwildnis, in der Raubkatzen umherschlichen, Rüsseltiere den Boden stampften, wilde Herden umherzogen. In dieser Urwildnis also lebten Urmenschen. Es gab noch keinerlei Städte oder Dörfer, nicht einmal Häuser, es gab keine wohlbestellten Felder, und keine Wege führten durch die Landschaft.

Die Menschen streiften in Horden umher und zogen sich in Höhlen zurück, wenn fern von ihrem Lagerplatz die Nacht mit all ihren Schrecknissen über sie hereinbrach.

Die Menschen wußten sehr wenig von der Welt. Andererseits besaßen sie doch manche Fähigkeiten, die uns heute fehlen.

Die meisten Menschen von heute wüßten nicht, welche Knollen und Wurzeln eßbar wären, sie könnten viele giftige und eßbare Beeren und Pflanzen nicht unterscheiden. Wenn sie ohne Jagdwaffe mit knapper Mühe und Not ein Tier erbeutet hätten, wären sie gewiß nicht imstande, es roh zu verzehren. Unser Gebiß ist nicht so kräftig, wie es das der Urmenschen war, und wir könnten von ungekochten Speisen nicht leben, denn unser Organismus wäre nicht daran gewöhnt. Die abgezogene Haut könnten nur Gerber bearbeiten. Auch wüßten wir heute nicht, wie wir ohne



URALTE STEINGERÄTE

Streichhölzer und Feuerzeug Feuer machen könnten und wie wir es bei feuchtem Wetter bewahren sollten. Der Mensch von heute könnte sich keinen Faustkeil anfertigen, höchstens wenn ihm zufällig ein großer Knüppel oder spitzer Stock in die Hände fiel, wäre er in der Lage, sich gegen ein wildes Tier zur Wehr zu setzen. Es fällt nämlich durchaus nicht leicht, sich auch nur das einfachste Steinwerkzeug, einen Faustkeil, selbst zu verfertigen. Dazu muß man wissen, welches Gestein hart genug ist und sich trotzdem gut spalten läßt. Auch muß man wissen, wie man zwei Steine aneinanderschlägt, damit sie genau dort auseinanderplatzen, wo wir es wünschen.

Könnten wir in dieser Urwelt etwa wie Robinson leben? Der berühmte Romanheld kam ja schließlich auf eine unbewohnte Insel, lebte dort ganz allein und zimmerte sich ein hübsches Haus zusammen, baute auch Gerste an und buk eine Art Brot, zähmte Tiere, legte sogar eine Wasserleitung an und schuf sich so ein angenehmes Zuhause.

Aber Robinson besaß ein Gewehr und alle möglichen Geräte! Er war, bevor er schiffbrüchig wurde, zur Schule gegangen und hatte unter Menschen gelebt, die schon Häuser bauten und vielerlei Werkzeug be-

nutzten. Robinson wußte, woraus er die einzelnen Dinge anfertigen konnte.

Wenn wir uns jetzt plötzlich in der Zeit der Urmenschen befänden, könnten wir nicht so wie Robinson leben. Denn es nützte uns gar nichts, wenn wir wüßten, wie man Häuser und Feuerstellen baut, wie man ein Bett, einen Tisch und Stuhl aus Holz tischlert, wie man Waffen produziert und auch Kleidung. Wir könnten das alles nicht herstellen, denn wir hätten nicht die Werkstoffe und Werkzeuge dazu.

Der Urmensch lernte von der Natur. Sein großer Vorteil gegenüber anderen Lebewesen war es, daß er wichtige Beobachtungen und Erfahrungen seiner Gemeinschaft und seinen Kindern mit Hilfe einer ständig verfeinerten Sprache übermitteln konnte. Ein Schwert, ein Haus, ein Kleidungsstück oder einen Brotlaib konnte er sich zwar nicht vorstellen, solange es solche Dinge noch nicht gab. Aber ständig verbesserte er seine Arbeitsgeräte und seine Lebensumstände. Zuerst begnügte er sich zum Beispiel mit zufällig gefundenen spitzen oder scharfkantigen Steinen als Werkzeug. Später — es mag etwa vor 700 000 Jahren gewesen sein — fing er an, sich die Form vorzustellen, die seiner Meinung nach eine brauchbare Steinklinge haben mußte. Er bemühte sich dann, einen der-

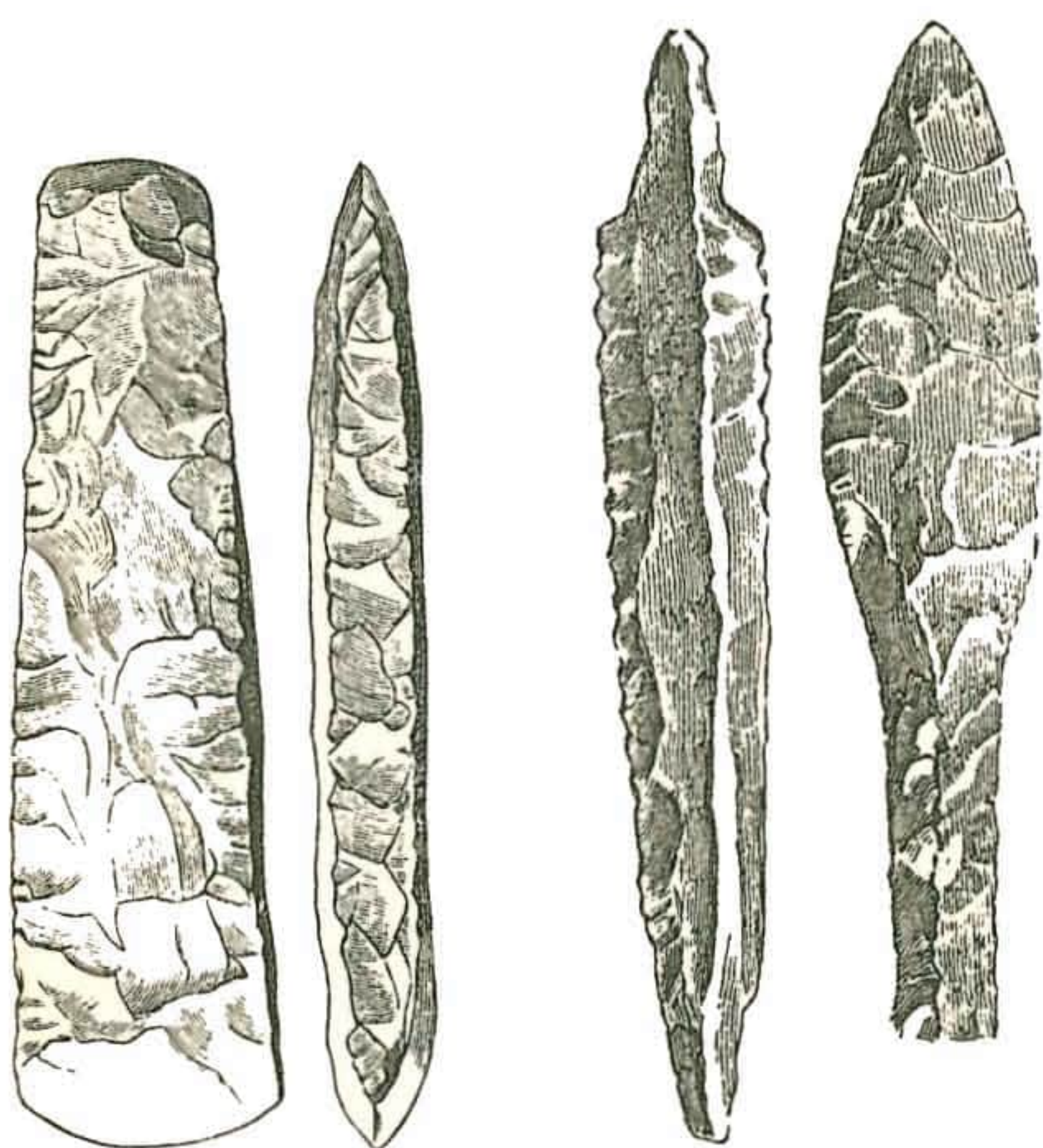
artigen Splitter aus einem größeren Stein herauszuschlagen. Mit anderen Worten: er begann, seine Werkzeuge nach einem bestimmten Plan anzufertigen. Und zwar nicht nur im Falle der steinernen Werkzeuge, sondern auch bei der Herstellung spitzer oder scharfer Stücke aus Knochen und Holz. Er lernte immer härtere Gesteinsarten zu bearbeiten, sie nicht nur in der Form von Splintern von einem größeren Stück abzuschlagen, sondern die gewünschte Form auch durch Abschlagen herausragender, nicht in den Fertigungsplan passender Buckel an dem herzustellenden Stück zu erhalten. Die Rohlinge wurden dann in geduldiger Schleifarbeit zu zweckentsprechenden Steinäxten oder Faustkeilen veredelt. Lange spitze und scharfe Splitter ließen sich zu vielerlei Zwecken verwenden: zum Abschaben der Fleisch- und Fetteile von Tierhäuten, zum Schneiden und Glätten von Holzstücken, zum Zerlegen erbeuteter Tiere, für die Jagd

und für den Kampf. Lanzen mit Steinsplintern an der Spitze waren viel zweckmäßigere und zuverlässigere Waffen als die, die zu Anfang den Urmenschen zur Verfügung standen.

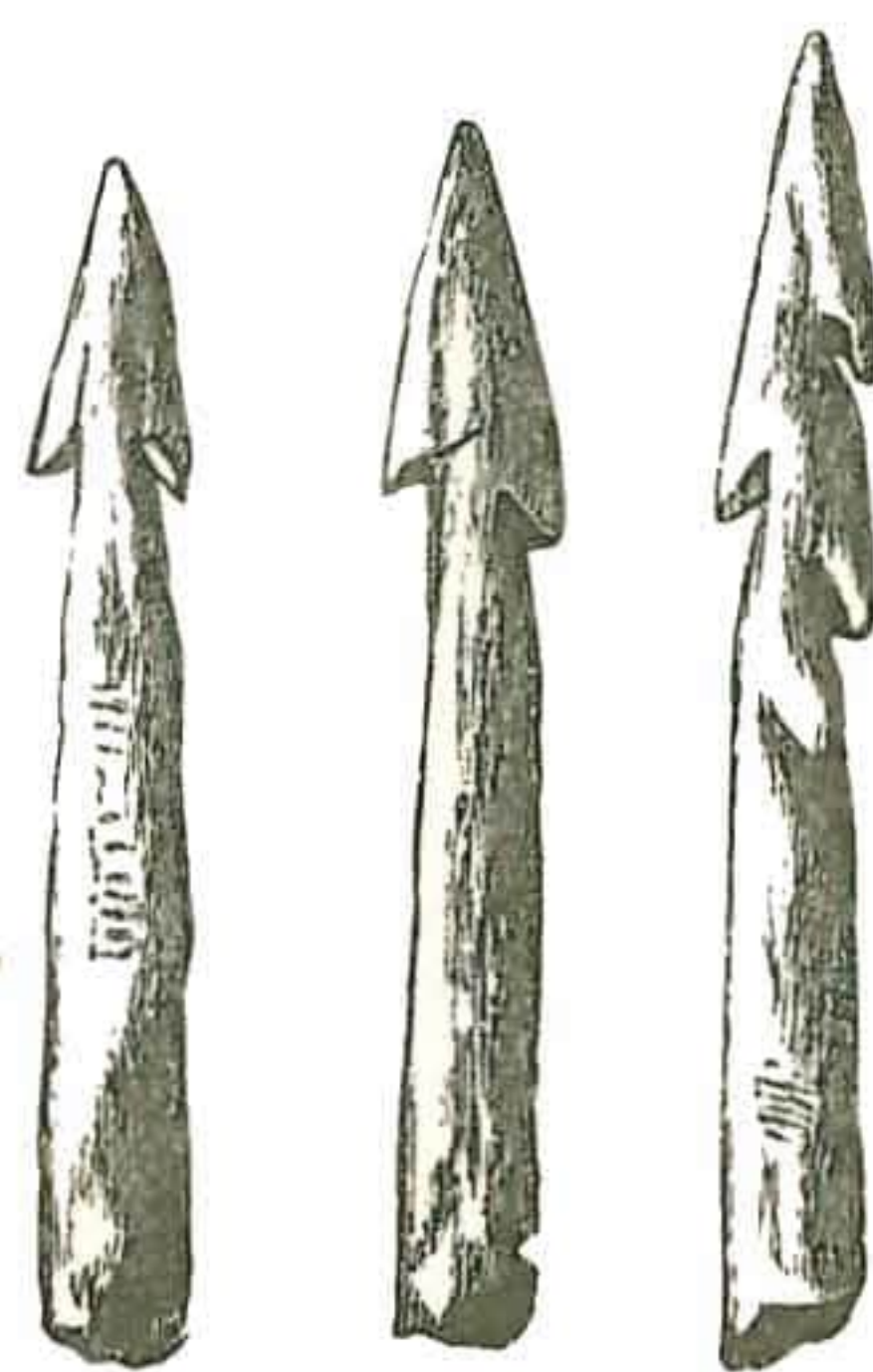
Noch später — vor etwa 50 000 Jahren — genügten die Werkzeuge aus Stein und Holz nicht mehr. Die Urmenschen benutzten nun auch solche aus Knochen. Sie hatten nämlich festgestellt, daß man eine aus diesem Material gefertigte Klinge nachschärfen konnte. Das war eine wichtige Entdeckung, denn sie bedeutete, daß man das Gerät nicht jedesmal neu anfertigen mußte. Aus Knochen stellte man Harpunen und Dolche her. Auch die Nadel und andere Fellbearbeitungsgeräte aus Knochen wurden erfunden, und jetzt konnte man die Häute bereits zu richtigen Kleidungsstücken zusammennähen.

Wiederum später — vor etwa 7 000 Jahren — waren die Werkzeuge und Geräte weiter vervollkommen worden. Das Le-

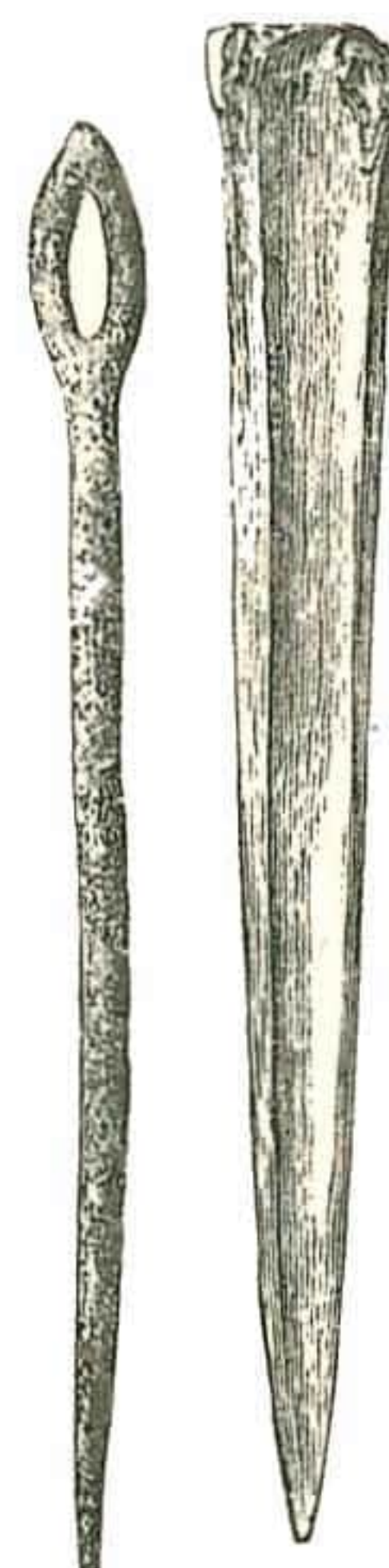
AUS STEINEN UND KNOCHEN
GEFERTIGTE GERÄTE

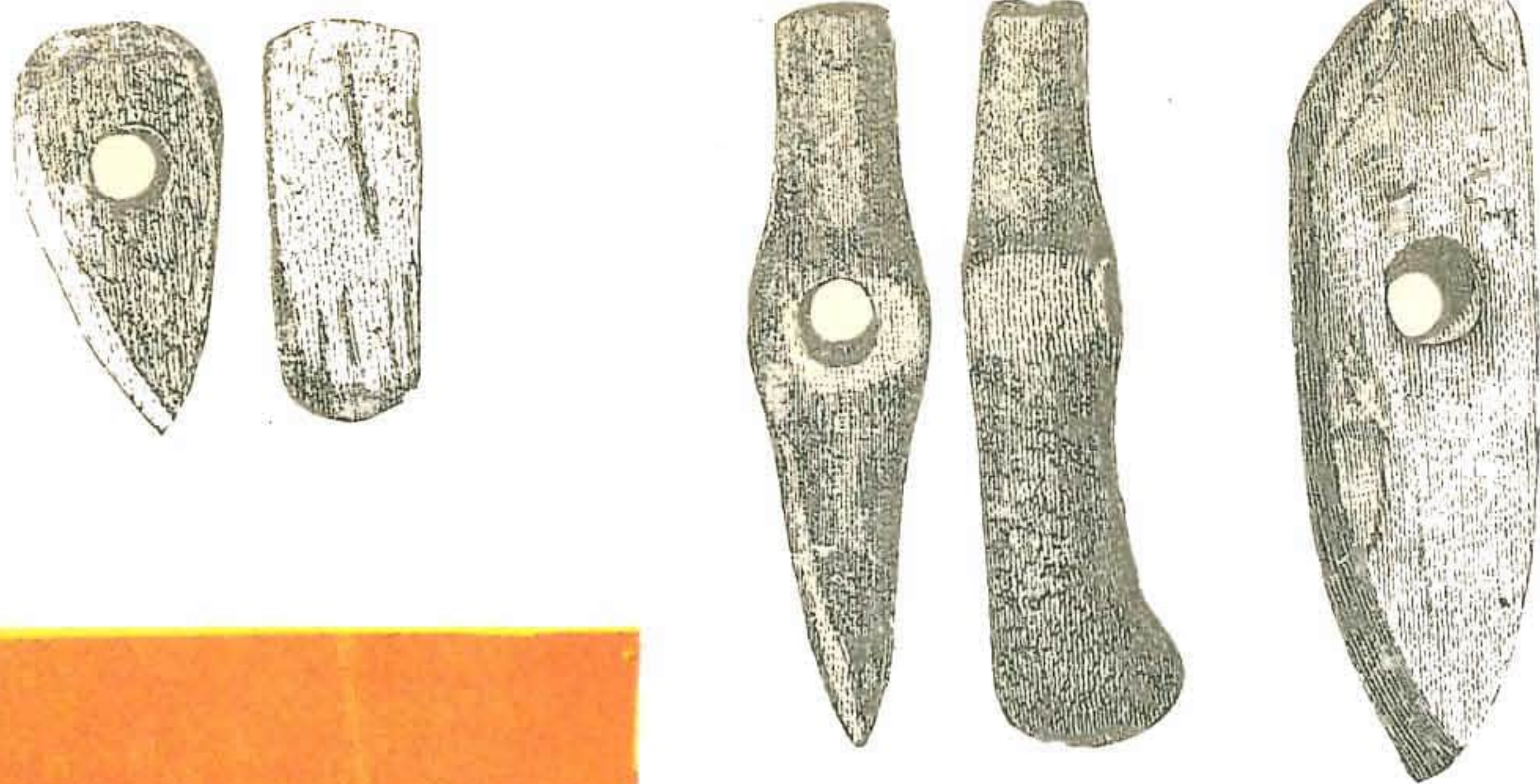


STEINKLINGEN UND
LANZENSPITZEN

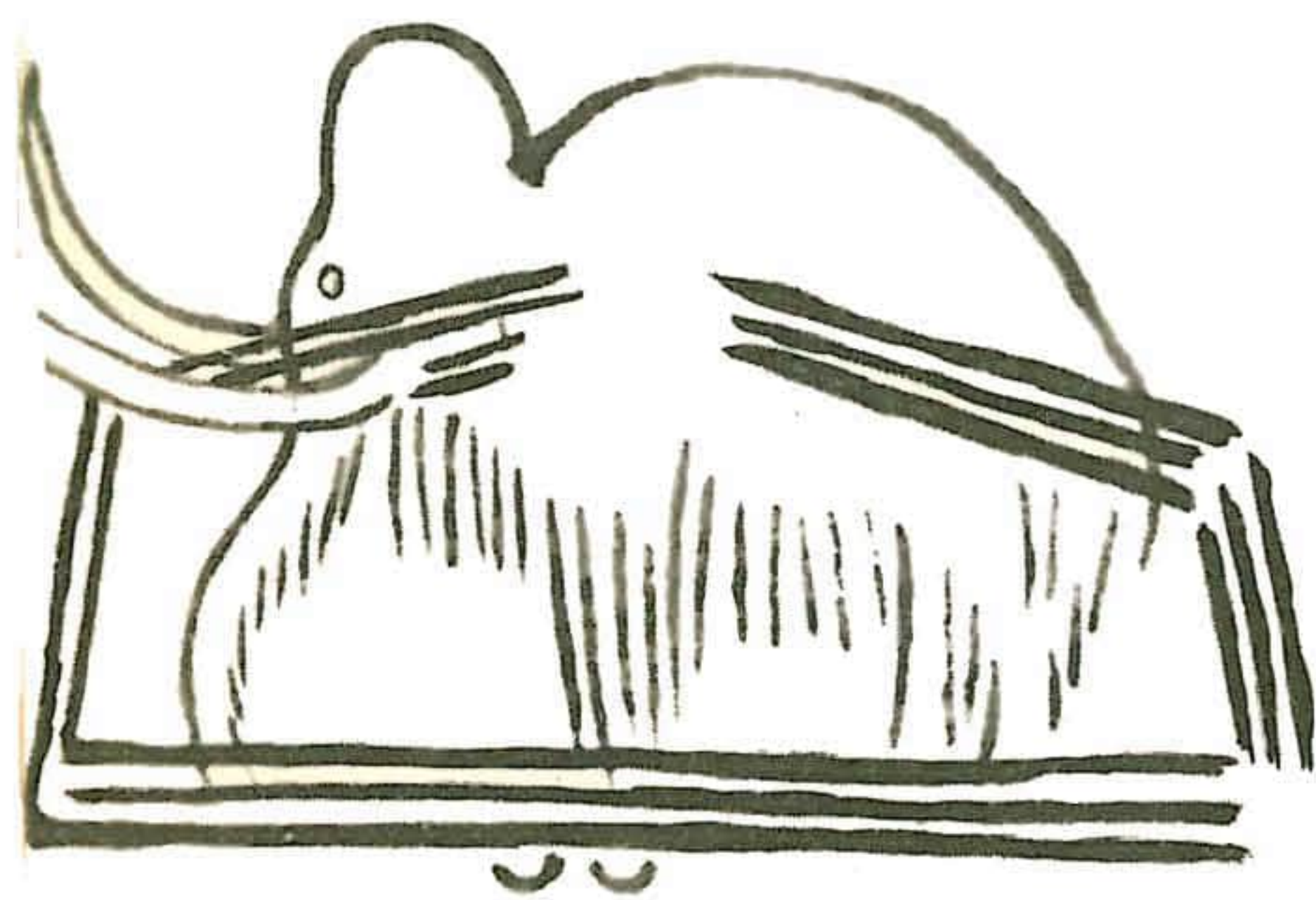
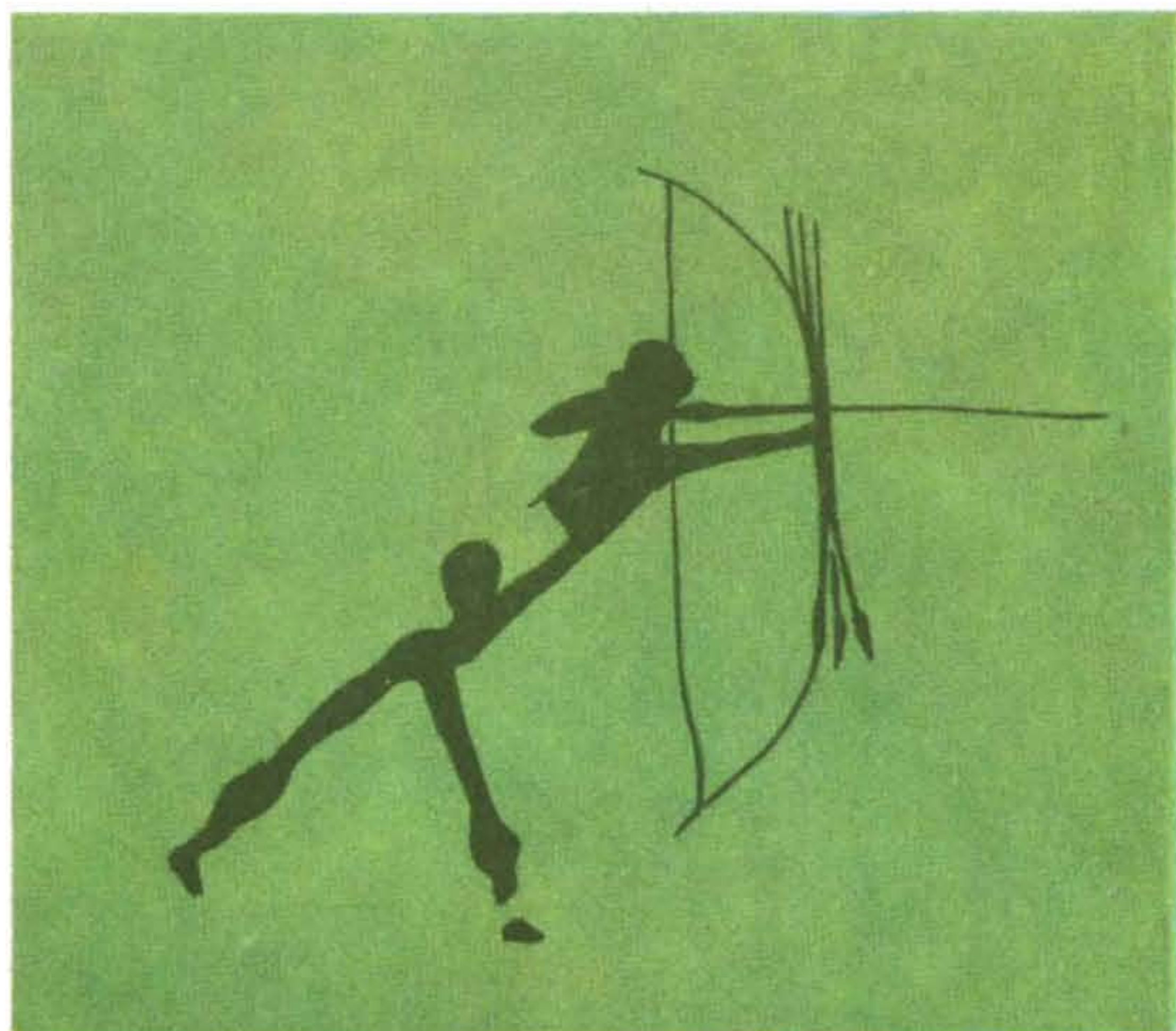
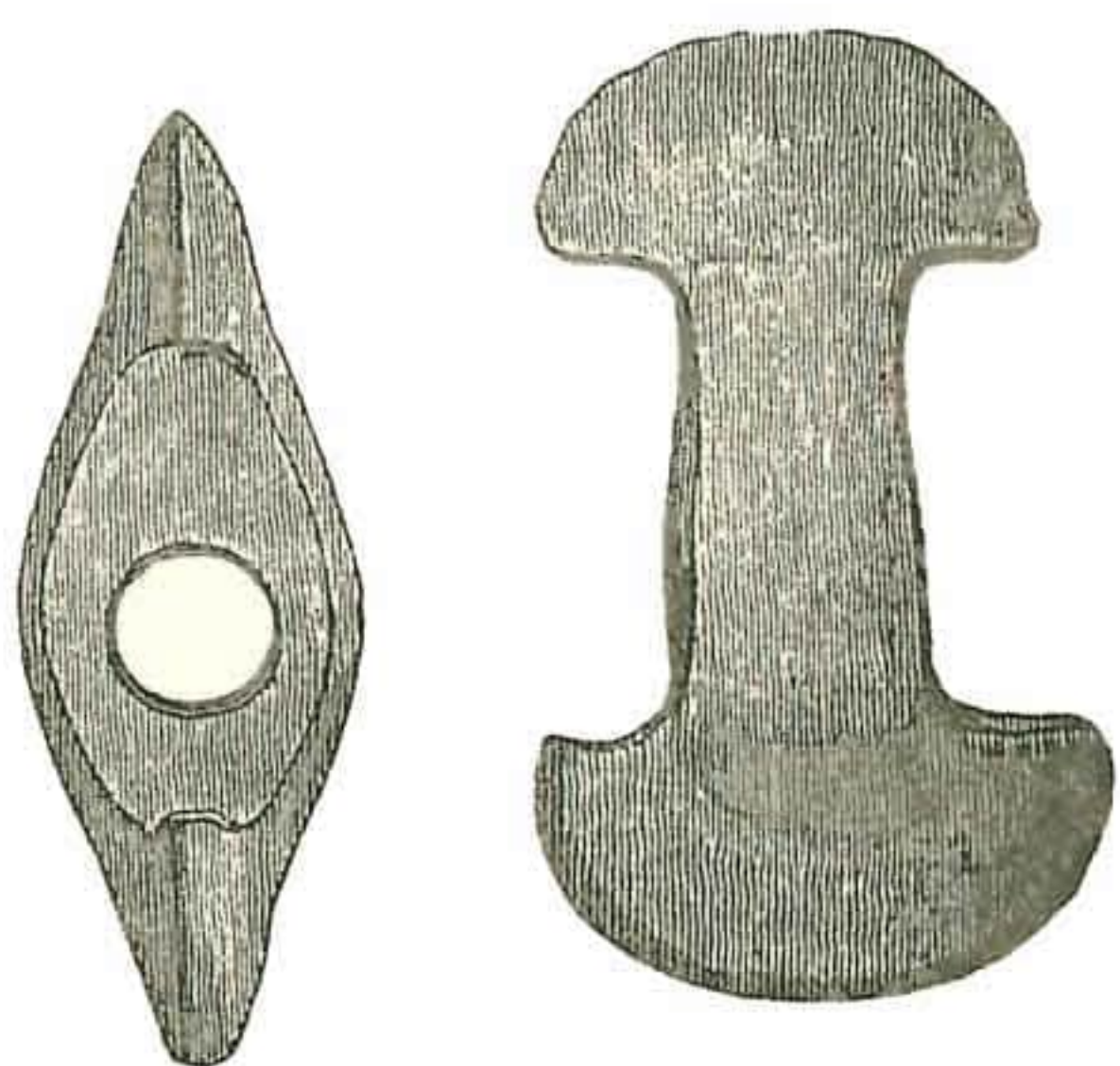


HARPUNEN,
NADELN UND
AHLEN AUS
KNOCHEN





POLIERTE
STEINBEILE



BOGEN
UND
TIERFALLEN
AUF
HÖHLEN-
ZEICH-
NUNGEN



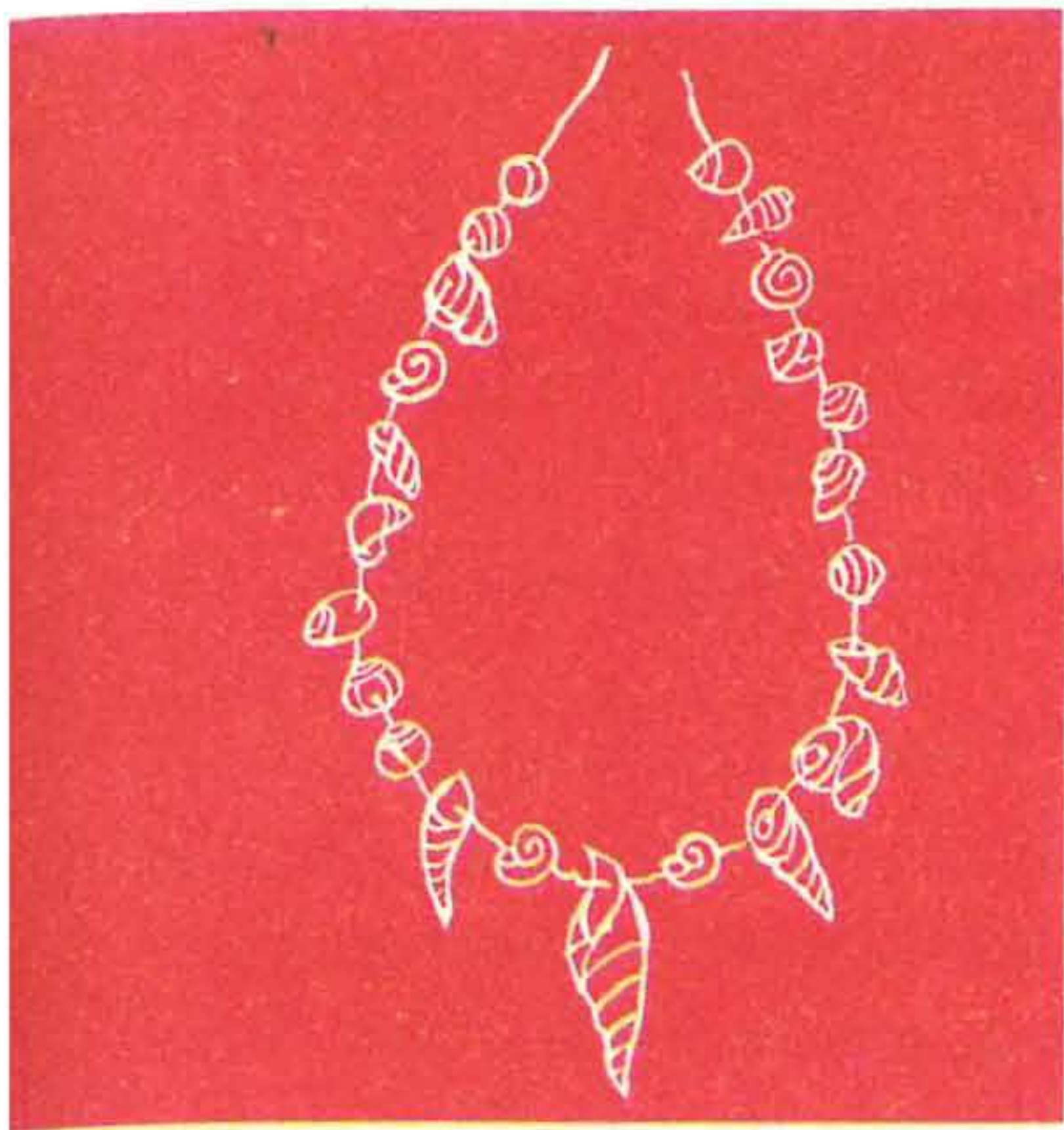
ben der Menschen verlor immer mehr von der früheren Unsicherheit. Nun konnten sie die Steine schon schleifen und immer feiner bearbeiten. Die geschliffenen Faustkeile waren zum Teil schon richtige Meisterleistungen. Nicht nur, daß die Arbeit mit ihnen noch einmal so gut ging, sie waren außerdem auch schön. Später wurden die Faustkeile sorgfältig durchbohrt, damit man Stiele in die Löcher einpassen und festbinden und die Werkzeuge so sicherer handhaben konnte.

Vielleicht war es die Beobachtung eines zurückschnellenden, elastischen Zweiges, die einen besonders intelligenten Urmenschen dazu brachte, das erste zusammengesetzte Werkzeug zu erfinden: Pfeil und Bogen. Nun brauchte man auf der Jagd nicht mehr unmittelbar mit dem Tier zu kämpfen, man konnte es aus der Ferne erlegen. So wurde die Jagd ungefährlicher, die Beute reicher und das Leben angenehmer. Es gab jetzt auch genug Tierhäute, so daß man Zelte daraus anfertigen konnte. Die Höhlen an Flußufern und Steilhängen konnten mit Fellen ausgelegt werden und waren nicht mehr so kalt.

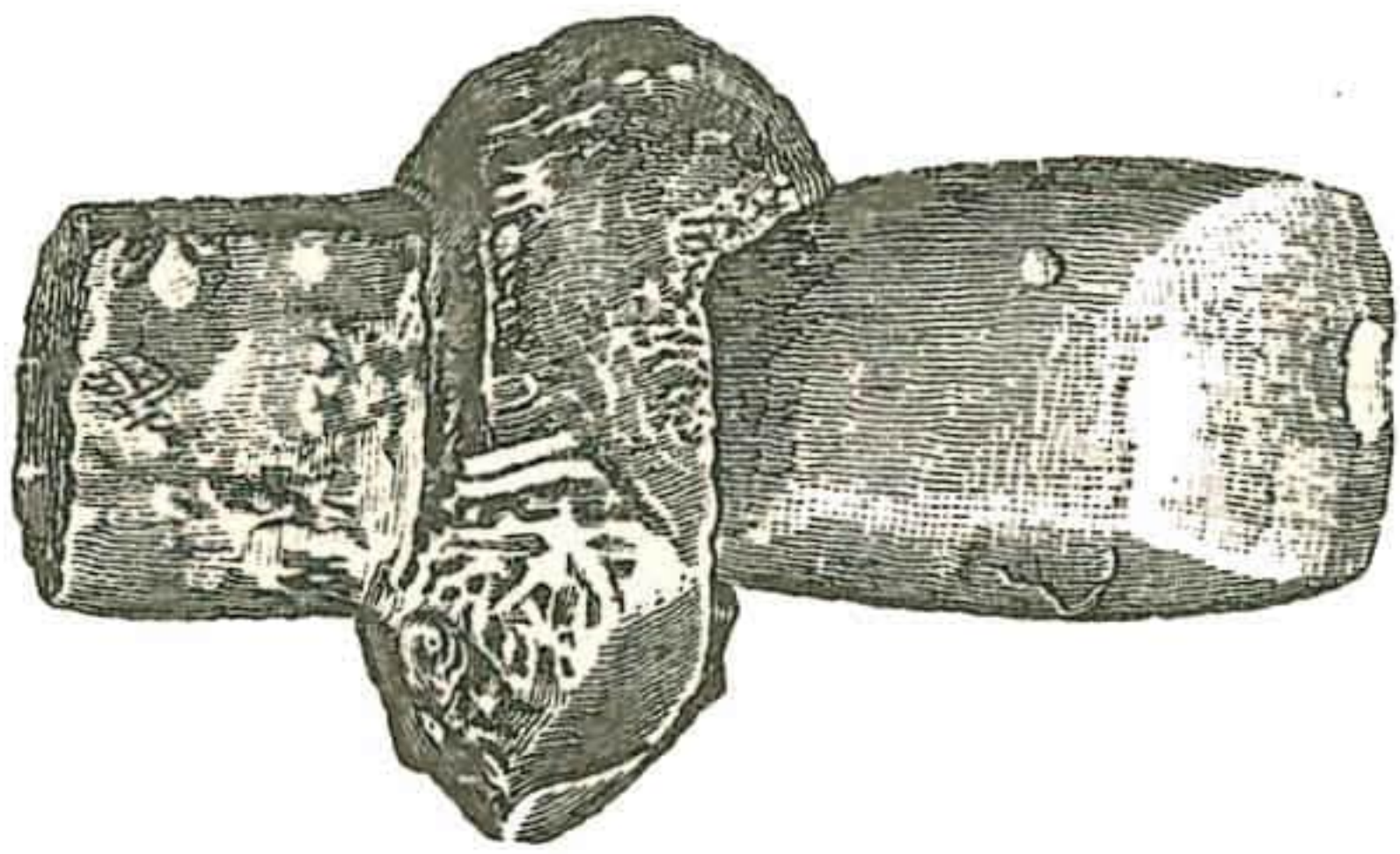
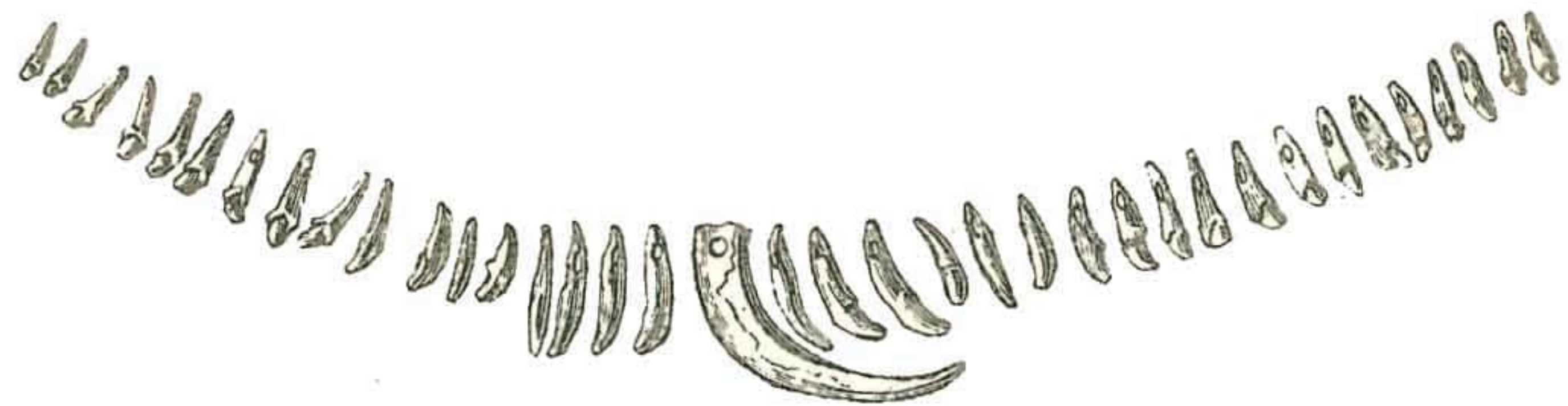
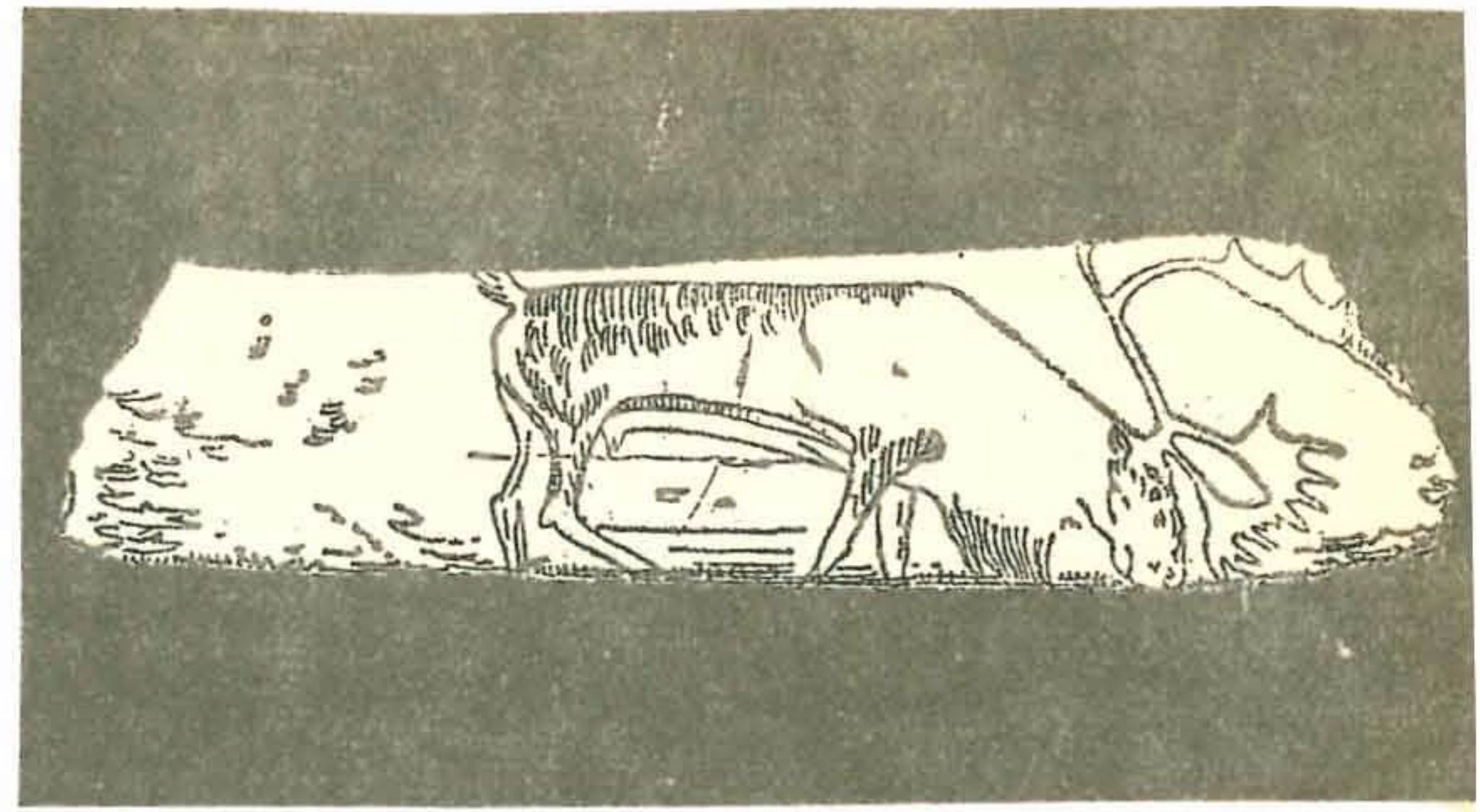
Die Feuerstätten wurden auf Fundamenten aus Stein angelegt und sorgfältig mit Lehm verputzt. Man hatte auch festgestellt, daß Zugluft für das Feuer sehr wichtig ist, und so schlug man über den Feuerstätten Abzüge durch die Höhlenwandungen.

Zum Erlegen des Wildes fertigten die Menschen sinnreich erdachte Fallen an. Das waren sehr oft schon richtige Maschinen, die sich in Bewegung setzen und die in sie geratenen Tiere selbsttätig töten oder bewegungsunfähig machen konnten, ohne daß ein Mensch zugegen zu sein brauchte. Darum können sie schon als eine Art steinzeitlicher Automaten gelten.

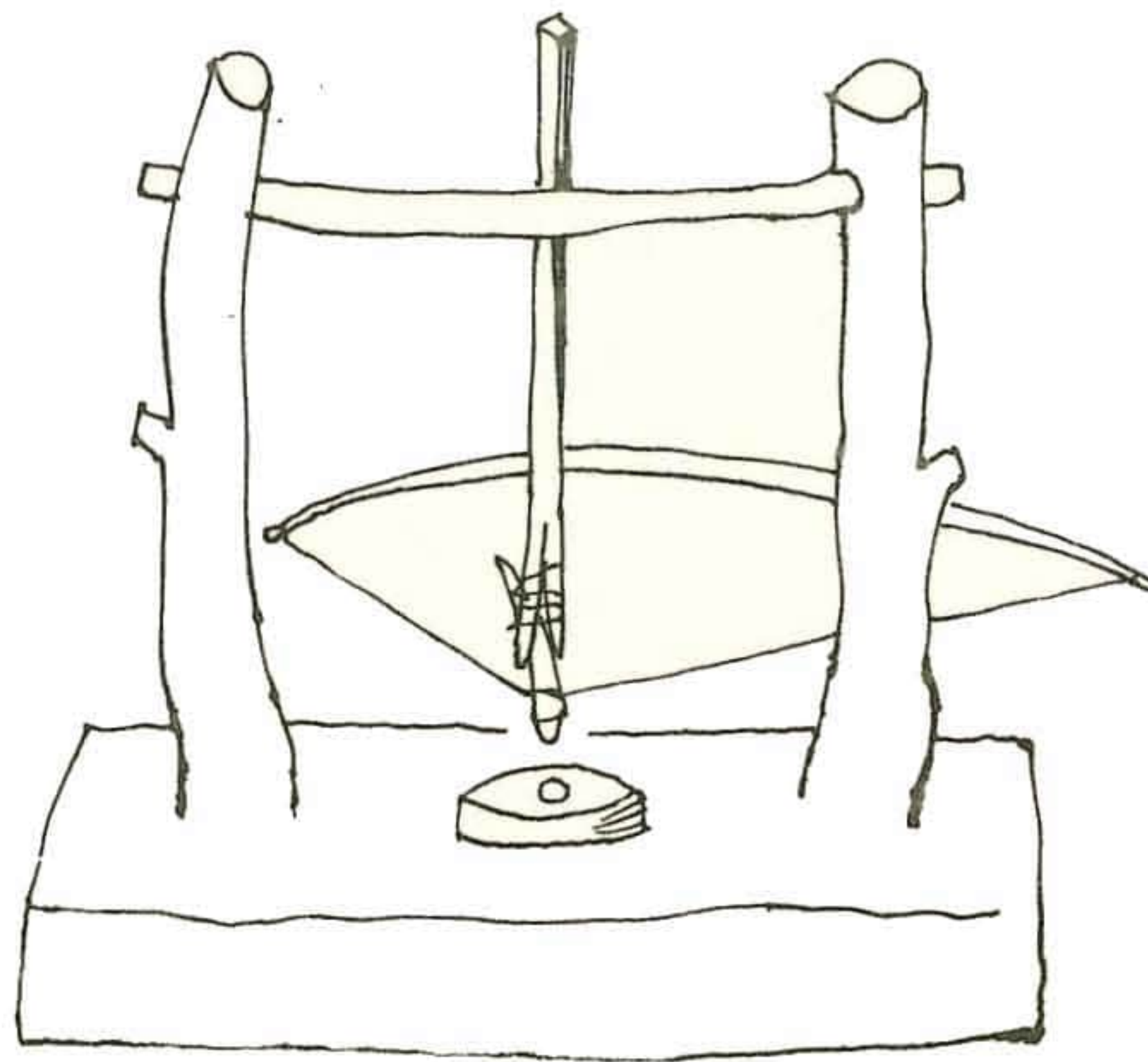
Jahrtausende vergingen, und immer neue und vervollkommnete Geräte entstanden.



AUS MUSCHELN, ZÄHNEN
UND KNOCHEN WURDEN
SCHMUCKSTÜCKE
GEFERTIGT



PRIMITIVES ZIMMERMANNSGERÄT



Neben den neuen und besseren Werkzeugen gab es bereits Gegenstände, die nur dazu dienten, die Menschen zu erfreuen. So wurden Schmuck- und Ziergegenstände angefertigt: aus durchbohrten Muscheln und den ausgebrochenen Zähnen der erlegten Tiere wurden zum Beispiel Halsketten aufgefädelt. Aus den Stoßzähnen der gejagten Mammuts fertigte man Armreifen, die mit Mustern verziert wurden.

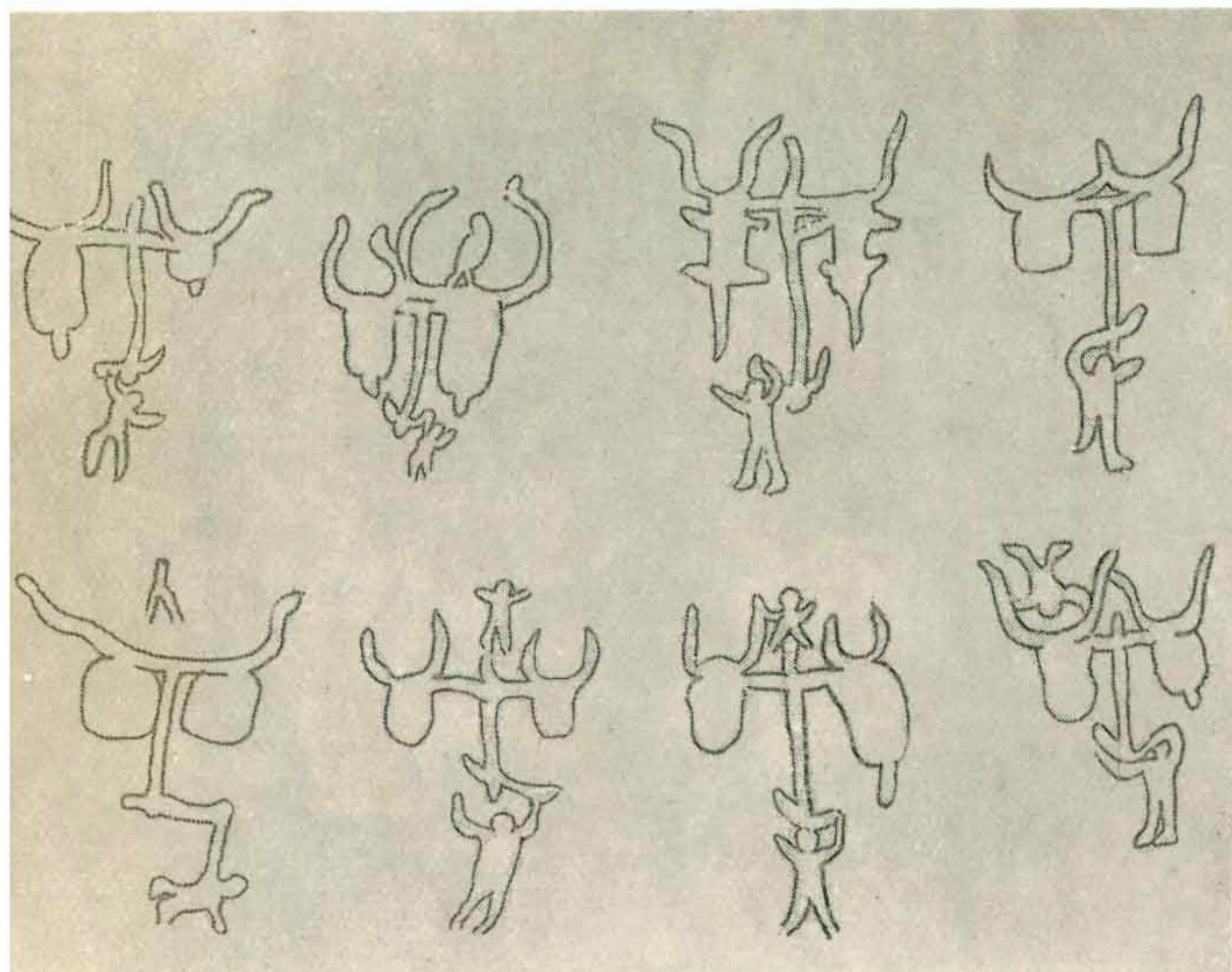
Die Menschen lernten auch, daß man mit harten, zugeschärften Knochen Holz spalten und schnitzen konnte. Aus Steinen stellten sie Hohlmeißel und Bohrer her. Die Frauen erfanden die Tongefäße; sie entdeckten auch, daß diese Gefäße haltbarer sind, wenn sie im Feuer gebrannt wurden. Die Waldbewohner schmückten ihre Holzgegenstände mit Schnitzereien, und die in den weiten Ebenen lebenden

Menschen bearbeiteten kunstvoll Knochen und Felle und flochten Körbe.

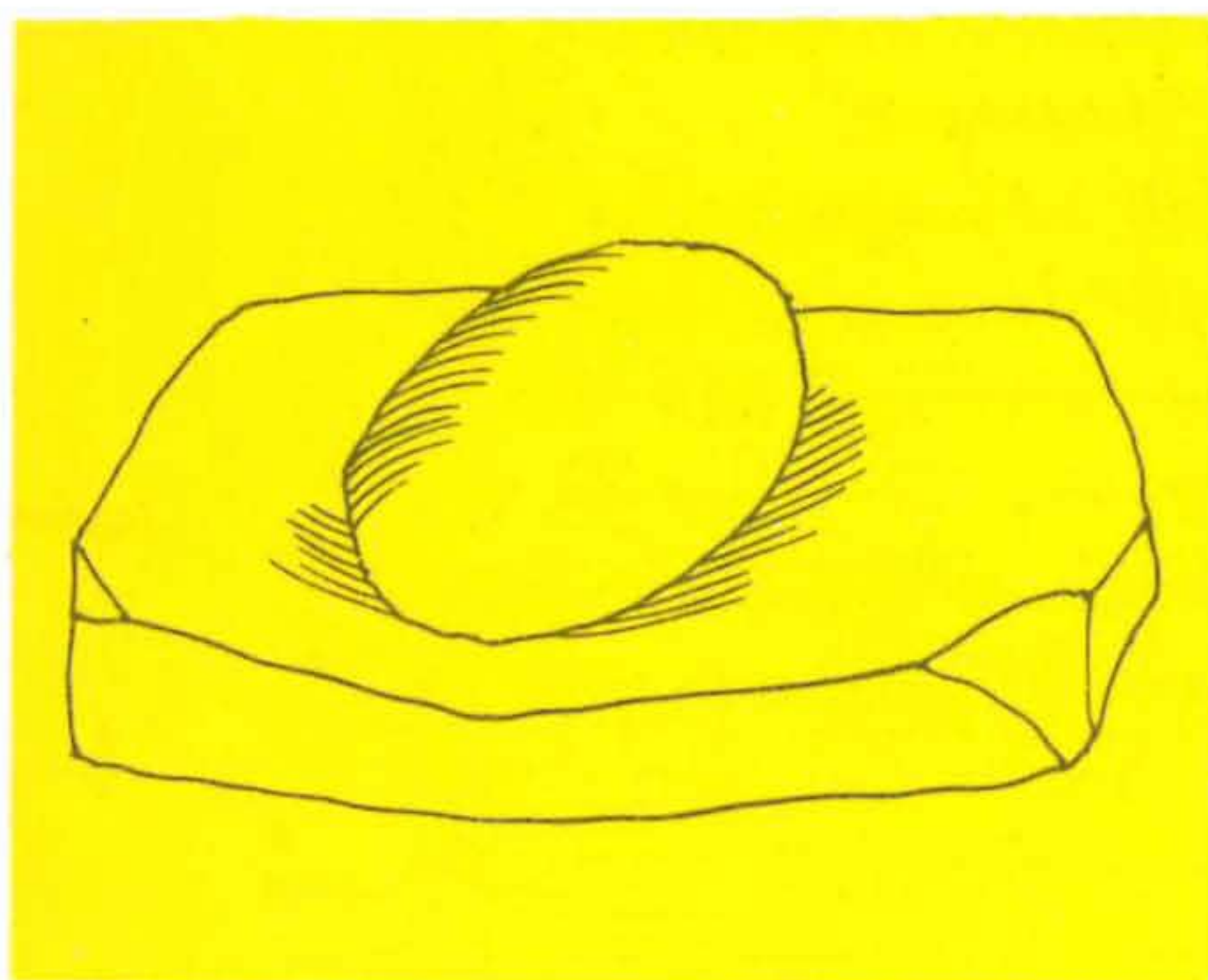
Später verließen die Menschen ihre Felsbehauungen und bauten sich Hütten. Sie wurden im Laufe der Zeit nahe beieinander angelegt, die ersten Dörfer entstanden. Man legte rings um sie Getreidefelder an, auf Wiesen grasten Haustiere.

Der Boden wurde anfangs mit Grabstöcken bearbeitet, die man aus Holz herstellte und am Ende zuspitzte. Mit diesen Grabstöcken bohrte man Löcher in die Erde, und dahinein kamen die Samenkörner. Die Wissenschaftler nehmen an, daß die Menschen ungefähr 5 000 Jahre vor unserer Zeitrechnung Getreide und Gemüsearten entdeckten, die wir bis zum heutigen Tag anbauen: Weizen und Gerste, Reis und Hirse, Mais und Kürbis und noch viele andere Pflanzen.

DAS PFLÜGEN
NACH EINER
FELSZEICHNUNG



SICHEL MIT
SÄGEZAHNARTIG
EINGESETZTEN
KLEINEN STEINMESSERN



HANDMÜHLE

STEINERNES
SCHWUNGRÄDCHEN
FÜR SPINNWIRTEL



Später bearbeitete man den Boden mit dem Holzpflug, und dann entdeckte man, daß der Pflug von Zugtieren gezogen werden konnte, die man ins Joch spannen mußte. Die Feldfrüchte erntete man mit der Sichel, deren scharfe Klinge aus Stein bestand.

Die aus den Ähren geschlagenen Getreidekörner zerrieb man zwischen flachen Steinen, den sogenannten Handmühlen. Bei Völkern, die unter rückständigen Verhältnissen leben, werden solche Handmühlen noch bis in unsere Zeit hinein verwendet.

Die Menschen fanden heraus, wie sie die Pflanzenfasern verarbeiten konnten. Sie erfanden eine Art Spindel und Webstuhl, und nun konnten sie für die Herstellung ihrer Kleidung neben Tierfellen auch pflanzliches Material verwenden.

Sie lernten, daß sie mächtige Steine und andere große Gegenstände leichter bewegen konnten, wenn sie einen Hebebaum darunterschoben und dann die Last auf Walzen transportierten.

Sie erfanden die Schlittenkufe. Später befestigten sie Rollen unter den Kufen. Aus der Rolle entwickelten sie das Rad. So entstand der Wagen. In Mesopotamien kannte man den Wagen etwa seit 4000 Jahren vor unserer Zeitrechnung.

Um aber Wagen bauen zu können, mußte man erst die Technik der zentralen Bohrung beherrschen. Wenn eine zylinderförmige Walze in ihrer Längsrichtung zentral durchbohrt wird, kann man sie drehbar an ein Gestell montieren. Damit wird aus der Walze die Rolle und aus der Schleife mit untergelegten losen Walzen ein Wagen: das Räderfahrzeug ist erfunden. Rolle und Rad unterscheiden sich nur noch durch ihre verschiedene Länge beziehungsweise ihren Durchmesser. Beide müssen aber zentral durchbohrt sein, sonst kann der Wagen nicht fahren.

DAS FEUER —
EIN
KOSTBARER
SCHATZ



Nachdem die Menschen das Feuer in der Natur entdeckt hatten — etwa in der Form eines durch Blitzschlag entstandenen Brandes — lernten sie allmählich, daß es nicht ständig brennt und einen Feind hat: das Wasser. Sie lernten auch, daß es ruhig brennt, wenn man Reisig, Blätter und Holz zulegt und es mit Steinen abschirmt. Sie beobachteten, daß sich Flammen bilden, wenn man die Glut schürt.

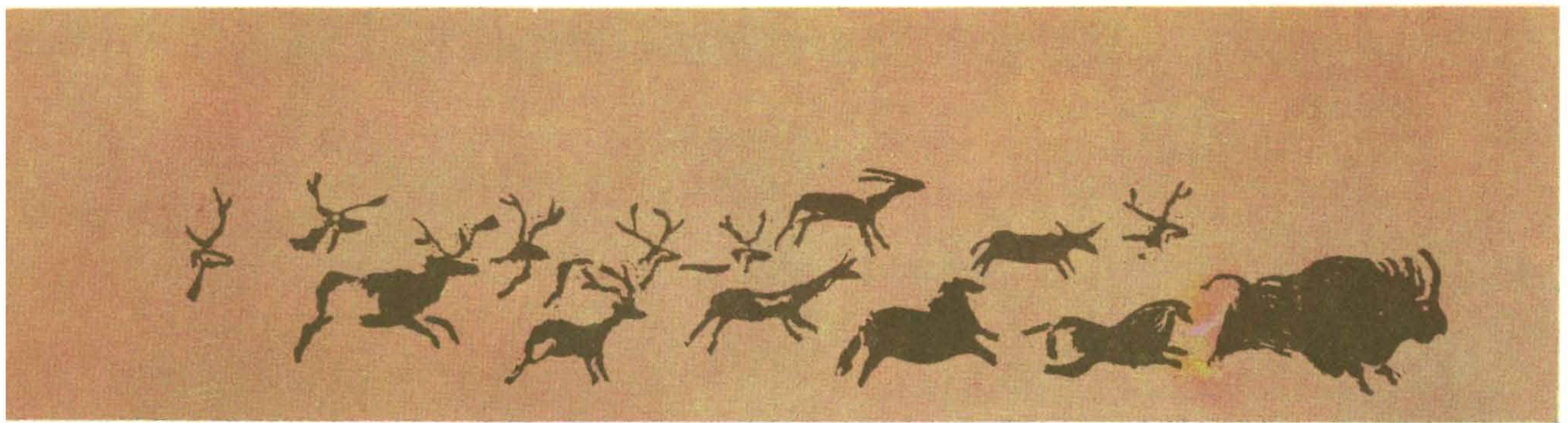
Lange Zeit konnte man das Feuer nur unterhalten, aber man kannte nicht die Kunst, es zu entzünden.

Die lodernde Flamme auf der Feuerstätte erleuchtete nachts den Lagerplatz und hielt wilde Tiere fern. Die Urmenschen glaubten, daß ihnen dabei eine geheimnisvolle Kraft des Feuers half. Sie glaubten, das Feuer sei ein Lebewesen, das sie beschützt.

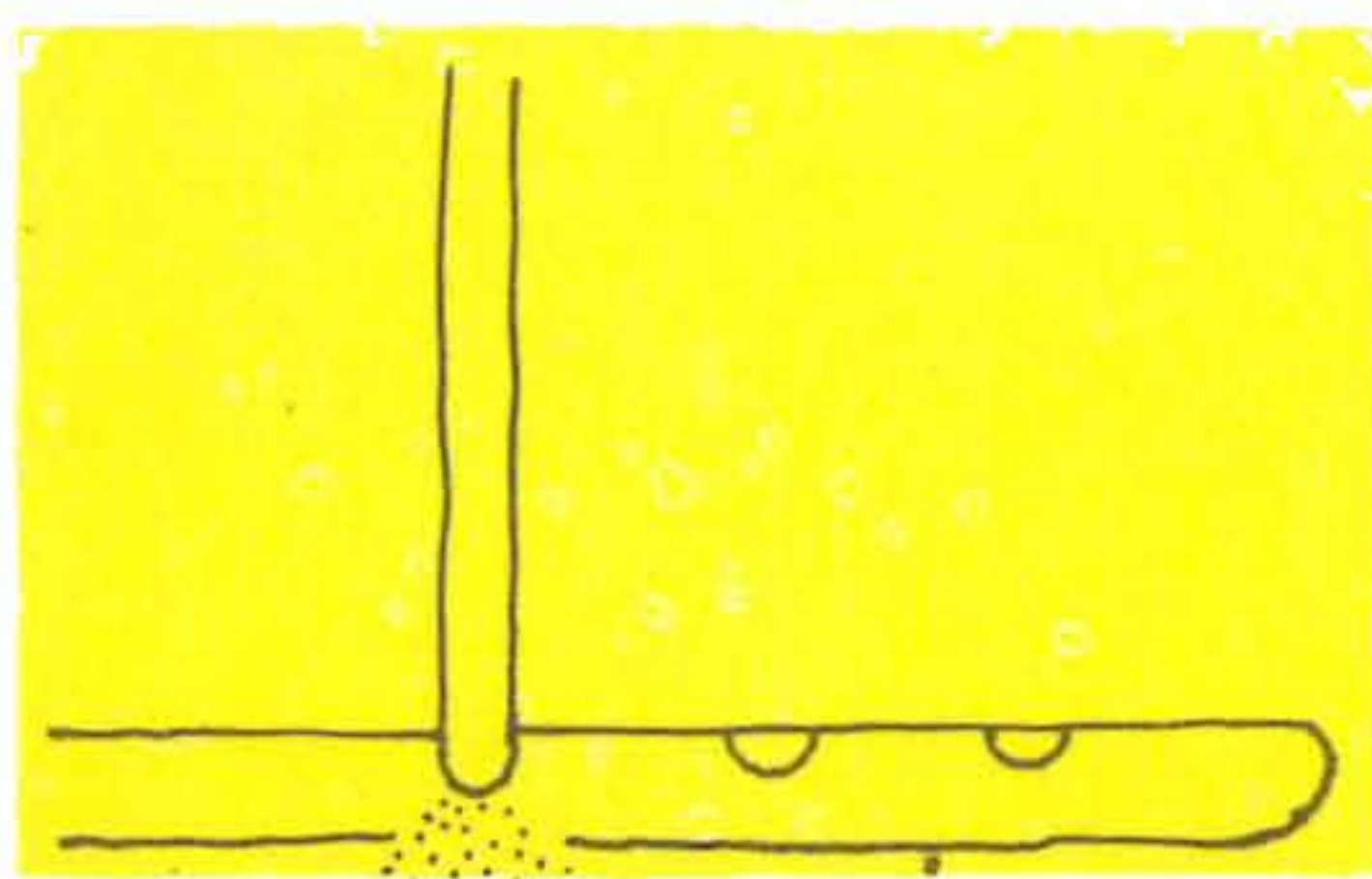
Ein aus dem Feuer herausgerissener glühender oder qualmender Ast stellte auch eine vorzügliche Waffe dar. Die Speisen wurden, wenn man sie auf dem Feuer bereitete, schmackhafter.

So empfand man also das Feuer als großen Schatz, und es war ein großes Unglück wenn es einmal erlosch.

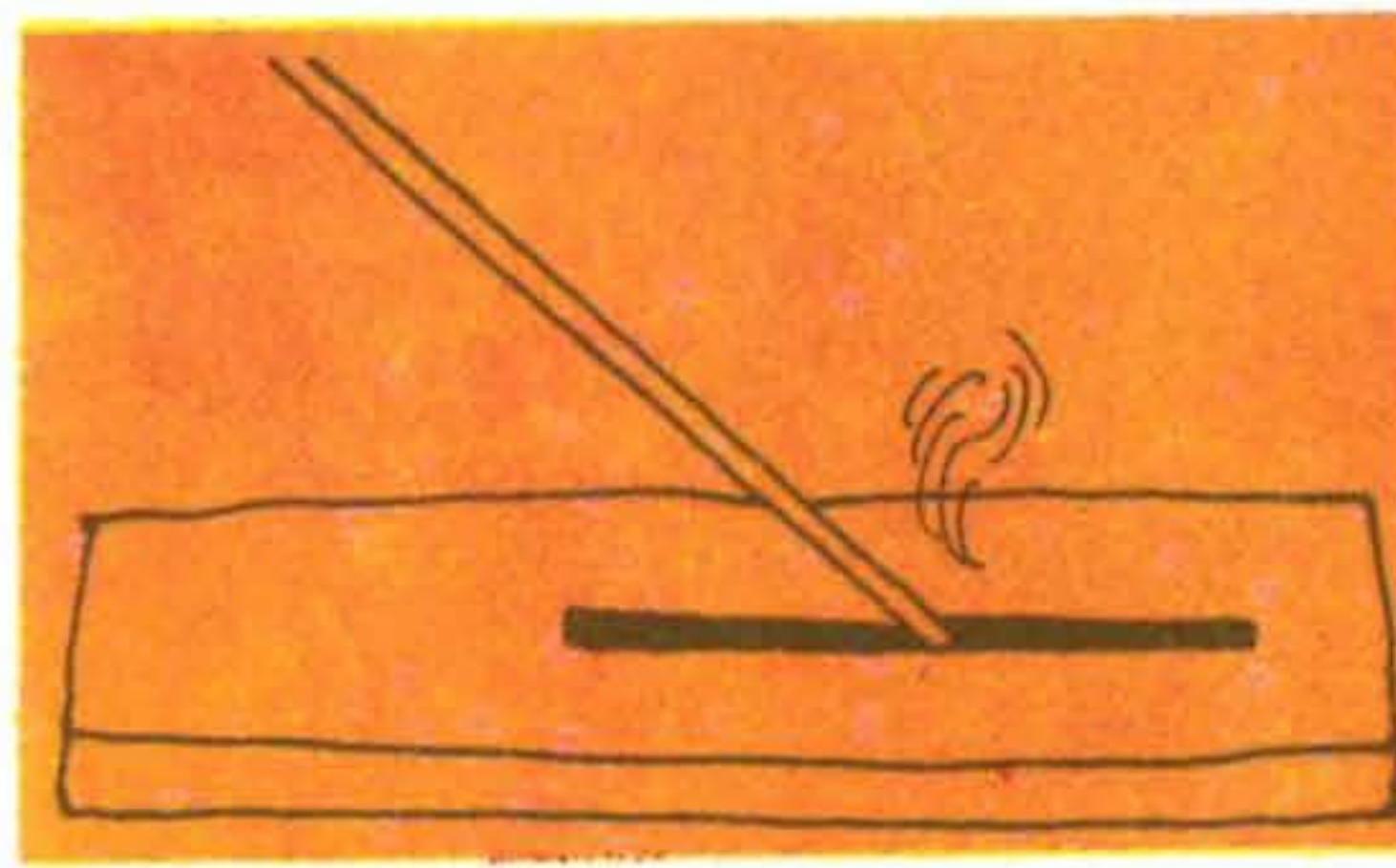
Wollten sich die Menschen dieser Entwicklungsstufe Feuer verschaffen, so mußten sie in der Wildnis umherstreifen, bis sie dorthin gelangten, wo ein Blitz Feuer entzündet hatte. Oder sie mußten es anderen Menschen rauben. Diese anderen wußten ja noch nicht, daß das Feuer weiterbrennt, wenn man ihm einen glühenden Ast entnimmt; sie glaubten, daß die Kraft des Feuers dann vermindert und ein großes Unheil über sie hereinbrechen werde. So fürchteten sie sich vor den Feuersuchern



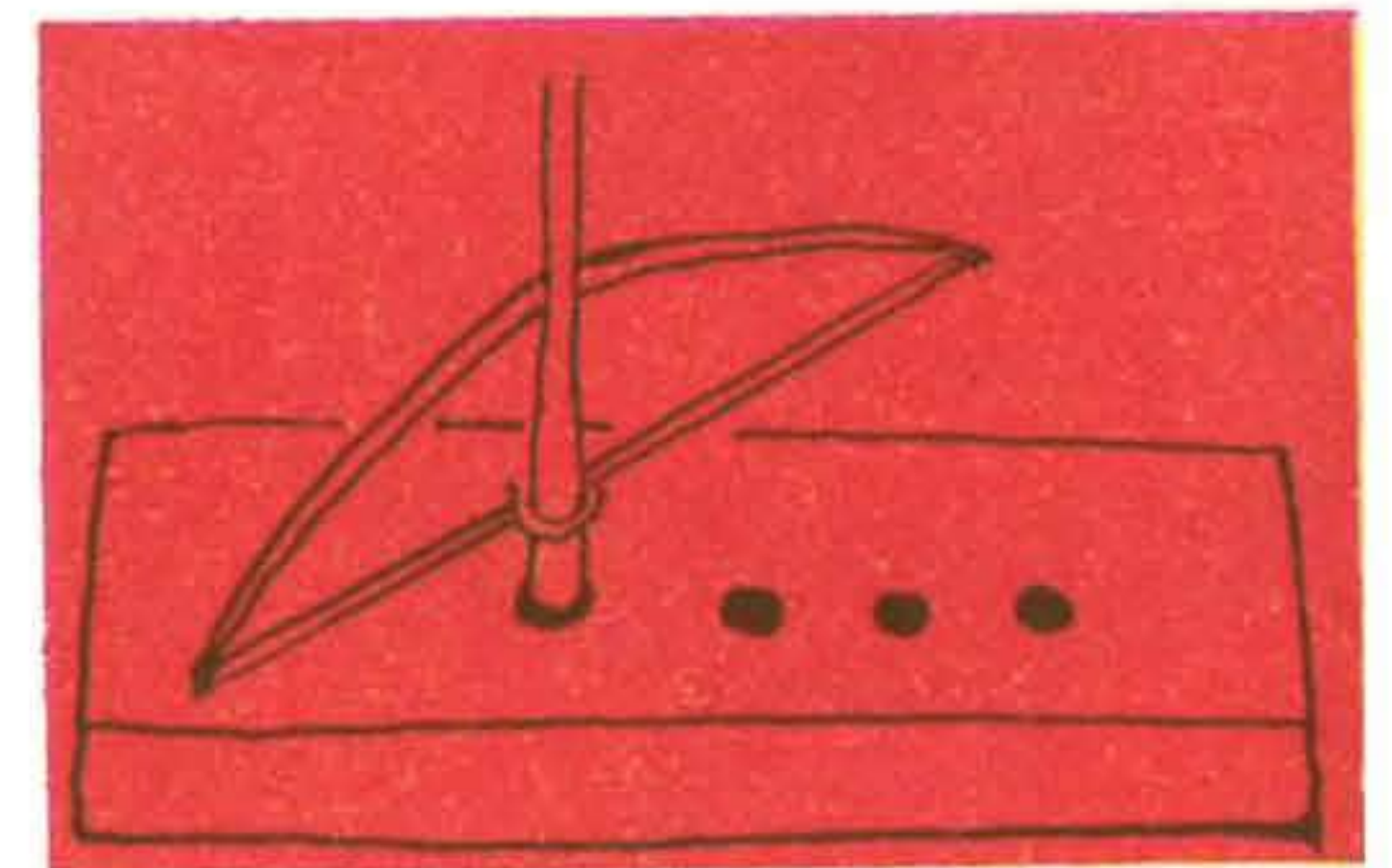
FEUERQUIRL



FEUERHOBEL



FEUERSÄGE



und gaben freiwillig nichts von ihrem Feuer ab; wenn es sein mußte, kämpften sie darum.

Die Urmenschen wußten, daß das Feuer ein Schatz war. Sie konnten es nicht mehr entbehren.

So vergingen Jahrtausende. Dann entflammte das „Feuertier“ den Menschen auch einmal zwischen den Händen. Sie erkannten, wie man Feuer selbst entzünden kann. Das geschah etwa so: Als ein Urmensch zwei Äste fein glätten wollte, zog er die beiden trockenen Holzstücke aneinander entlang, wie wir Holz mit einem Hobel oder mit Sandpapier bearbeiten. Andere Urmenschen bemerkten, daß die herabfallenden, winzigen Späne zu qualmen begannen. Sie glimmten, wenn man hineinblies. Schließlich loderte sogar eine Flamme auf. So wurden Feuersäge, Feuerhobel und Feuerbohrer die ersten Geräte der Feuerer-

zeugung. Später beobachtete man beim Aneinanderschlagen von Steinen, daß die hierbei entstehenden Funken trockenes Gras zum Brennen bringen. So lernte man, Feuer künstlich zu erzeugen.

Nach der Entdeckung des Feuermachens brauchte man das Feuer nicht mehr wie einen kostbaren Schatz zu hüten. Die Menschen nahmen es nun auf ihren Wanderungen nicht mehr mit, denn sie konnten es ja an jedem beliebigen Ort neu entfachen. So waren sie in dieser Beziehung nicht länger an einen bestimmten Platz gebunden, sondern konnten überall hinwandern. Wenn die Nahrung an einem Ort nicht mehr ausreichte, konnten sie weiterziehen, auch in kältere Gegenden.

Die ersten Menschen hatten sich noch nicht selbst Gefäße anfertigen können, sie benutzten dafür Muscheln, hohle Tierknochen, Hirnschalen und getrocknete Scha-

len von Früchten. Später gab es verschiedene Gefäße. Die Frauen fanden mehr Beeren, frische Pflanzensprosse, Wurzeln, Früchte und saftige Knollen, als sie in beiden Händen halten konnten. So banden sie biegsame, dünne Zweige und zähe Ranken zusammen, und es entstand ein einer Schale ähnliches Geflecht — der erste geflochtene Korb. Man hatte nämlich beobachtet, wie lehmhaltiger, feuchter Boden nach dem Austrocknen eine harte Kruste bekam, die durch unzählige Risse in viele einzelne schalenartige wasserundurchlässige Stücke zerbarst. Nach diesem Vorbild versuchte man, bauchige Schälchen aus Lehm zu kneten, und ließ sie an der Luft trocknen.

Die Menschen stellten fest, daß sie aus dem feuchten Lehm vielerlei Gefäße formen konnten, denn er ließ sich unter ihren Händen kneten, wurde aber hart und nahm feste Form an, wenn man ihn an der Sonne oder neben dem Feuer langsam trocknen ließ.

Später formten sie auch Ziegel aus Lehm. Daraus bauten sie kleine Lehmhütten. Reste davon haben die Archäologen, in den ältesten Dörfern entdeckt.

Geschickte Frauenhände verzierten dann die Lehmerzeugnisse mit Ritzzeichnungen. Bei vielen Gefäßen wurde das Flechtwerk der Holzkörbe durch Striche nachgeahmt. Bei Tongefäßen mit verhältnismäßig dünnem Hals wurde das Kneten dann zu schwierig. Man ging daher zu einer anderen Technik über: man fügte das Gefäß aus lauter ringförmig übereinandergesetzten Lehmwürsten zusammen, wobei die Fugen zwischen den Ringen mit Lehm verstrichen wurden.

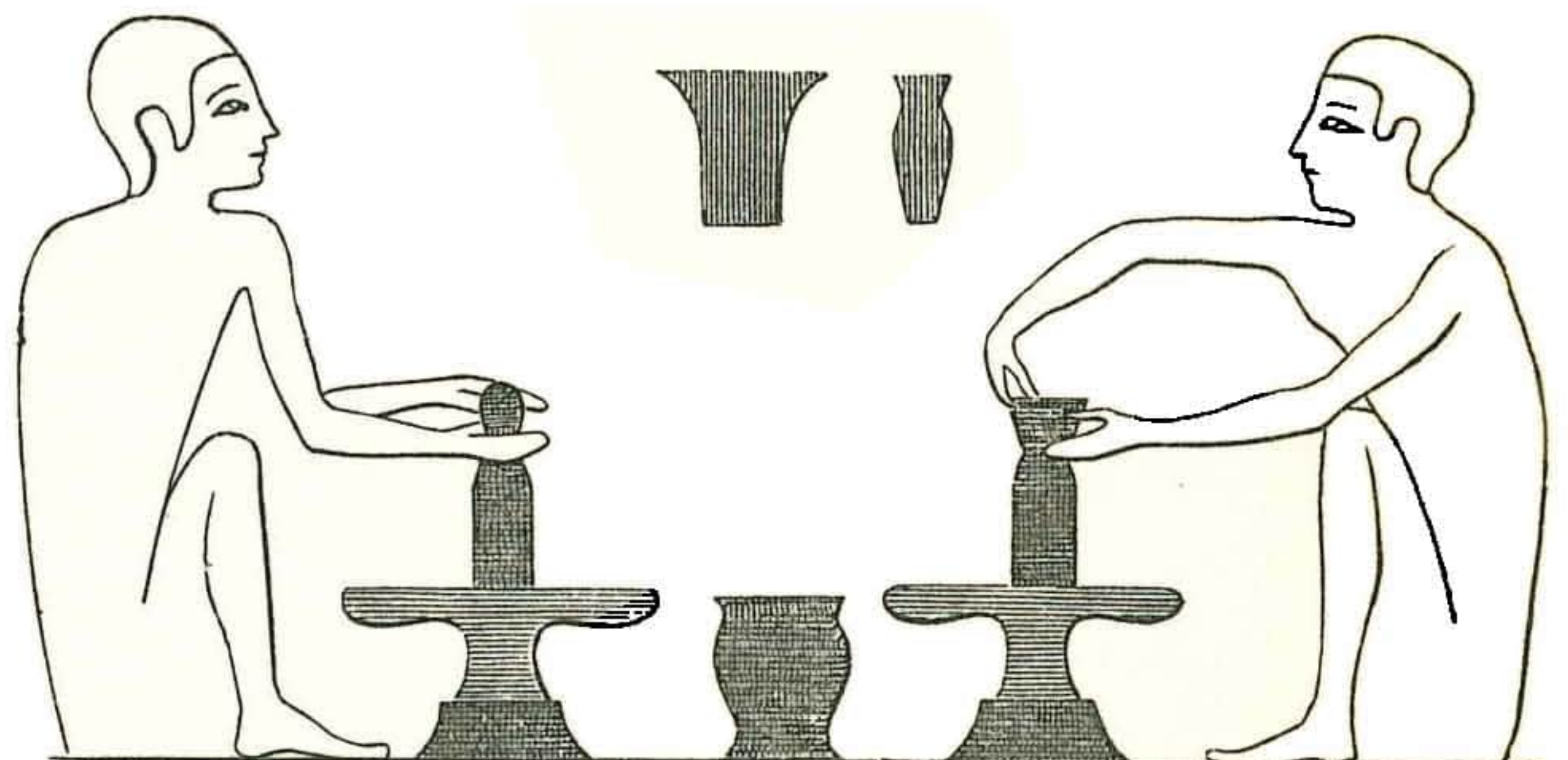
Dann stellten die Menschen einen größeren Lehmklumpen zur Bearbeitung auf eine Drehscheibe. Wenn diese in Rotation versetzt worden war, formten sie den Lehm mit den Händen zu einer völlig gleichmäßigen Flasche oder Vase mit verhältnismäßig

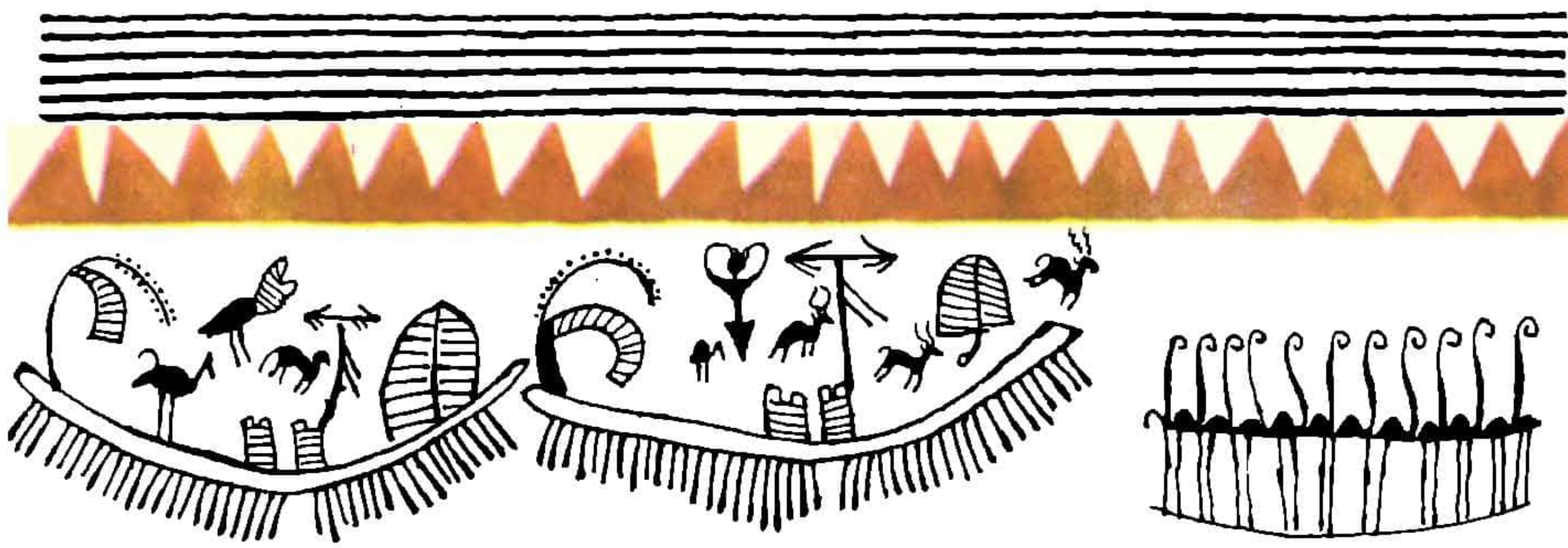


MIT DER HAND GEFORMTE
TONGEFÄSSE



SPÄTER WURDE AUCH
DIE TÖPFERSCHEIBE BENUTZT





DIE GEBRANNTEN TONGEFÄSSE WURDEN MIT SCHÖNEN MUSTERN VERZIERT



AUCH ZIEGEL WURDEN HERGESTELLT

dünnem Hals aus. So entstand die Töpferscheibe, eine der ältesten maschinenartigen Einrichtungen der Menschheit. Sie bildete fortan die Grundlage des Töpferhandwerks, das nunmehr fast ausschließlich von männlichen Fachwerkern ausgeübt wurde, während die Töpferei ohne Drehscheibe vornehmlich den Hausfrauen vorbehalten blieb.

Die in der Sonne getrockneten Lehmgefäße zerbrachen jedoch sehr leicht. Von den zerfallenen, trockenen Lehmgefäßen fielen auch Scherben ins Feuer. Sie nahmen darin eine schöne, rotbraune Farbe an und wurden steinhart. So wagte man es einmal, eines der mit viel Mühe hergestellten und getrockneten Lehmgefäße ins Feuer zu stellen, und es wurde darin ebenfalls rotbraun und steinhart. Seitdem wurden die getrockneten Gefäße im Feuer gebrannt.

Später bauten die Menschen für das Brennen der Gefäße und Ziegel besondere Öfen. Sie hatten gelernt, wie man in den großen Ebenen, an den Flußläufen, wo es nur Lehm gab, „Steine“ herstellen konnte.

Freilich wußten sie noch nicht, was während des Lehmbrennens im Feuer geschah. Sie ahnten nicht, daß sich der Lehm dabei chemisch umwandelt. Sie dachten, daß alles, was warm ist, sich bewegt und gleichzeitig ernährt werden muß, lebt. So glaubten sie, auch das Feuer sei Leben. Sie meinten, das Feuer besäße eine Zauberkraft. Es sei den Menschen freundlich gesinnt, könne aber auch schrecklich werden, wenn es zornig wird. Sie glaubten, der Lehm nehme deshalb eine rote Farbe an, weil die Seele des Feuers in ihn hinübergewandert sei. Den schönen Klang beim Anschlagen der gebrannten Gefäße hielten sie für die

Stimme des Feuers und das Geklirr eines zerbrechenden Gefäßes für sein Weinen.

Schöne bunte Steine hatten die Menschen immer geliebt. Auch von ihnen glaubten sie, daß sie Zauberkräfte besäßen, und so meinten sie, sich mit dem Staub solcher bunten Steine bemalen und dadurch vor Krankheiten beschützen zu müssen.

Bei feierlichen Zeremonien pflegten sie die großen Feuerstätten mit bunten Steinen zu umgeben. Und so geschah es eines Tages, daß einige dieser bunten Steine zufällig einmal in die großen, schachtförmig gebauten Brennöfen gerieten, in denen man die Tonwaren brannte. Die bunten Steine waren aber in Wirklichkeit Stücke von Metallerz, aus denen man bei sehr großer Hitze, wie sie in den Schachttöfen entsteht, Metalle gewinnen kann. Daher fand man, als die Öfen aufgemacht wurden, in der Asche Klumpen von rötlicher Farbe. Sie waren schwer, ließen sich aushämmern und waren schmelzbar.

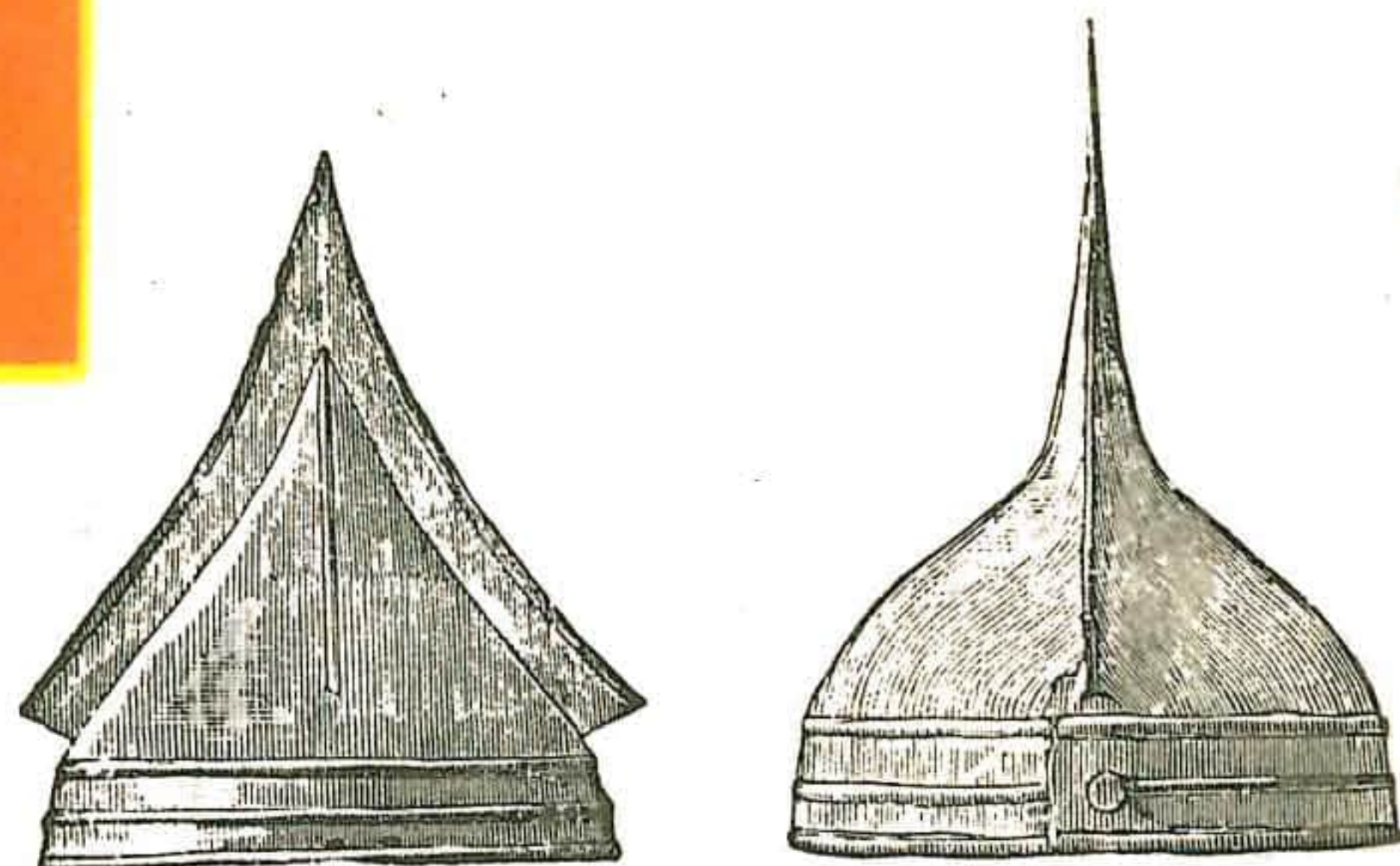
Was war geschehen? Die Hitze des Feuers hatte aus Erz Kupfer herausgeschmolzen.

So waren die Menschen, etwa fünf Jahrtausende vor unserer Zeitrechnung, in den Besitz eines neuen Werkstoffs gekommen, der alle Vorzüge der bis dahin bekannten Werkstoffe in sich vereinte: er war widerstandsfähig wie Holz, hart wie Stein und ließ sich scharf schleifen wie Knochen, konnte gehämmert und zu Blech verarbeitet werden.

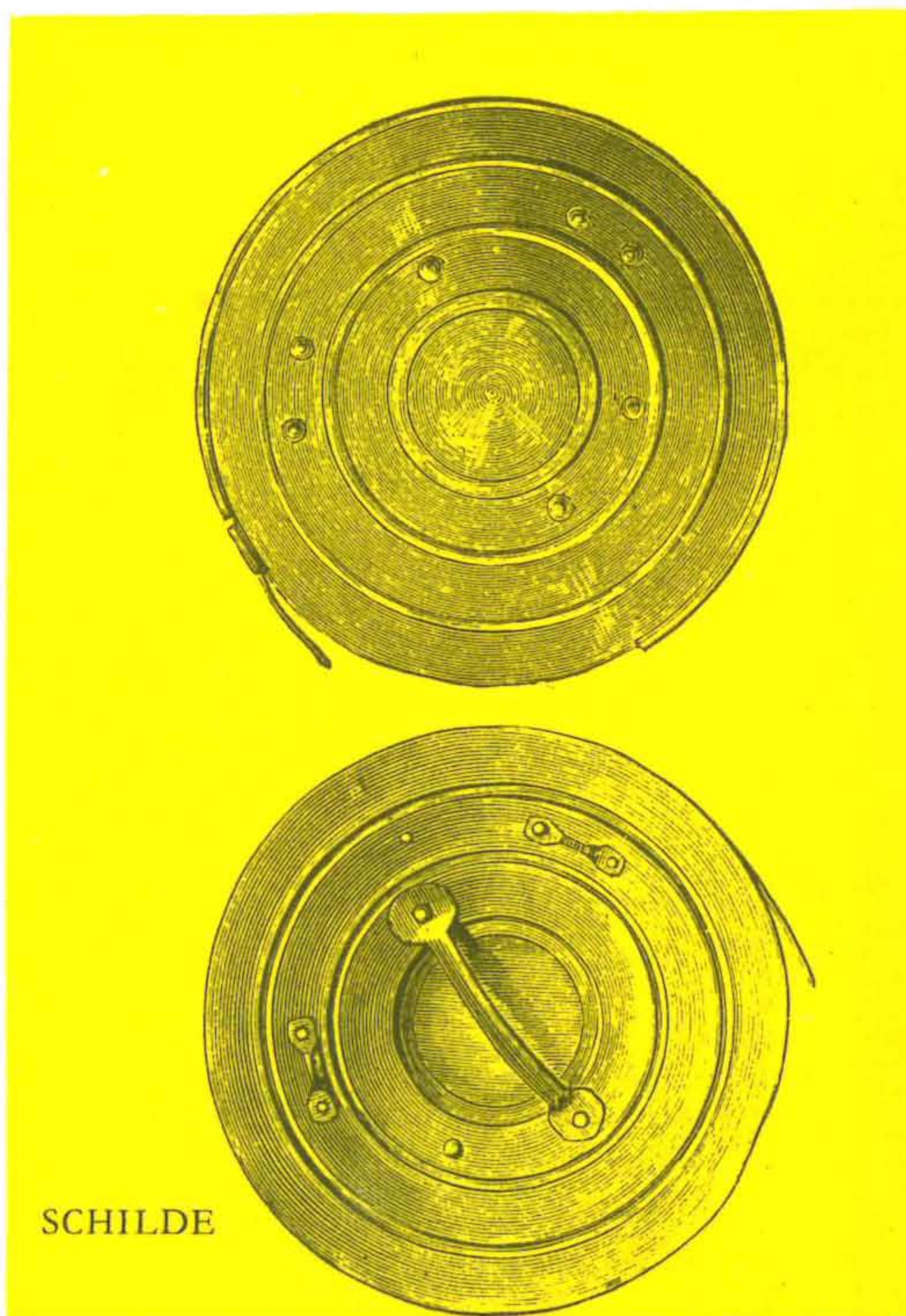
Das neue aber war, daß er beim Gießen jede gewünschte Form annahm.

Steinklingen konnten, wenn sie schartig geworden waren, nicht weiterverwendet werden. Die aus dem neuen Material hergestellten Klingen aber konnten neu geschmiedet und geschärft werden. Sie waren auch haltbarer als die früheren. Im Laufe der Zeit fertigten sie viele neue Gebrauchsgegenstände daraus an: große, verzierte

HELME



BRONZEGERÄTE



SCHILDE



SCHWERT

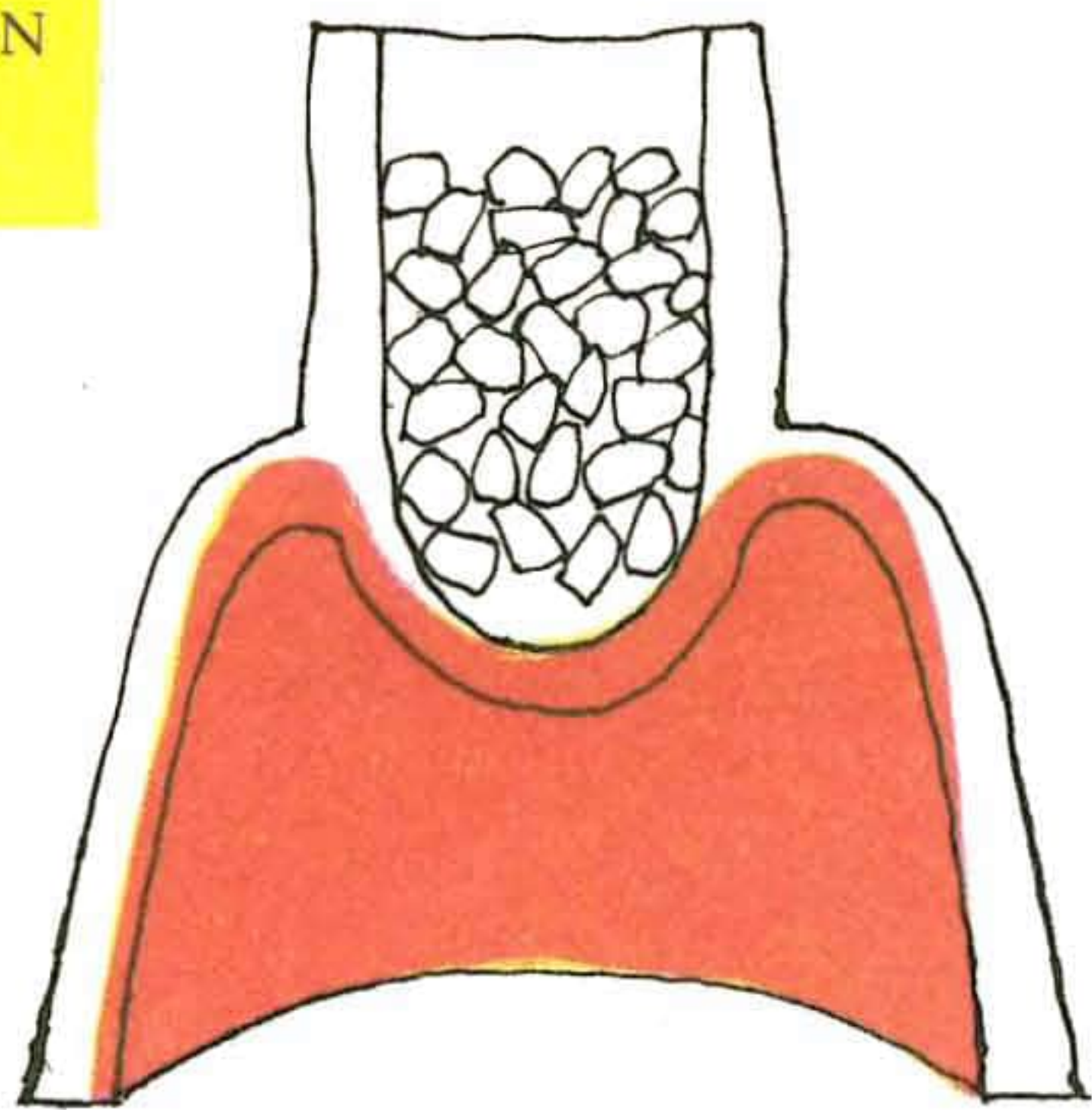


SPITZHACKE

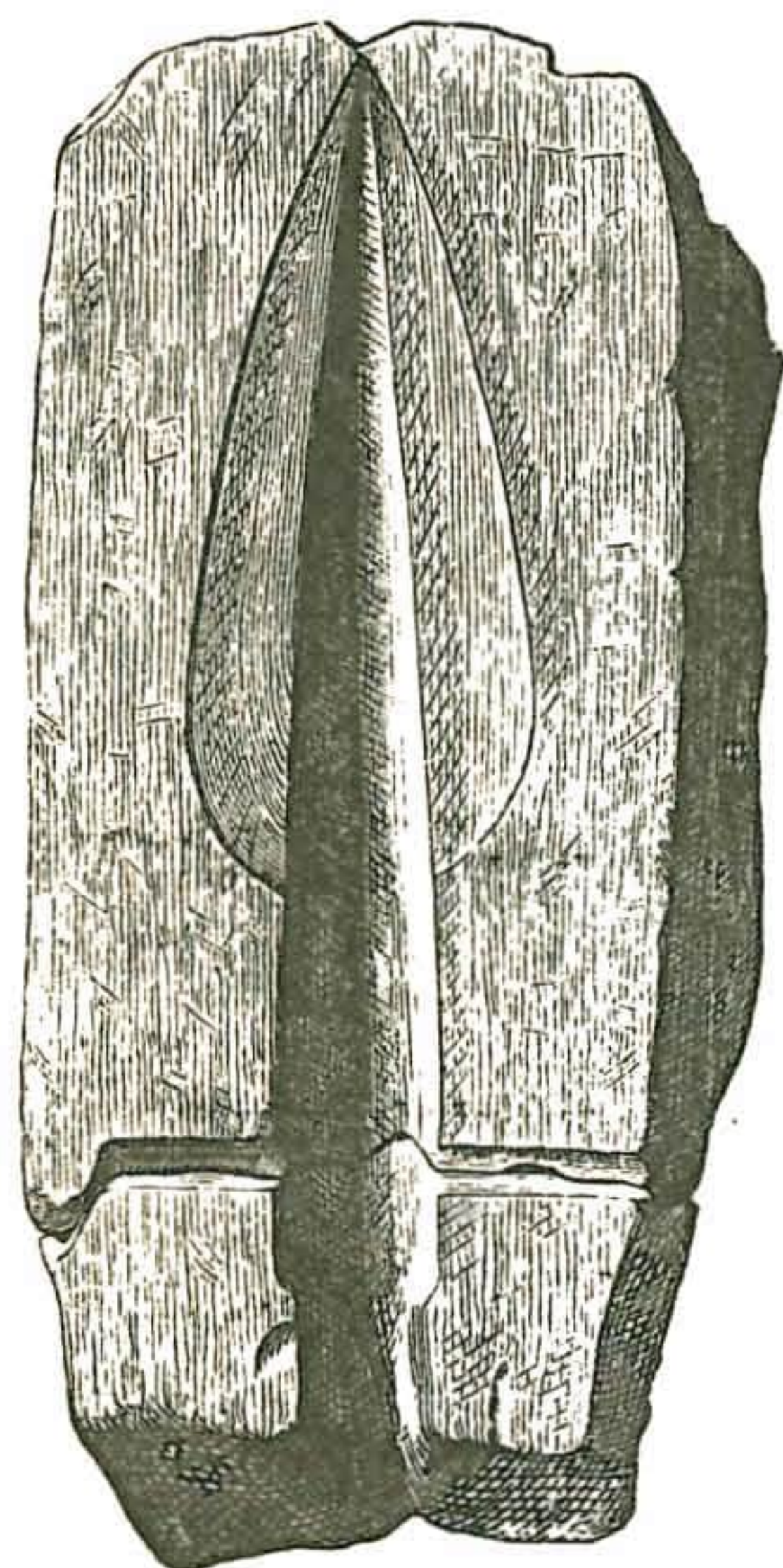


SICHEL

SCHMELZOFEN

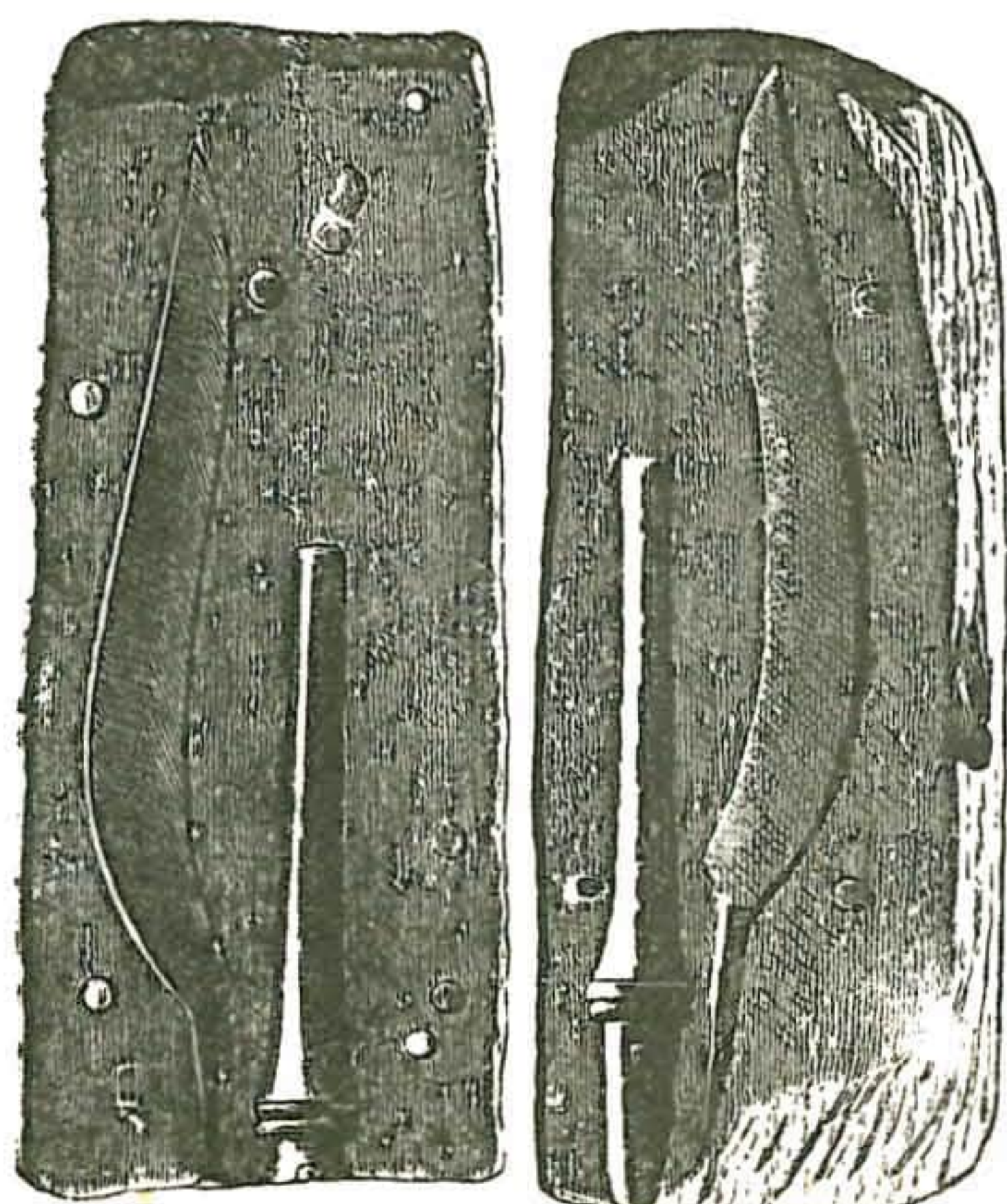


GISSLÖFFEL
AUS STEIN



GUSSFORM
EINER
LANZENSPITZE

GUSSFORM
EINES
MESSERS



Schwerter, Helme, Schilde, Lanzen spitzen, Sicheln, Hacken, Trinkgefäße, Armringe und manches andere.

Nun suchten sie nach den farbigen Steinen, sogar unter der Erde gruben sie danach, und so begannen sie mit ihren einfachen Steinwerkzeugen, die ersten Bergwerke anzulegen.

Nach einigen Jahrhunderten bauten sie Öfen, die ausschließlich für die Erzschnmelze verwendet wurden — das waren die ersten Hochöfen. Mit Tierbälgen bliesen sie Luft hinein, damit die Hitze recht groß wurde. Aus Steinen und gebranntem Lehm fertigten sie Schmelztiegel, aus Sand und Erde Gußformen.

Sie bemerkten auch, daß ein anderer Werkstoff aus dem Schmelzofen herauskam, wenn sie zu den bunten Steinen noch gewisse glitzernde, hellgraue und ziemlich schwere Steinbrocken hinzugaben. Dieser Werkstoff war ebenso gut formbar wie das Kupfer, aber viel haltbarer. Dieses neue Metall war die Bronze, die Legierung von Kupfer und Zinn.

Freilich wußte damals nicht jeder, wie man Kupfer aus Erz gewinnen und mit Zinn zu Bronze zusammenschmelzen konnte. Nicht jeder verstand einen Schmelzofen zu bauen, die Gußformen herzustellen und den Guß durchzuführen. Es gab ja damals keine Ingenieure, die genau wissen, was im Hochofen vor sich geht.

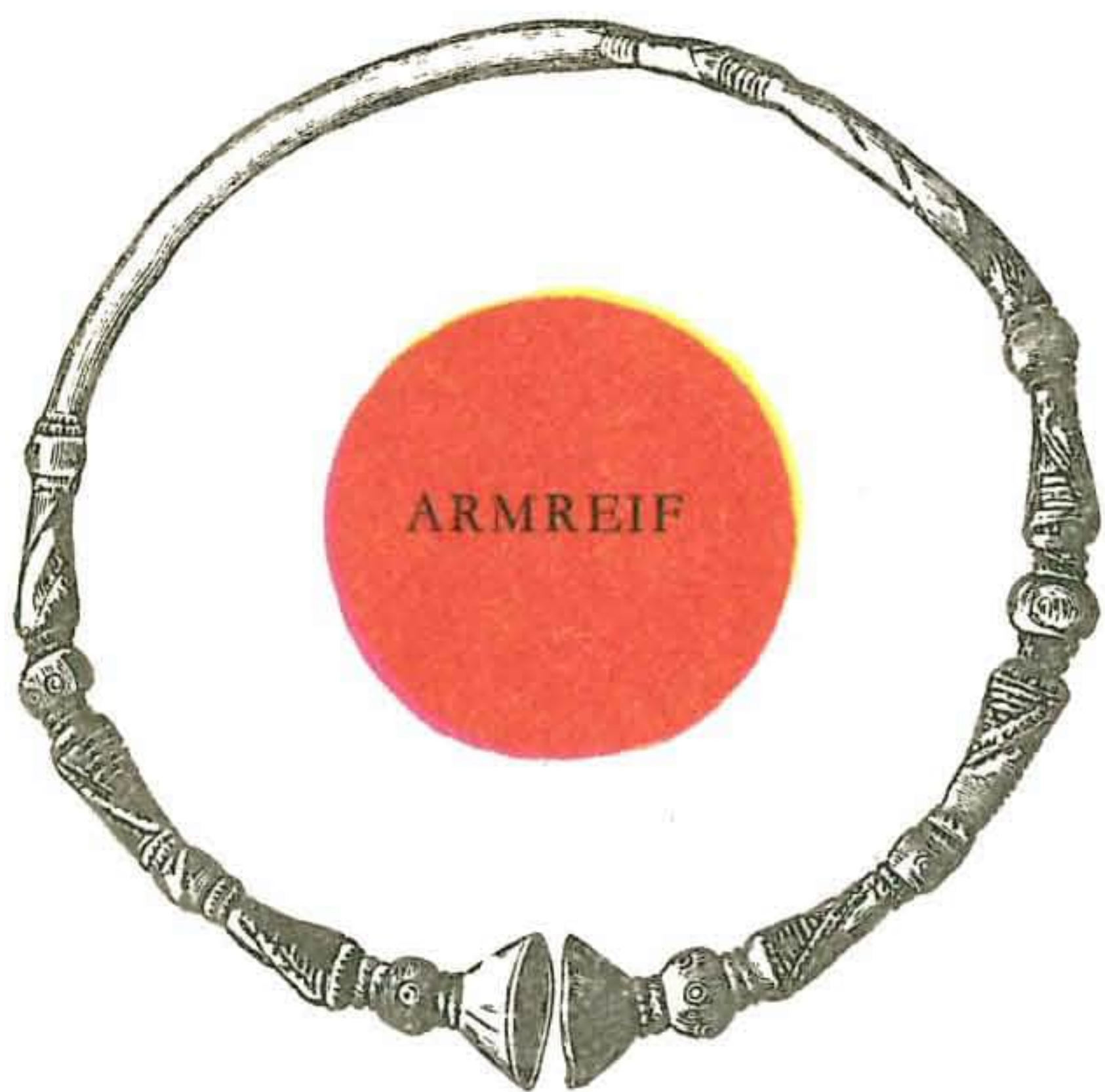
In früheren Zeiten hatte man angenommen, daß die Umwandlung von Steinen in schönes, glänzendes Metall durch Zauber erfolgt. Deshalb war die Arbeit mit besonderen Kulthandlungen verbunden.

Bronzegeräte wurden eine begehrte Handelsware, aber immer blieben sie teurer als Steingeräte. Einen Stein, aus dem man ein gutes Werkzeug fertigen konnte, fand man eben doch leichter als das seltene Kupfererz oder zinnhaltige Gesteine, die nicht überall

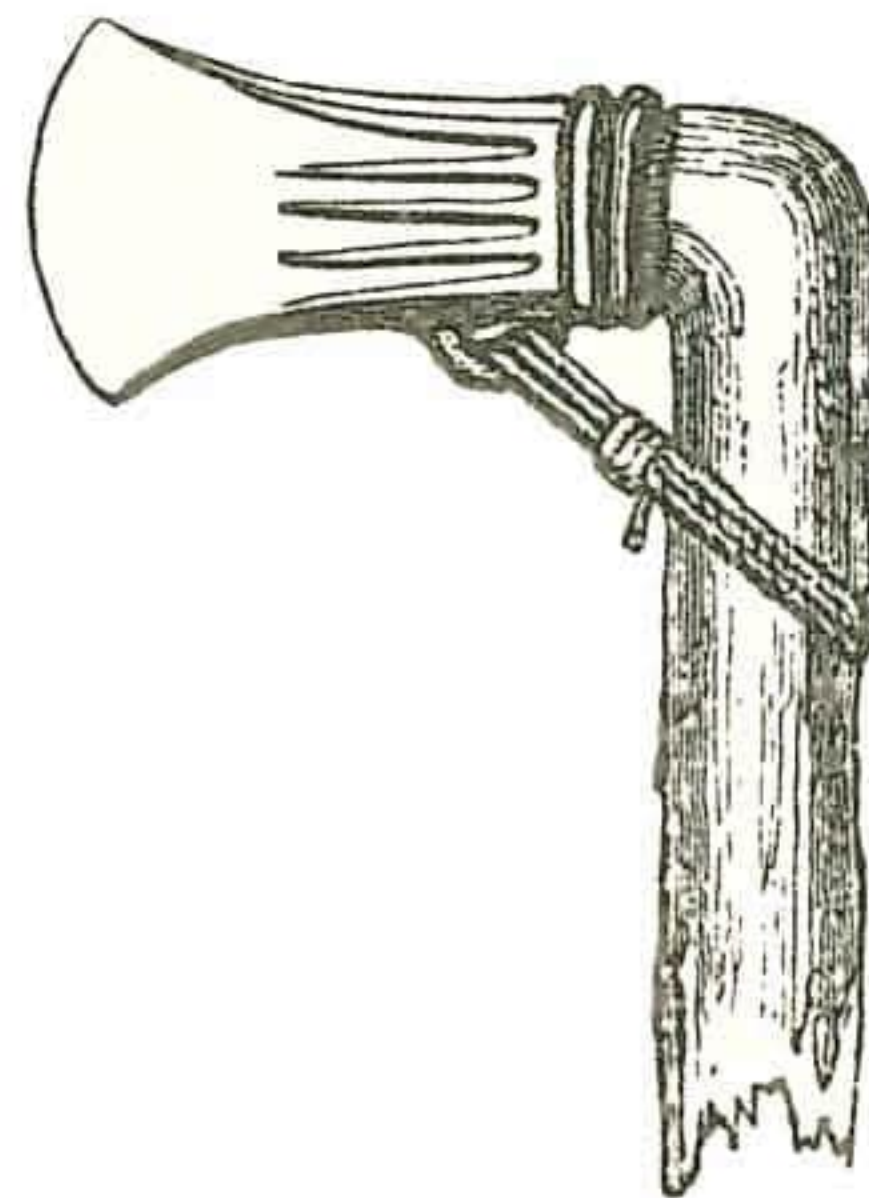
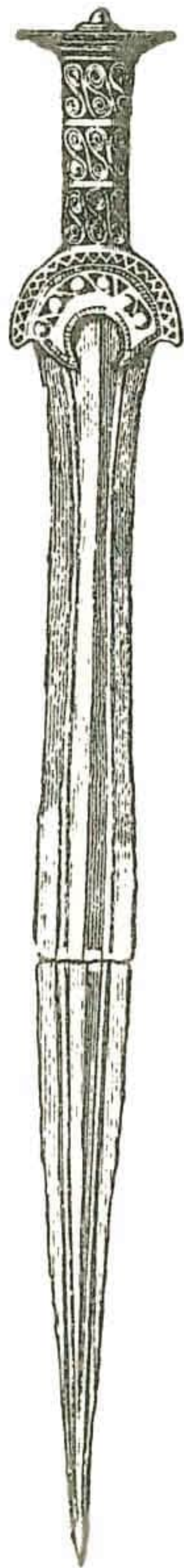
vorkamen. Auch die Bearbeitung der Steine war einfacher als die der Bronze — wenn es auch eine mühsamere und langsamere Technik war. Deshalb wurden neben Bronzegeräten fein bearbeitete und geschliffene

Geräte aus Stein für viele Arbeiten auch weiterhin verwendet.

Jahrtausende vergingen, und inzwischen wurden die von Menschen verwendeten Geräte immer weiter vervollkommenet.



SCHWERT



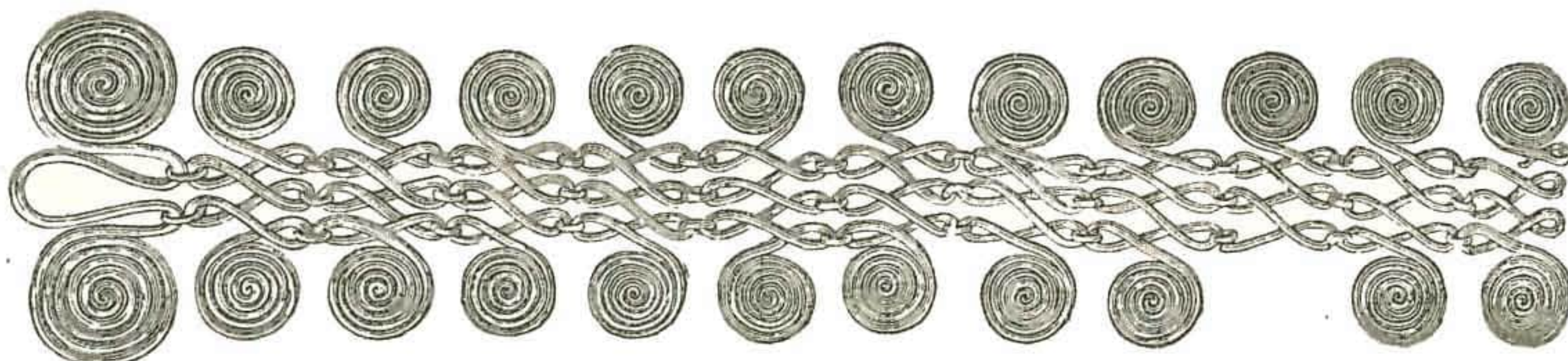
AXT



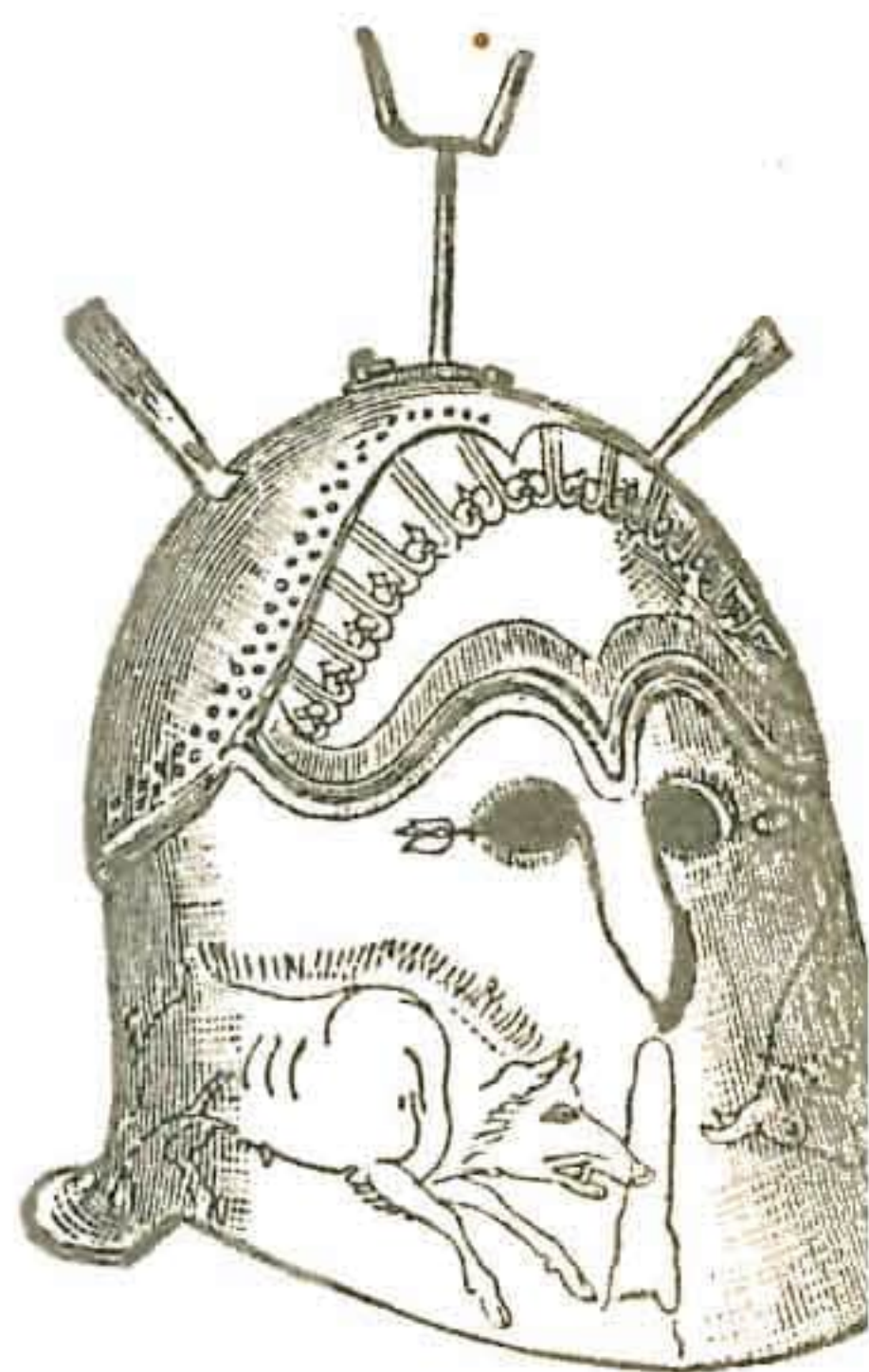
LANZEN



KRUG



HALSSCHMUCK

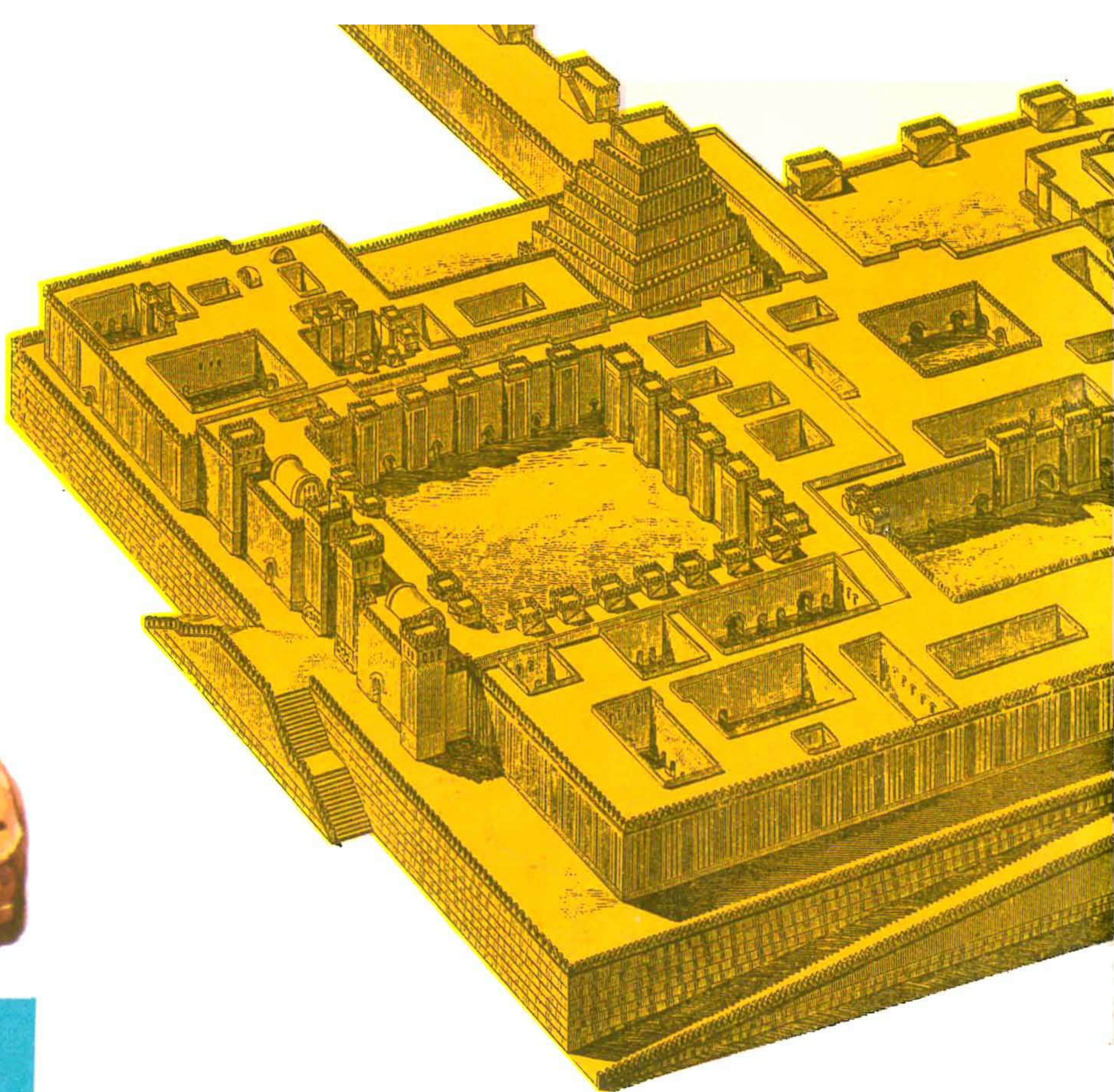


HELM

HÜTTEN UND PALÄSTE



DIE HÄUSER DER ARMEN
WURDEN AUS LEHM
ZUSAMMENGEKLEBT



PALÄSTE UND TEMPEL
WURDEN AUS STEINEN UND ZIEGELN ERRICHTET

Die in den Steppen lebenden Völker trieben ihre Rinder-, Pferde- und Schafherden von einem Weideplatz zum anderen. Sie wohnten in Zelten, die aus Leder oder Filz angefertigt waren. Diese Zelte konnten sie leicht abbauen und mit sich führen — sie waren Nomaden.

Die Steppenbewohner verarbeiteten die Häute zu Pelzen, zu weichem Leder und zu festen Riemen. Aus Leder stellten die Krieger ihre Schilde und Helme und das Geschirr für ihre Reitpferde und Zugtiere her. Aus den Fellen der Tiere nähten sie Pelzmäntel und Mützen, Schuhwerk, Leder-schläuche, Felleisen. Die Tierhaare dienten ihnen zur Herstellung von Filz, mit dem sie die als Behausungen dienenden Zelte ver-

kleideten. Aus der Wolle spannen die Menschen feine Fäden, und daraus webten sie Hemdenstoff. Freilich waren ihre Webstühle noch recht einfach, längst nicht so komplizierte Geräte wie die späteren: an einer waagerechten Stange hingen senkrechte, mit kleinen Gewichten beschwerte Fäden, durch die man Quersfäden hindurchflechten konnte.

Fernab von den Steppen, an großen Flußtalern und in den Ebenen am Meer, bestellten die Menschen den Boden, säten sie Getreide und bauten sie Gemüse an. Die Ackerbau treibenden Völker mußten sesshaft sein, denn ihr Leben war ja vom langsamen Reifen der Früchte bestimmt; sie lebten in Städten und Dörfern und bauten

sich feste Häuser. Bei den sesshaften Völkern hatten sich der Stammesadel und die Priester von den Sippen abgesondert. Sie ließen Bauern, Handwerker und Händler für sich arbeiten. Sie besaßen bewaffnete Truppen, die fremde Stammesgebiete überfielen. Eine wertvolle Beute dieser Streifzüge waren Gefangene. Sie mußten dann in den Tempeln und Häusern der Adligen und Priester arbeiten. Sie waren rechtlos und das persönliche Eigentum der Priester- und Adelsklasse.

Prächtige Paläste und gewaltige Tempelbauten entstanden in dieser Zeit.

Die Paläste der Reichen und Könige und die Tempel der Götter wurden aus Steinen

und Ziegeln errichtet, die Häuser der Bauern und Handwerker aber aus Lehm und Erde, wie wir aus Forschungen über das alte Mesopotamien und das alte Ägypten wissen.

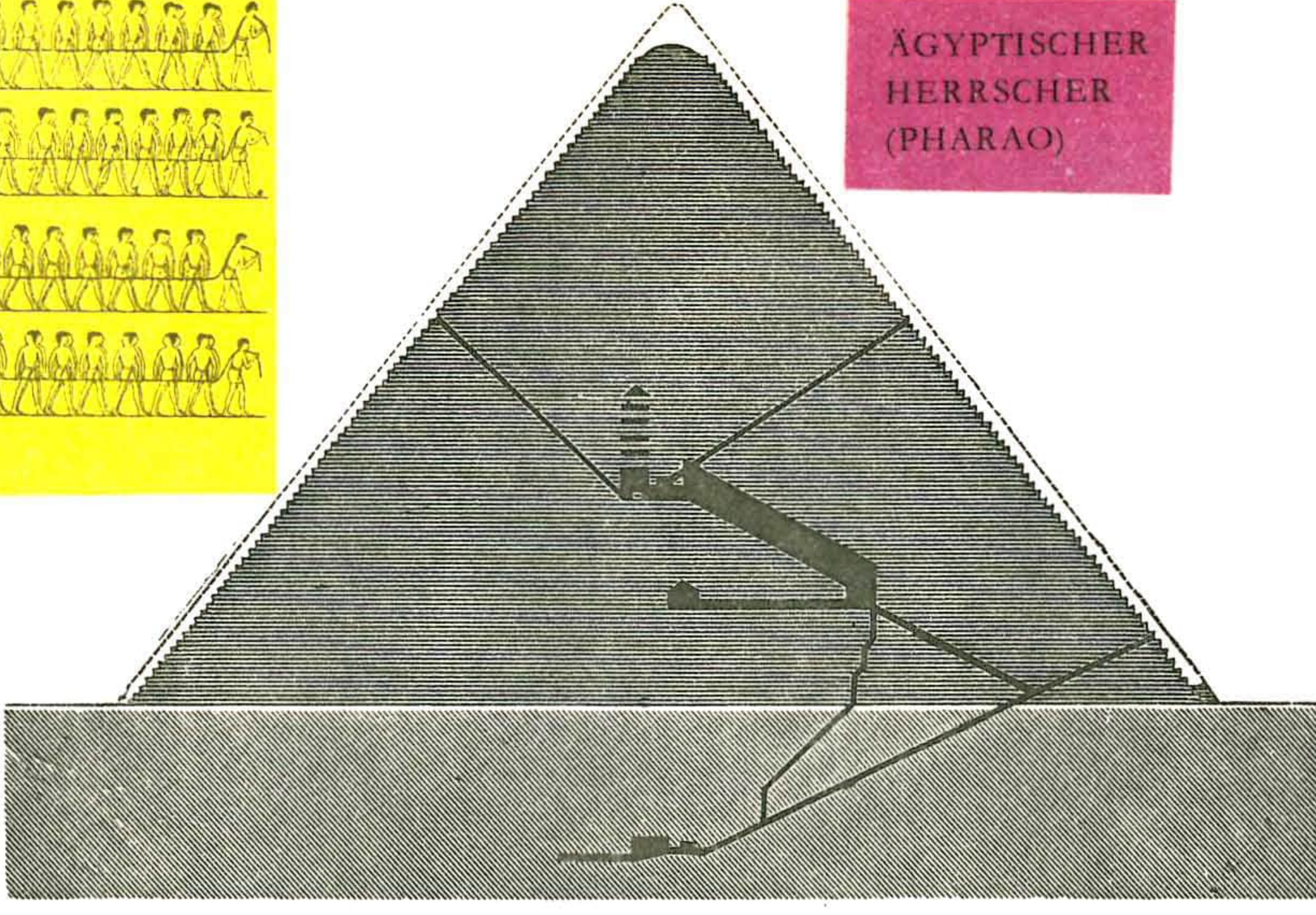
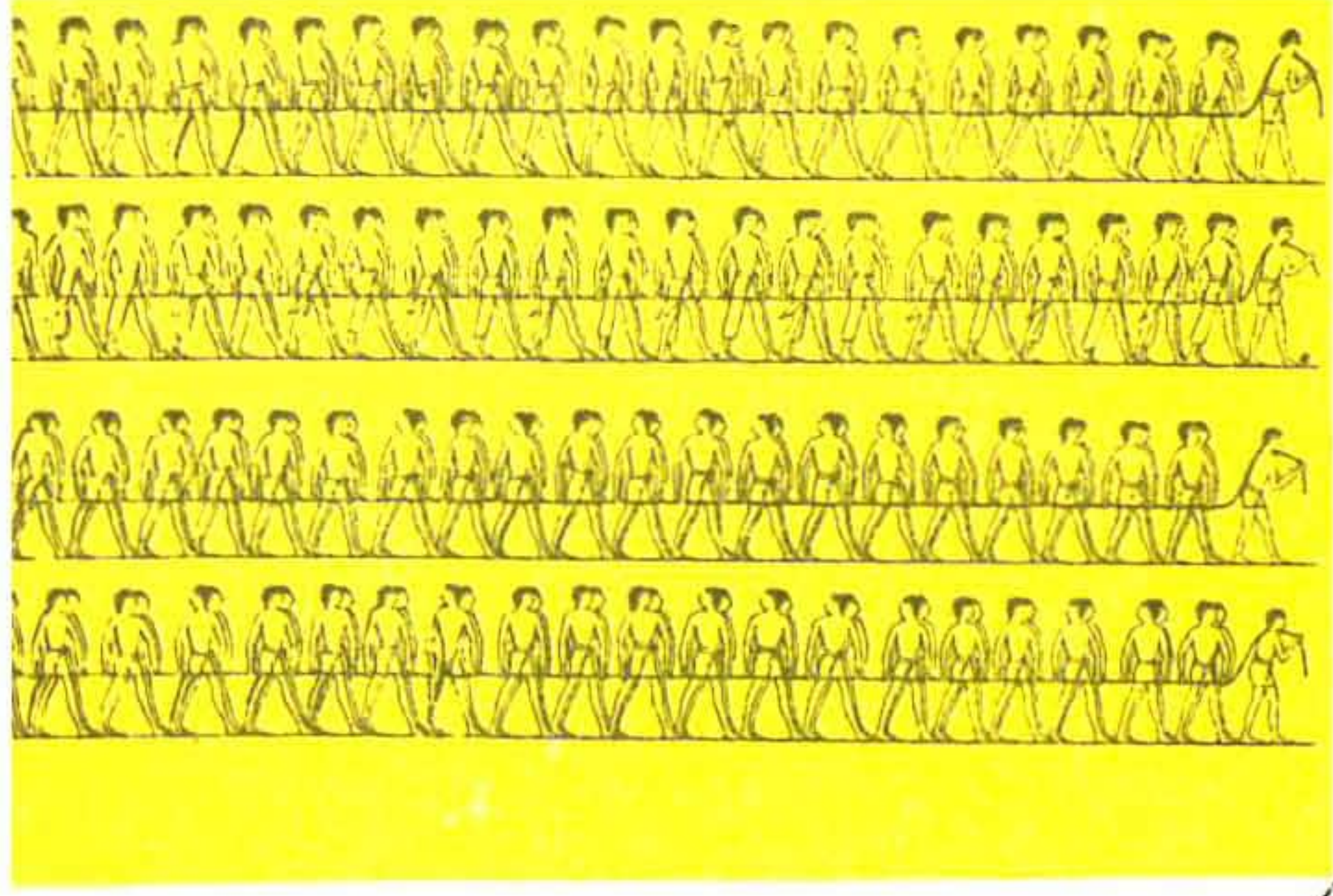
Mit Stein- und Bronzewerkzeugen bearbeiteten ganze Armeen geschickter Sklaven Ziegel und Steine, damit Paläste und Tempel mit Reliefs und Statuen ausgeschmückt werden konnten.

An solchen Bauwerken arbeiteten die Sklaven jahrzehntelang. Die Steinblöcke wurden auf schwerfälligen Transportgeräten — Platten, die auf Walzen liefen — herbeigezogen, Erde und Ziegel schleppte man in Körben heran. Man errichtete schiefe

DIE KÖNIGE ERHIELTEN TRIBUT



EIN KÖNIG IM ALTERTUM



ÄGYPTISCHER
HERRSCHER
(PHARAO)

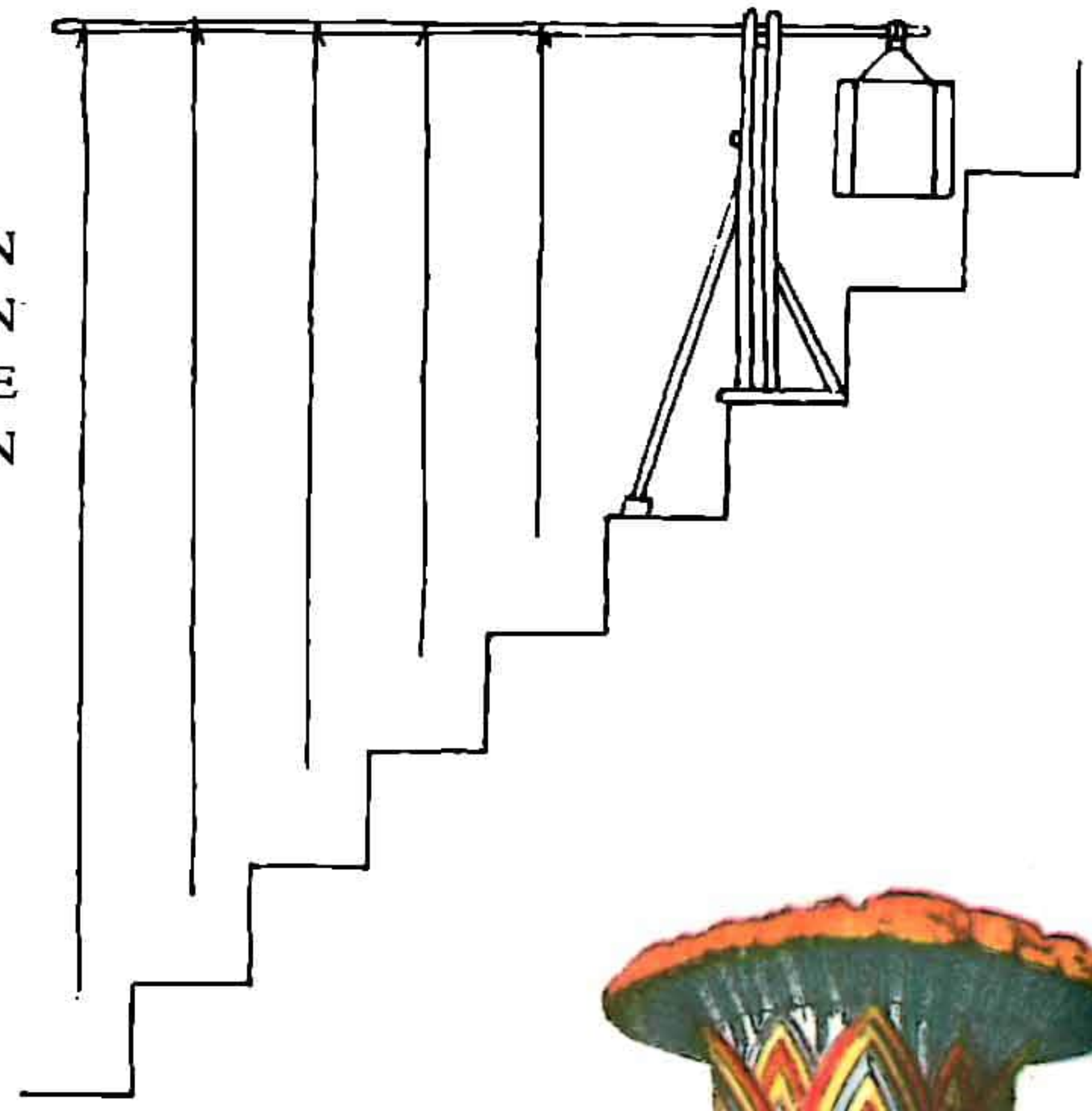


SCHNITT DURCH EINE DER GROSSEN PYRAMIDEN

DIE SPHINX,



MIT SOLCHEN GERÄTEN
WURDEN DIE GROSSEN
STEINBLÖCKE
HOCHGEZOGEN

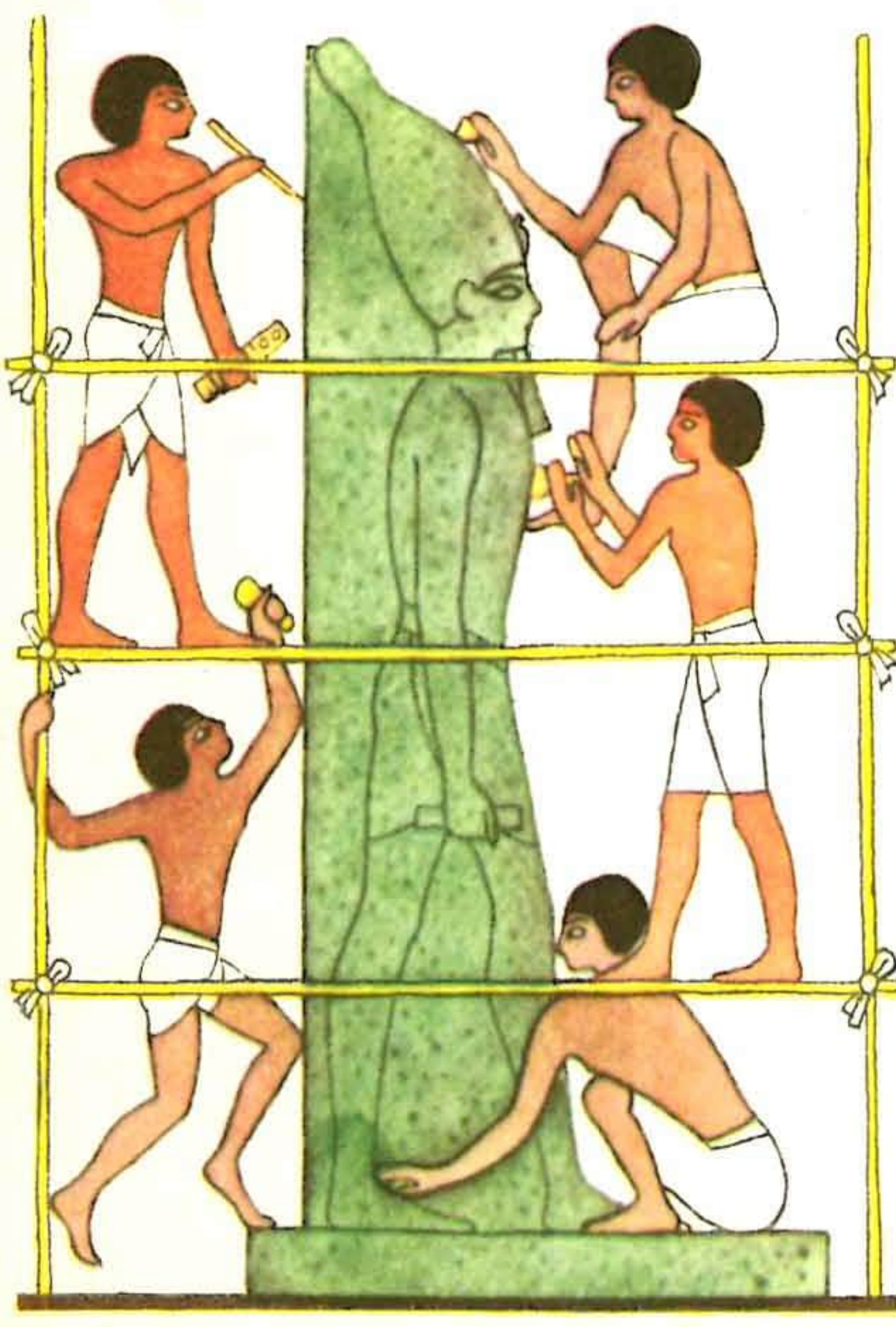


EIN STEINERNES BILDWERK MIT EINEM
MENSCHENKOPF UND EINEM LÖWENKÖRPER

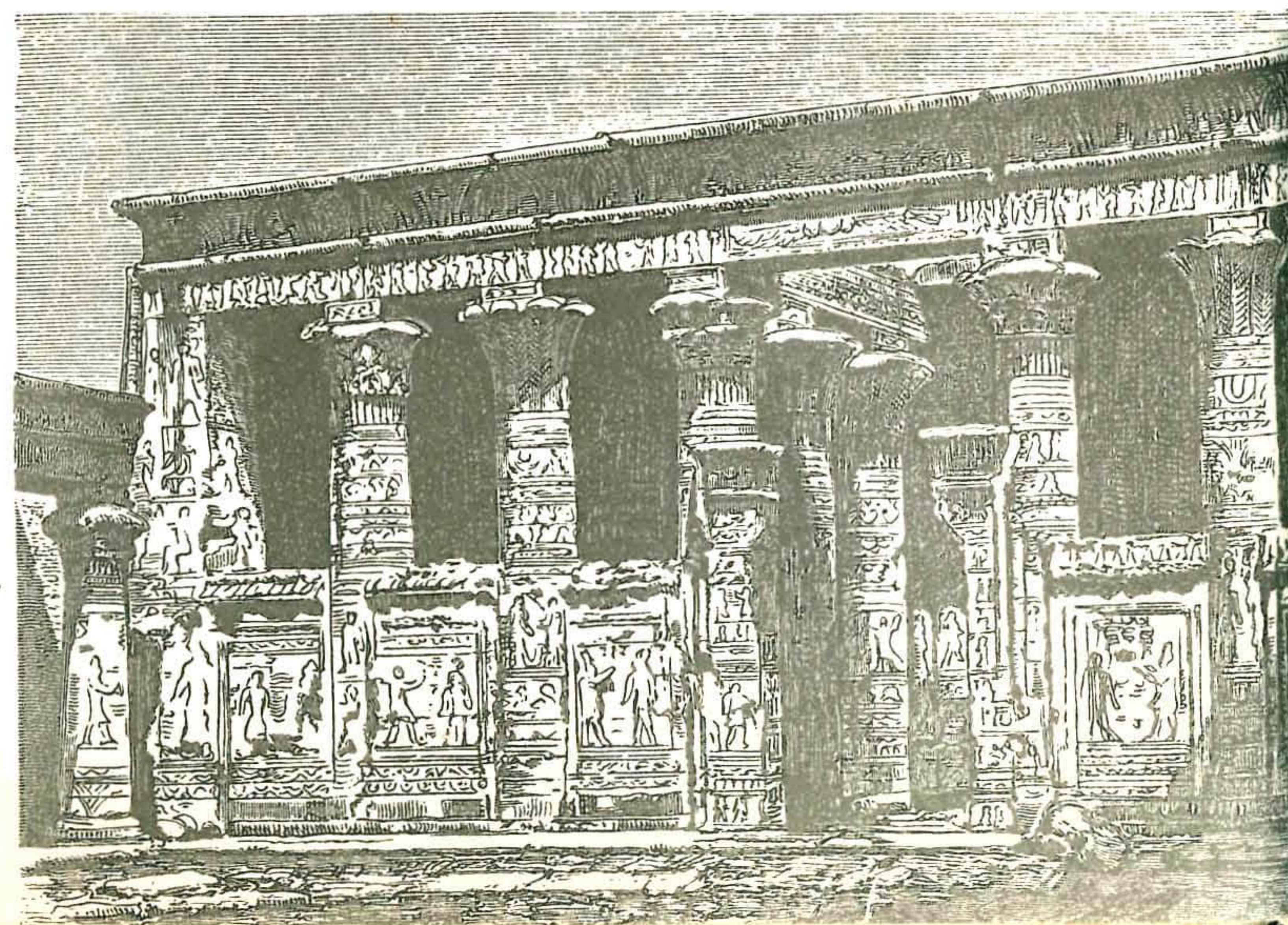
SÄULENKOPF
(KAPITELL)

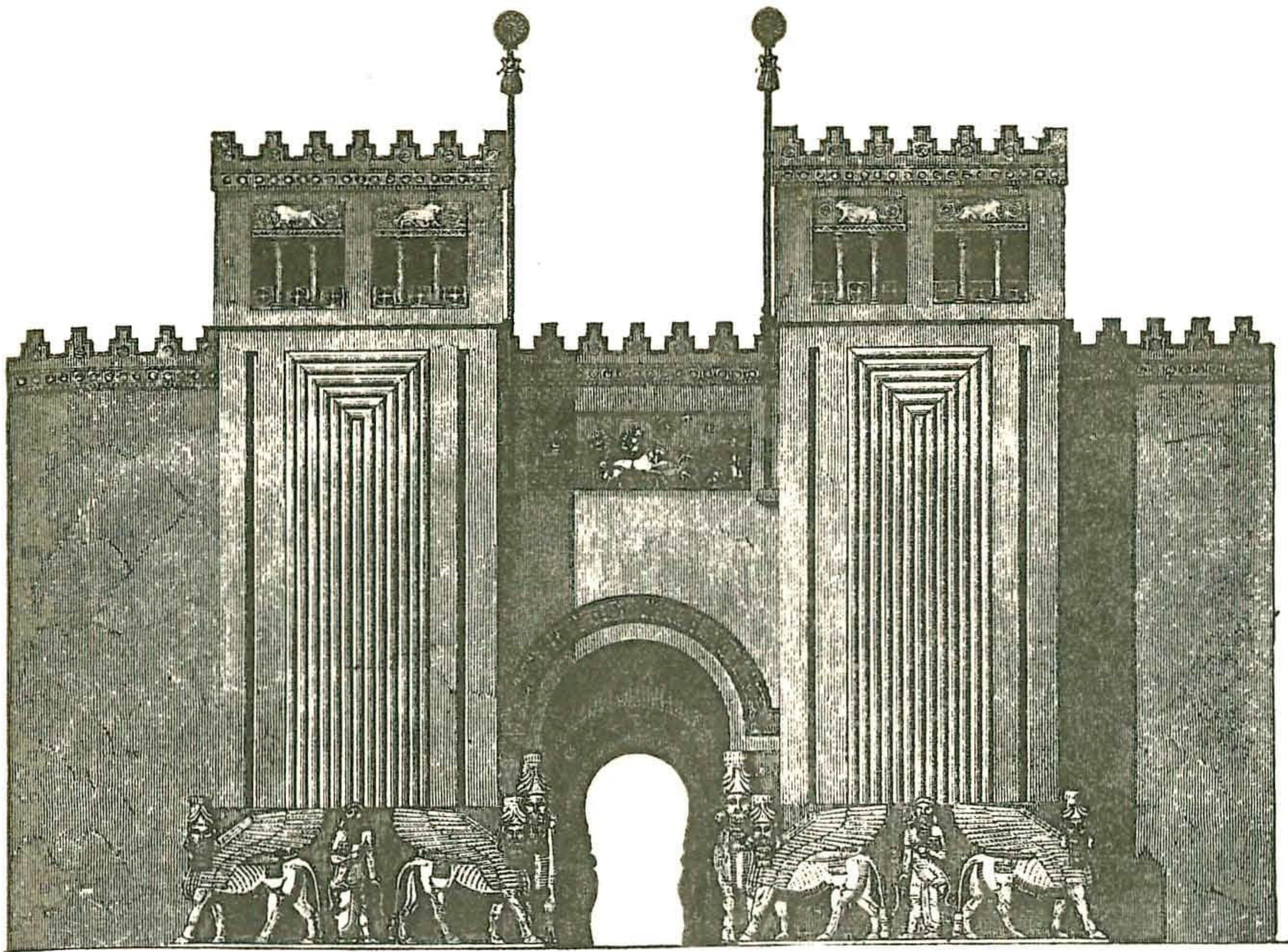


ÄGYPTISCHER TEMPEL



HERSTELLUNG
EINER STATUE

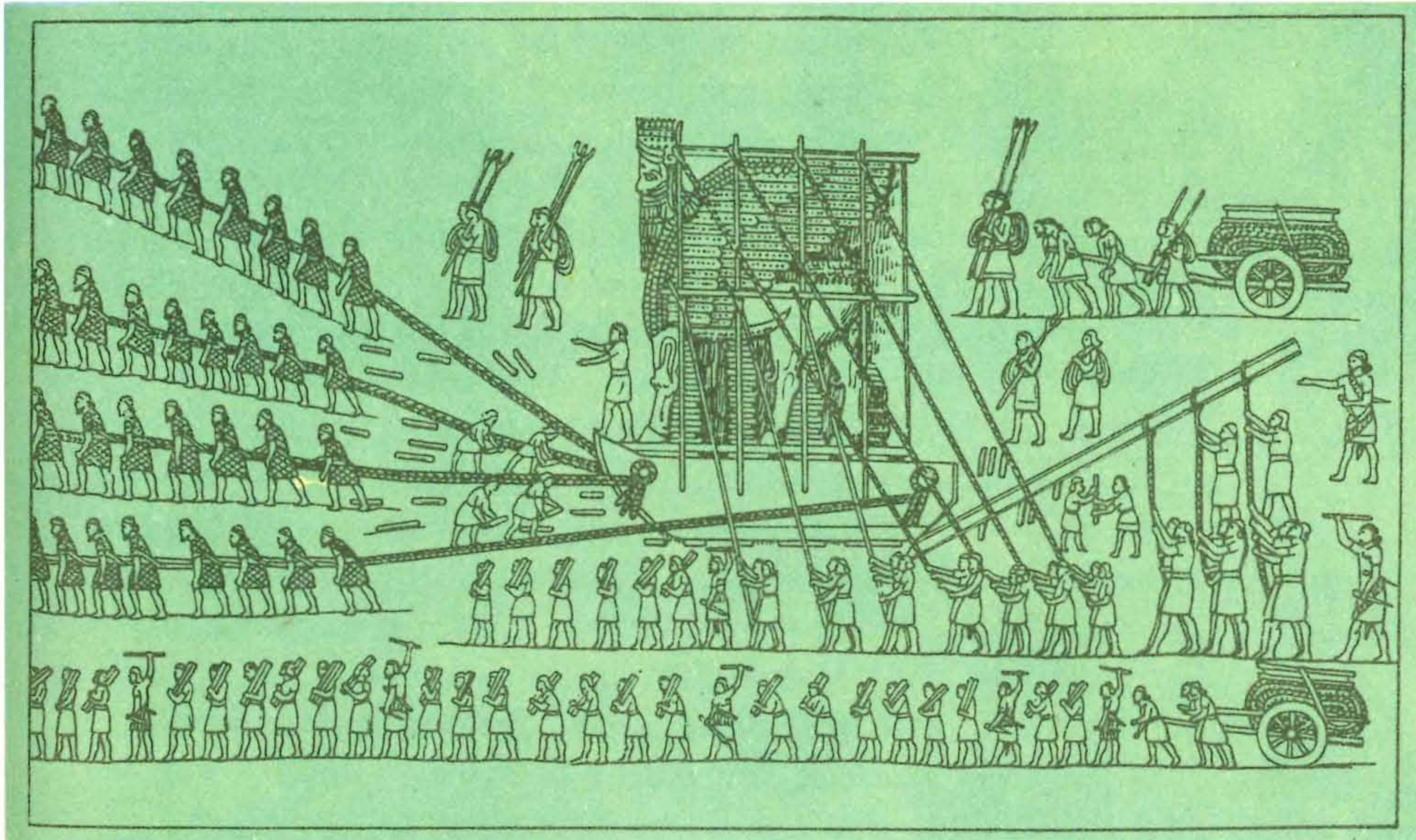




EINGANG
ZUM KÖNIGSPALAST
IN BABYLON



EMAILLIERTER ZIEGEL AUS BABYLON



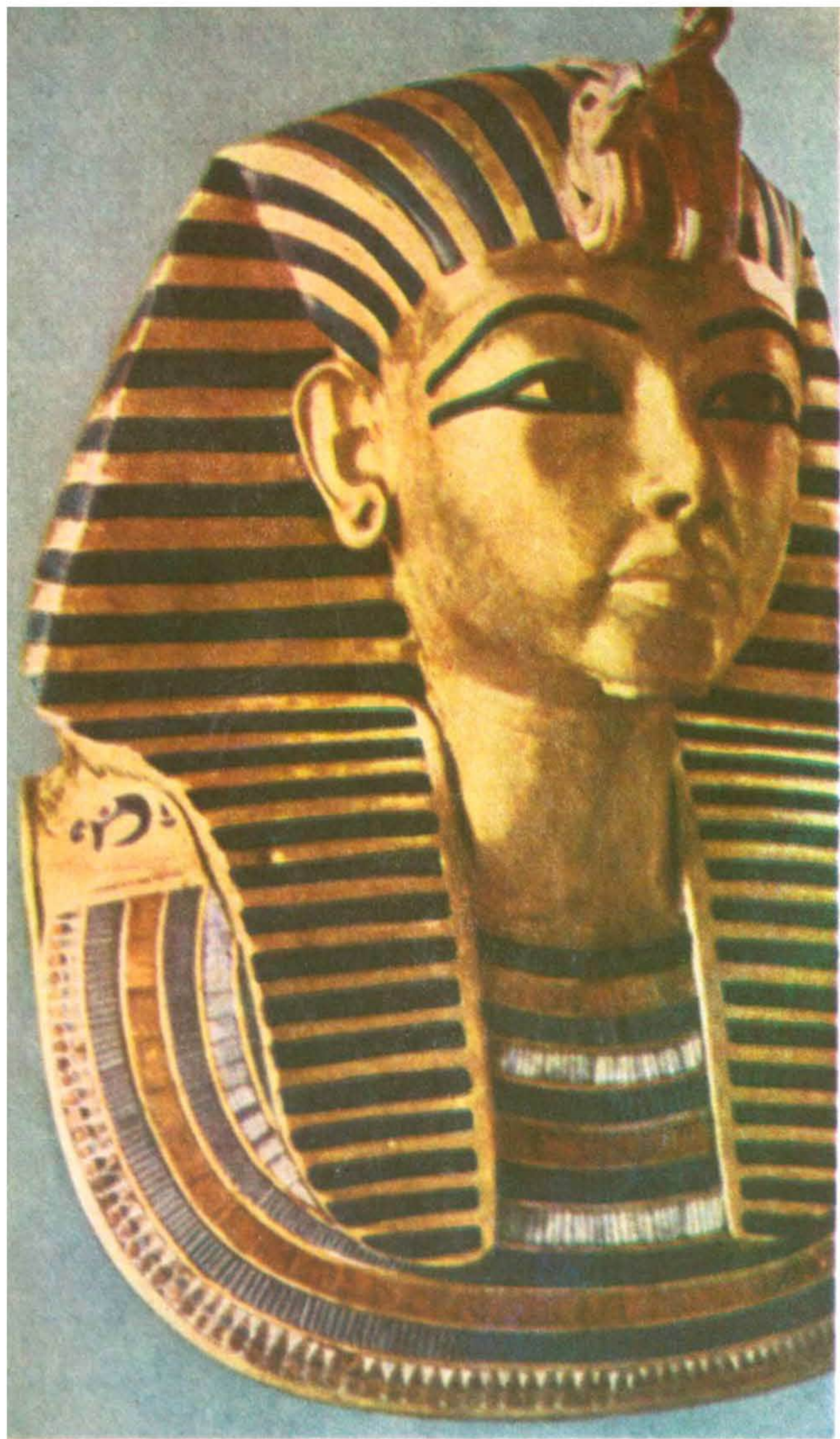
SKLAVEN SCHLEPPEN DIE MÄCHTIGEN BILDWERKE
AUF SCHLEIFEN MIT UNTERGELEGTEN WALZEN

STEINERNE LÖWE
ALS TORWÄCHTER



FARBIGE ZIEGEL HABEN
UNS ABBILDUNGEN DER
KLEIDUNG UND
DER GERÄTE
AUS DEM ALTERTUM
BEWAHRT



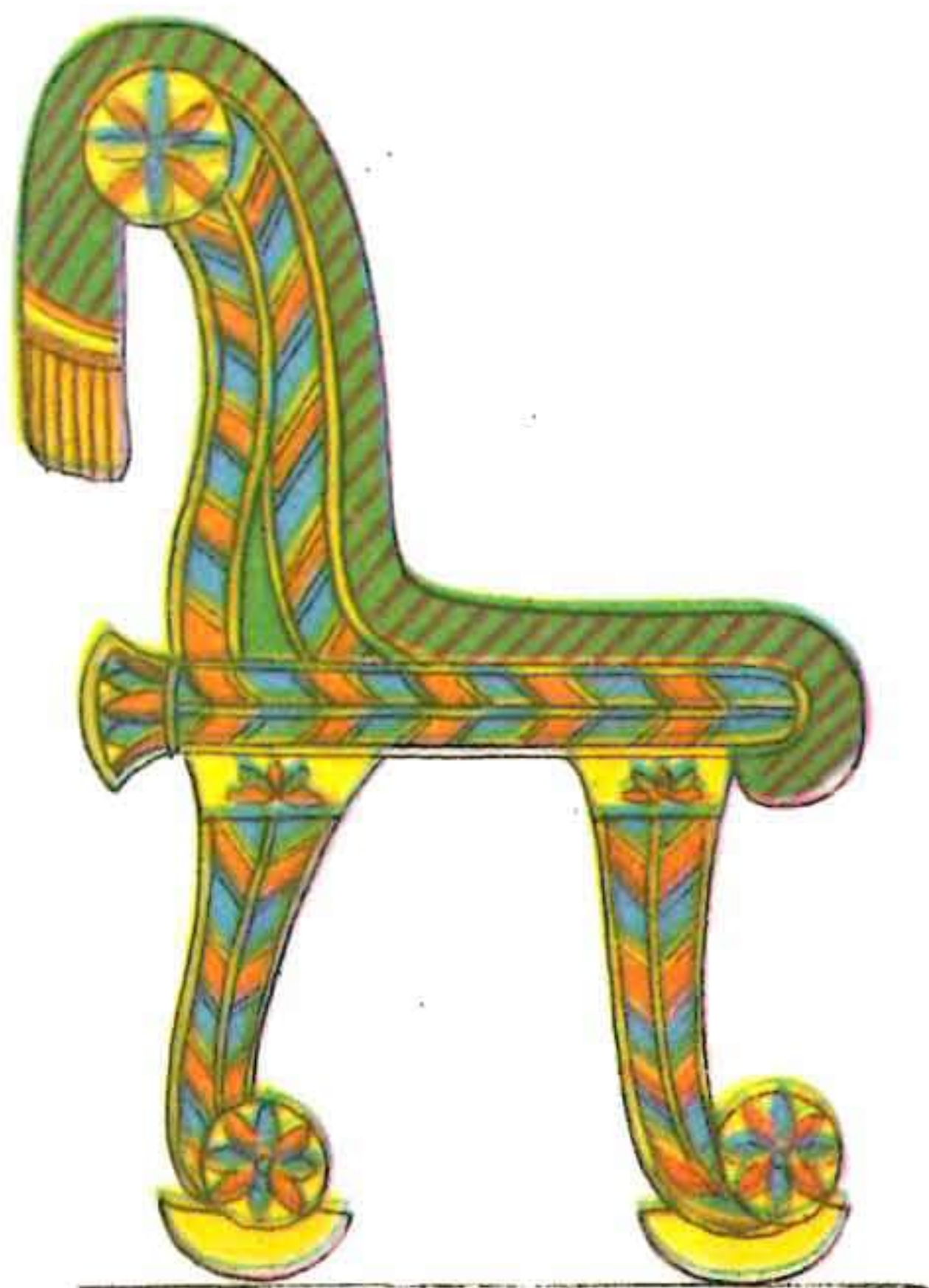


TOTENMASKE
EINES PHARAOS
AUS EMAILLIERTEM GOLD



KRIEGER
MIT BRONZEWAFFEN

VERZIERTER STUHL



Ebenen und konstruierte Aufzüge, um das Baumaterial in die Höhe zu transportieren.

Den Mittelpunkt der alten Städte bildeten die Tempel für die Gottheiten. In der Nähe dieser Gotteshäuser bauten die Könige und Priester ihre Paläste. Dort herrschte reges Leben und Treiben.

Die Vertreter der Dorfgemeinschaften brachten dem König und den Priestern ihre Abgaben, Händler priesen ihre Waren, Handwerker tauschten ihre Produkte gegen Lebensmittel ein.

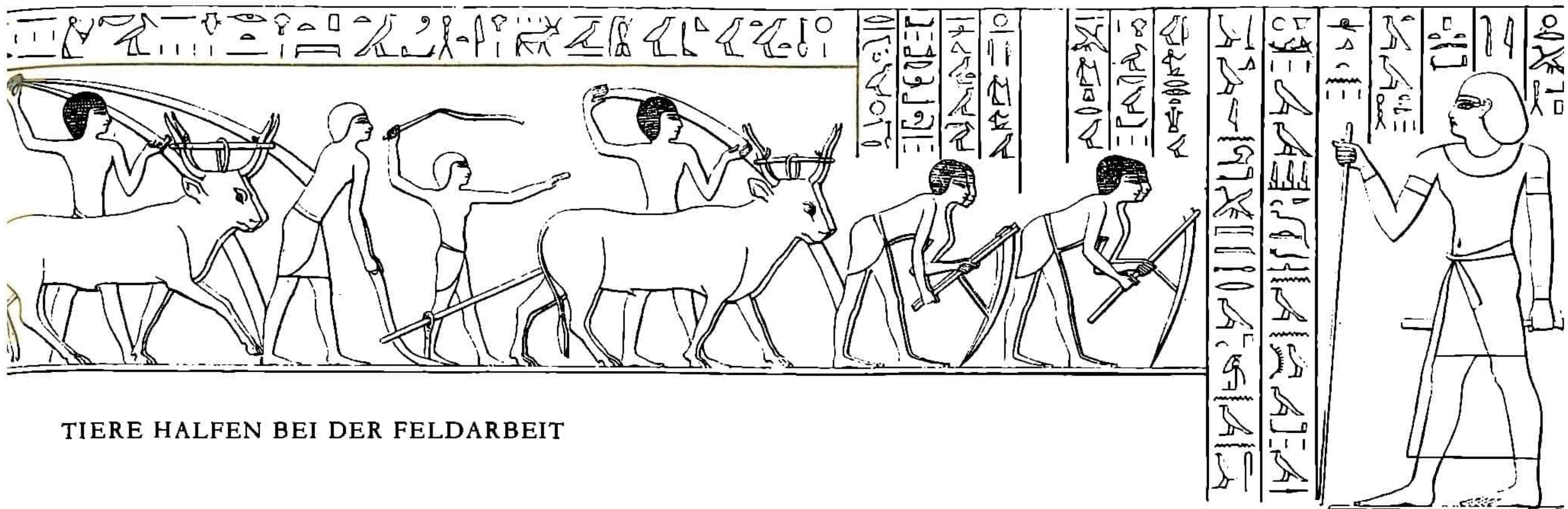
Aus den Tempelwerkstätten klang das Lied der Arbeit. Dort wurden aus hartem Metall Waffen geschmiedet, Schwerter und Schilde, dort wurden auch Pfeile und Bogen, Köcher und Speere hergestellt.

Die Töpferscheibe drehte sich, und daneben glühte das Feuer des Brennofens. Unter den Werkzeugen ächzte das Holz, das zu Tischen, Liegebänken und Sitzgelegenheiten verarbeitet wurde. Auch die Frauen waren nicht untätig. Sie brachen Flachs, spannen die Fasern, webten Kleidstoffe und nähten Gewänder und Kopfbedeckungen.

In den Werkstätten konnte man auch Edelsteine glitzern sehen, Gold und Silber flimmerte. Mit großer Kunstfertigkeit wurden dort Geschmeide hergestellt.

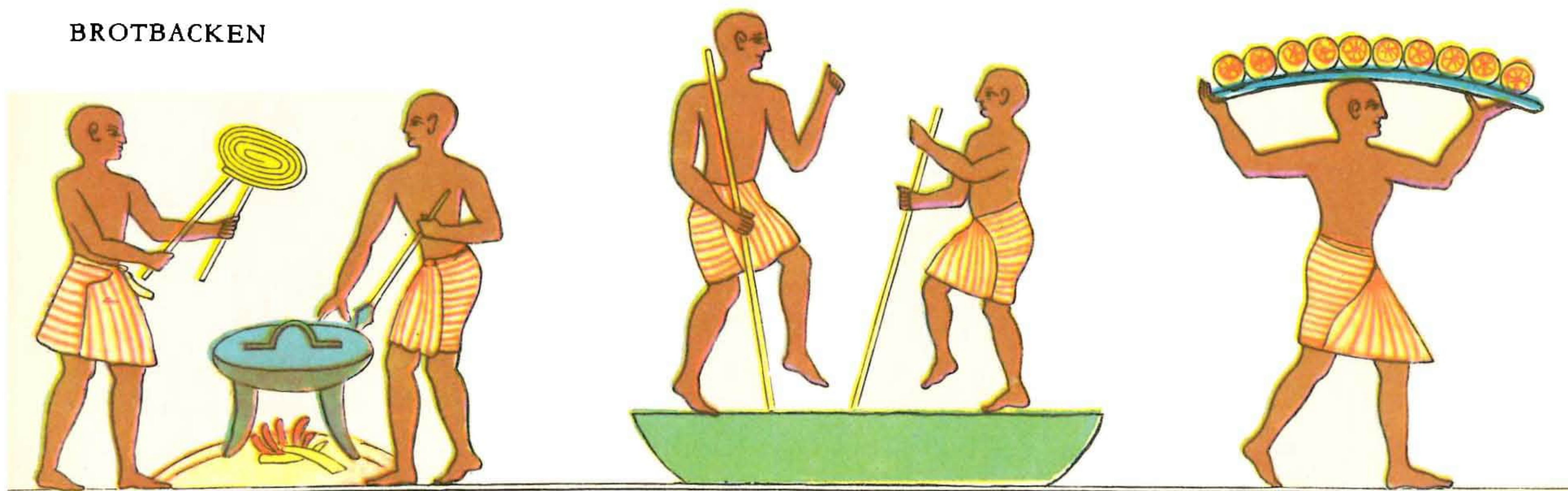
Was wäre aber geschehen, wenn man diesen zahlreichen Menschen, die in den Werkstätten arbeiteten, nichts hätte zu essen geben können? Auch die Soldaten und die Sklaven brauchten Lebensmittel.

Die Nahrung lieferte, dank dem Fleiß der Bauern, der Boden. Deshalb schätzten die Könige und Würdenträger die Arbeit der Landleute über alles. Die Priester verkündeten, daß der Sämann eine gottgefällige Handlung vornehme. Die Könige hielten es für eine heilige Verpflichtung, selbst an der Feldarbeit teilzunehmen. Feierlich fuhren sie zum Beginn der Feldarbeiten im Frühling aufs Feld hinaus und zogen mit



TIERE HALFEN BEI DER FELDARBEIT

BROTBACKEN



einer prachtvoll geschmückten Hacke eine Furche. Danach konnte auf den Feldern die Arbeit beginnen.

Seit langem hatten die Menschen festgestellt, daß die Pflanzen zugrunde gehen, wenn die Dürre das Feld austrocknet. So hatten sie in der Nähe der Flußläufe Bewässerungsgräben angelegt, die die Felder kreuz und quer überzogen. Im Bett der Kanäle stellten sie dem Wasser aus Holz gefertigte Wehre und Schleusen in den Weg. So konnten sie den Abfluß des Wassers regeln.

Wenn Trockenheit drohte, leiteten sie Wasser aus den Kanälen auf die Felder. Das war eine mühsame Arbeit. Meist mußten sie das Wasser aus den tiefer gelegenen Gräben mit Eimern schöpfen und es zu den Wurzeln der Pflanzen tragen. Wir können uns gut vorstellen, wie viele Eimer Wasser

für die einzelnen Saatfelder erforderlich waren.

Auch die Feldarbeit selbst war sehr beschwerlich. Der Boden mußte mit Hacken und Holzpflügen aufgebrochen, das reife Getreide mit Sicheln, die Stein- oder Bronzeklingen besaßen, geschnitten werden.

Aus den Ähren schlug man die Körner und ließ vom Wind die Spreu fortblasen. Mühlen gab es damals noch nicht, die Körner wurden von den Frauen zwischen Steinen, den bereits erwähnten Handmühlen, zerquetscht. Man kann sich leicht vorstellen, daß das auf diese Weise gewonnene Mehl nicht besonders rein war, es war sicher nicht weiß, denn es blieb ja noch viel von der äußeren bräunlichen Schale, die das weiße Nährgewebe des Weizenkorns umgibt, darin, und auch Steinpulver, wenn die Steine nicht hart genug waren.

Aus dem Mehl verstand man noch nicht weißes, lockeres Brot zu backen. Eigentlich aß man damals überhaupt kein Brot, sondern eine Art Fladen. Das Mehl wurde nur mit Wasser geknetet, dünn ausgewalzt und an der Sonne getrocknet. Erst später fanden die Menschen heraus, daß gebackene Fladen besser schmeckten, daraufhin buken sie sie in der heißen Asche oder auf einem im Feuer erwärmten Stein. Was wir heute essen, ist gesäuertes Brot. Es vergingen noch Jahrtausende, ehe man seine Herstellung erlernte. Aber die alten Römer kannten bereits vier Sorten Brot von verschiedener Feinheit.

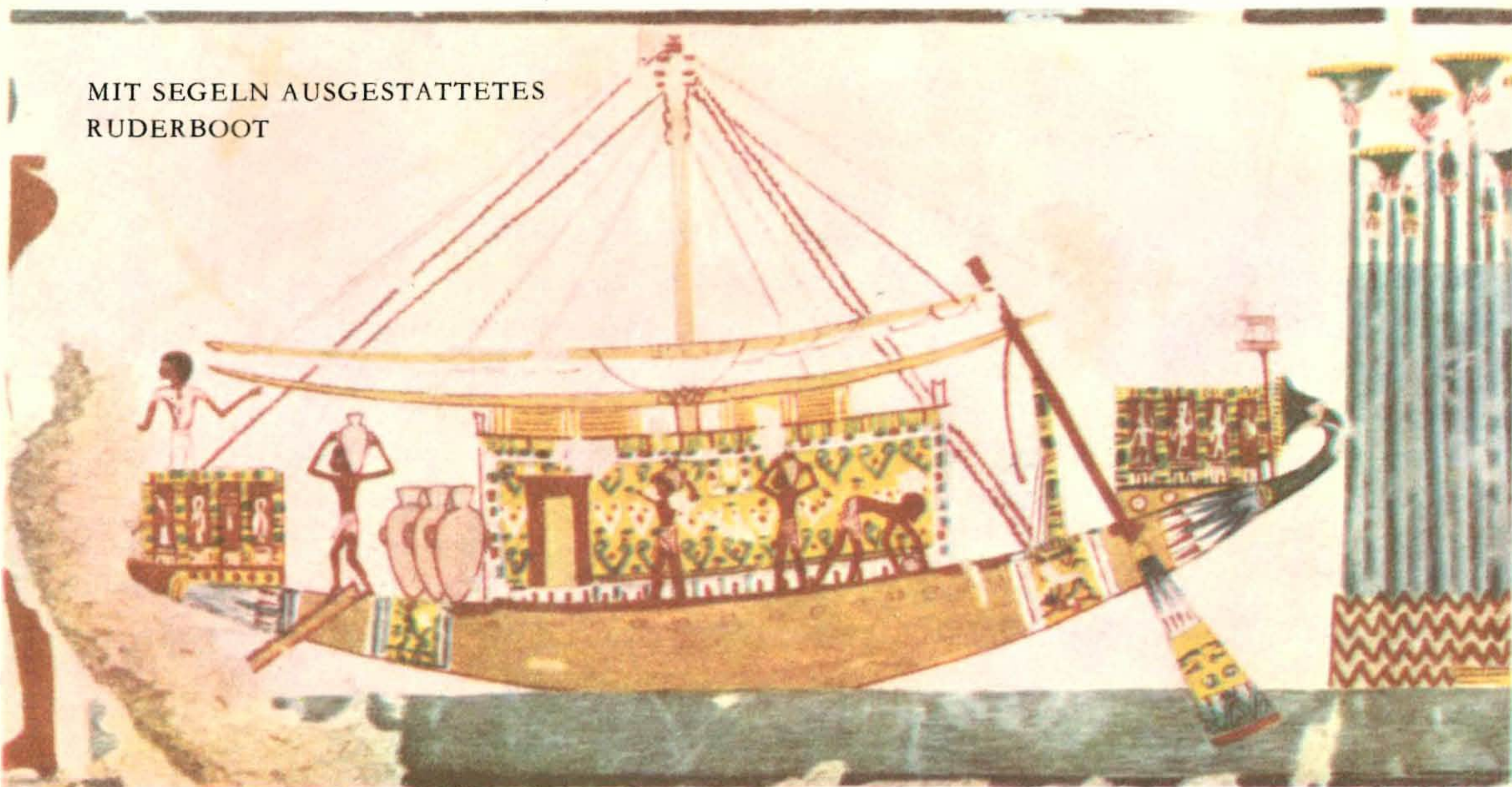
Schon die ältesten Ackerbauern hatten auch Haustiere gehalten. Die Zugtiere — Rinder und Pferde — halfen den Sklaven bei ihrer schweren Arbeit. Aber es war auch durchaus nicht ungewöhnlich, daß die Sklaven selbst vor den Pflug gespannt waren.

Die Könige und Würdenträger wußten von allem, was sich in ihrem Herrschaftsbereich zutrug. Ihre Befehle gelangten rasch in die entferntesten Gegenden. Rauchzeichen stiegen in die Höhe, der Klang der Trommeln gab die Nachrichten weiter,

oder stimmungsvolle Menschen riefen sie sich zu, und in der Kette dieser Fernrufer drang die Kunde in die Weite. Auch schnellfüßige Boten eilten durch die Lande, um die Befehle der Mächtigen überall zu verkünden.

Die gewaltigen Entfernungen, die riesigen Urwälder und hochragenden Berge, die ausgedehnten Sümpfe und Meere trennten die Völker voneinander. Doch auf unwegsamen Straßen rumpelten rohgezimmerte Ochsenwagen, und auf den Meeren — in der Nähe der Küsten — kämpften Ruder- und Segelboote gegen die Wellen an. Es waren Händler, die auf ihnen durch die Welt zogen. Ihnen verdankten die Bewohner der Steppen die von fernen Gebirgen stammenden Steinmesser, die in den Städten geschmiedeten Bronzewaffen, das Salz und die prächtigen Muscheln entfernter Meere. In die Städte aber brachten die Händler herrliche Pelze, fein gegerbtes Leder, reich geschnitzte Elfenbeingegenstände und schön geflochtene Körbe. Und während sie ihre Waren feilboten, erzählten sie von den vielen interessanten Dingen, die sie unterwegs in anderen Ländern gesehen und gehört hatten.

MIT SEGELN AUSGESTATTETES
RUDERBOOT





MAGISCHE ZEICHNUNGEN

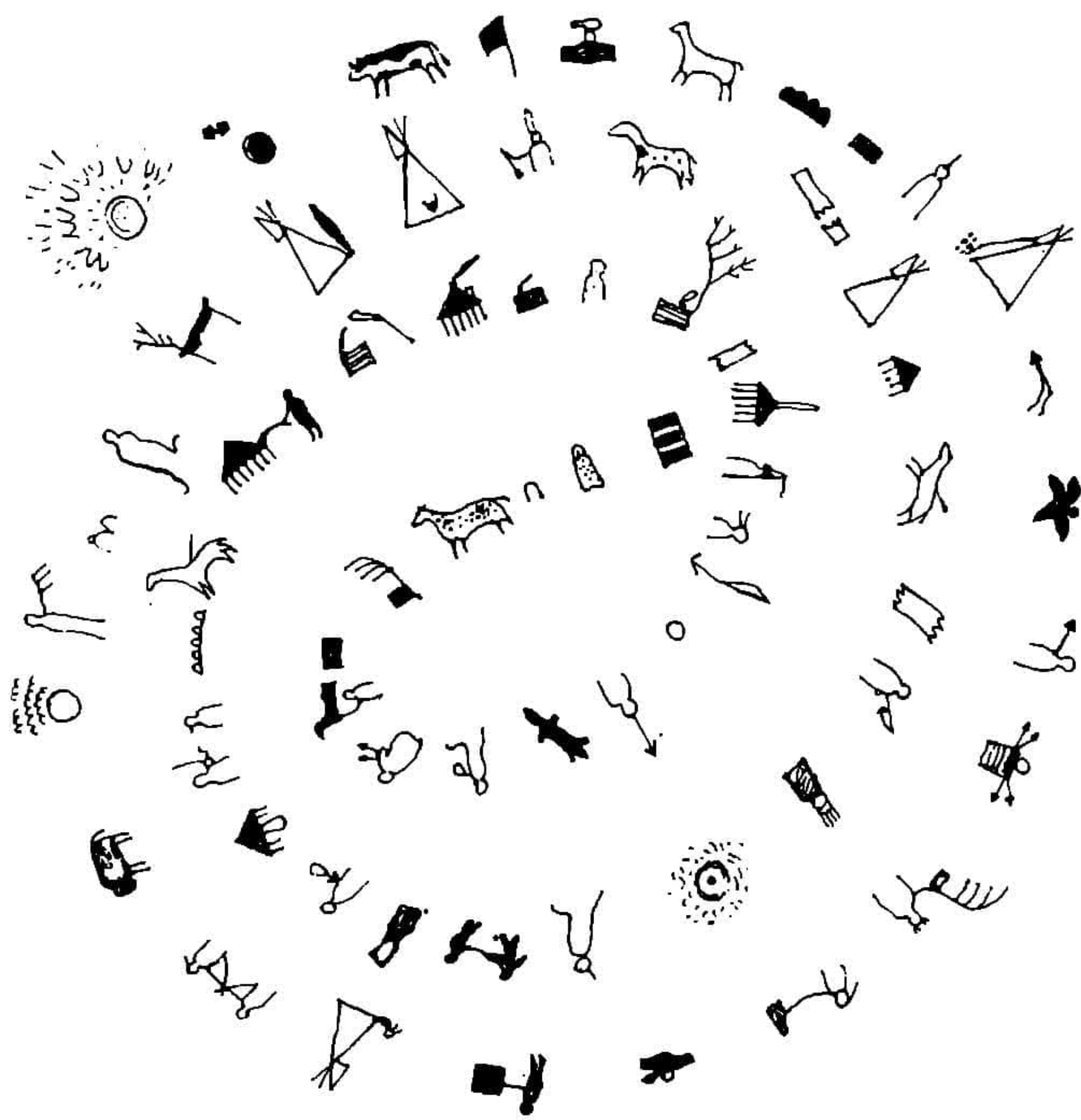


Vor vielen tausend Jahren schrieb man keine Buchstaben, sondern vermerkte, was man nicht vergessen wollte, mit besonderen Zeichen. Diese Zeichen wurden auf Leder oder Baumrinde gemalt. Es waren kombinierte Abbildungen von Menschen, Tieren und Gegenständen, und wenn wir heute eine solche Schrift betrachten, erscheint es uns nicht als verwunderlich, daß diese magischen Zeichnungen nur für einzelne Leute verständlich waren. Wir würden heute sicher etwas anderes daraus herauslesen, als die Schreiber ausdrücken wollten.

Später bezeichnete man jedes Wort oder auch jede Silbe mit besonderen Bildern. Wer gelernt hatte, welches Wort oder welche Silbe ein Bild bedeutete, konnte ganz genau lesen, verstand das Aufgeschriebene wortwörtlich. Das war die Bilderschrift.

Es war eine sehr komplizierte Schrift. Stellt euch einmal vor, wie schwer es gewesen sein mag, die vielen tausend Zeichen zu erlernen, die man kennen mußte, um diese Schrift zu beherrschen.

Wenn die Kaufleute ihre Waren tauschen wollten, mußten sie das Getreide und die



EINE INDIANERGESCHICHTE
AUF BÜFFELHAUT



ÄGYPTISCHE BILDERSCHRIFT

Häute und überhaupt alles, was sie feilhielten, berechnen. Das Ergebnis mußte auf irgendeine Weise vermerkt werden. Die einfachsten Methoden dafür waren das Knüpfen von Knoten in Schnüre oder das Einkerbten eines Holzstücks.

So wurde etwa ein Korb voll Getreide durch einen Knoten oder durch eine Kerbe bezeichnet. Mit verschiedenen Kerben konnte man anzeigen, ob es sich um Weizen oder Gerste, um einen großen oder kleinen Korb handelte. Bereits mit Kerben konnte man also alles mögliche aufschreiben. Aus

solchen Kerben entstand die Runenschrift der alten germanischen Völker.

Leichter, als Zeichen in Holz zu ritzen, war es freilich, auf weiches Leder zu malen. Dabei brauchte man sich nicht auf kurze, gerade Striche zu beschränken, sondern konnte wirkliche Zeichnungen ausführen, denn auf Leder lassen sich ja auch gekrümmte Linien malen, sei es mit einem Holzstückchen oder mit einem kleinen Haarpinsel.

Die zahlreichen gewonnenen Erkenntnisse aufzeichnen, damit sie nicht in Ver-

gessenheit gerieten, das konnten freilich nur wenige.

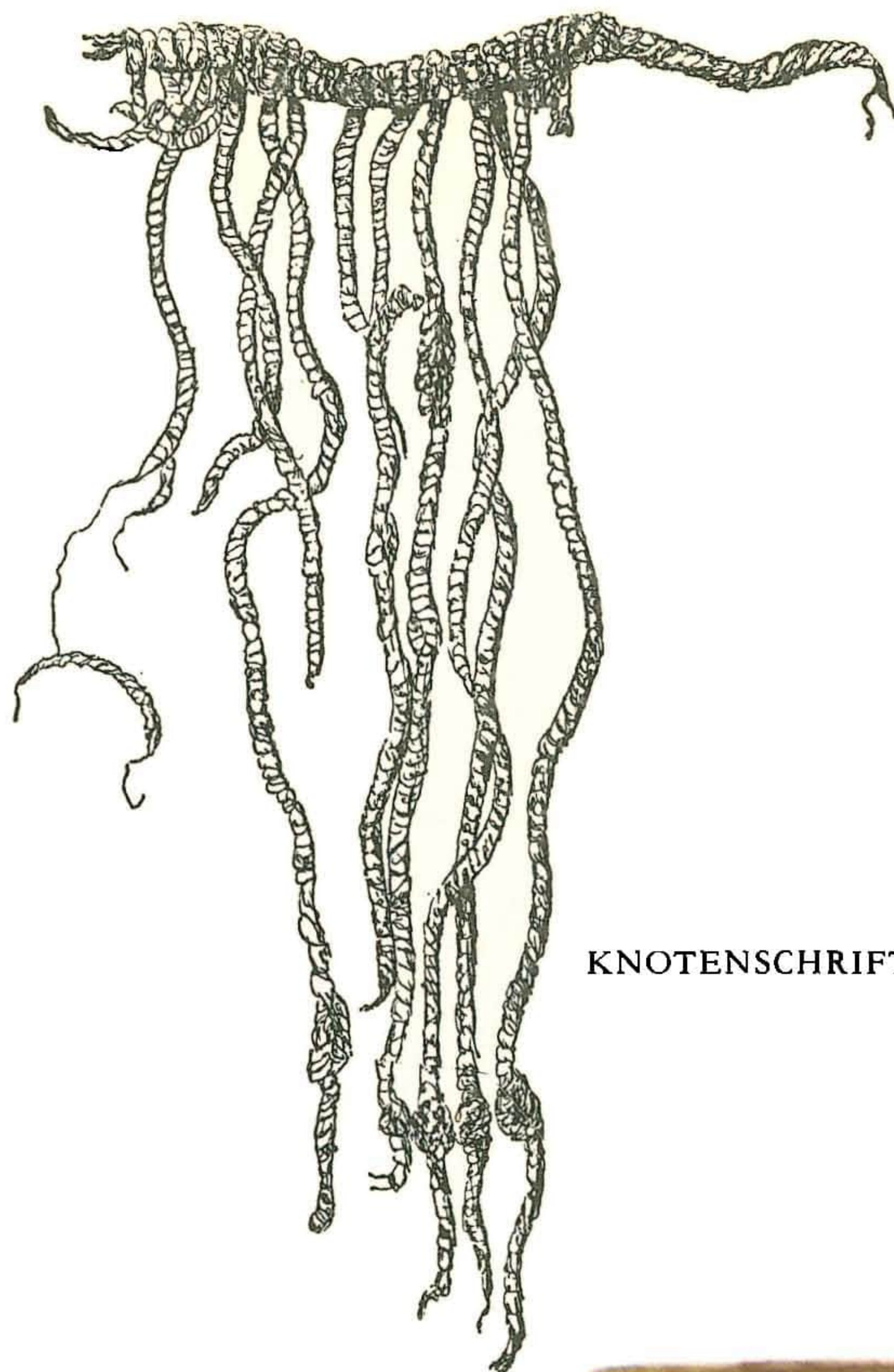
Den Sklaven war es nicht möglich, ihr Wissen aufzuschreiben. Wenn ihre Kinder heranwuchsen, ließen sie sie an ihrer Arbeit teilnehmen und vermittelten ihnen die für ihre Arbeit notwendigen Handgriffe. So konnten die Jüngeren nur von den Älteren lernen, und das Wissen wurde von Generation zu Generation weitergegeben.

Schreiben blieb eine schwierige Kunst, die zunächst nur von den Priestern beherrscht wurde.

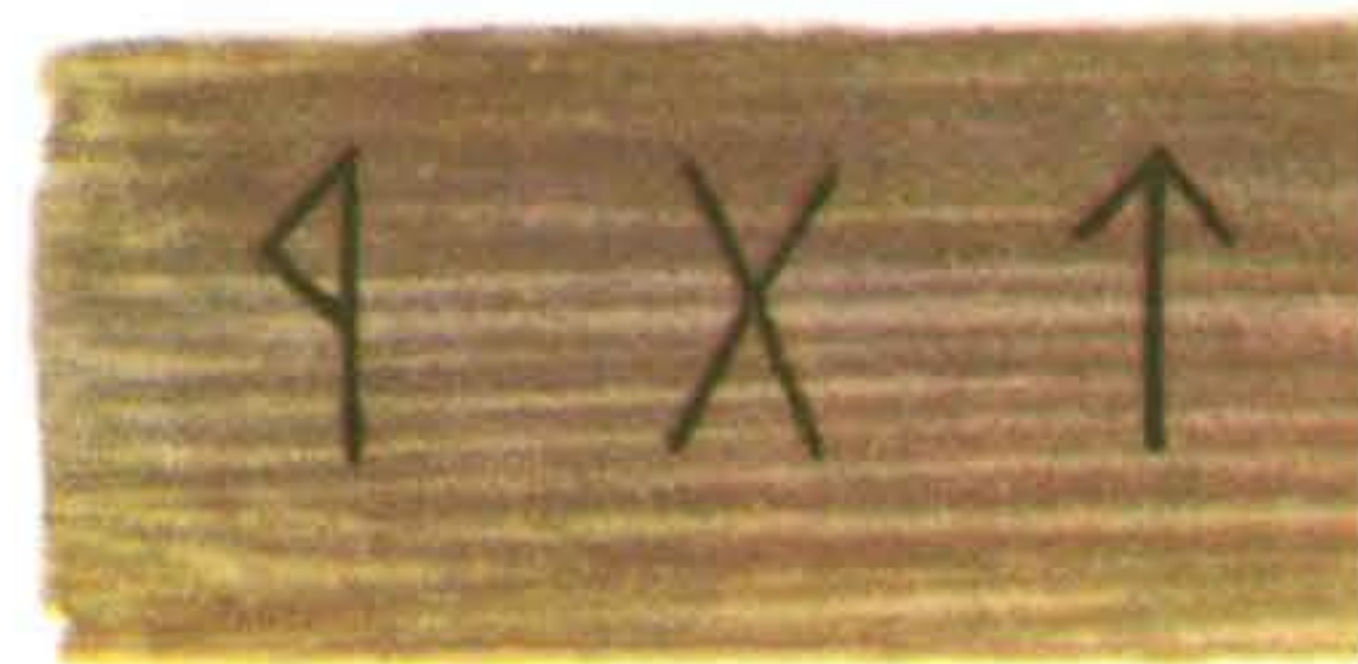
Die Bewässerungsarbeiten, die Entwicklung des Handels, nicht zuletzt die Kriege mit den Nachbarstämmen erforderten einen Verwaltungsapparat. Beamte, meist Söhne der Priester, Adlige oder Offiziere beherrschten ebenfalls die Kunst des Schreibens.

Der Verlauf großer Bewässerungskanäle mußte im Vorhinein abgesteckt werden, schließlich konnte man sie nicht irgendwohin leiten; man mußte ihre Tiefe und Breite planen und ihre Ufer gut befestigen, damit sie nicht einbrachen. Beim Bau der städtischen Paläste mußte man den entsprechenden Bauplatz abmessen, man mußte die Stärke der Mauern, die Bauweise, den Standort der Säulen und Träger genau festlegen. Bei allen diesen Arbeiten mußte viel gemessen und gerechnet werden, und messen und rechnen konnten nur gebildete Menschen, die mit Lot und Winkelmaß umzugehen verstanden. Sie schrieben die Ergebnisse ihrer Messungen auf und führten dann die notwendigen Berechnungen durch.

Die Menschen hatten seit langem erkannt, daß ihr Leben von den Ergebnissen der Ernten abhing. Sie hatten aber auch erfahren müssen, daß die Arbeit der Bauern vergeblich war, wenn Stürme, Unwetter, Überschwemmungen und Feuersbrünste die Felder verwüsteten. Manchmal war



KNOTENSCHRIFT

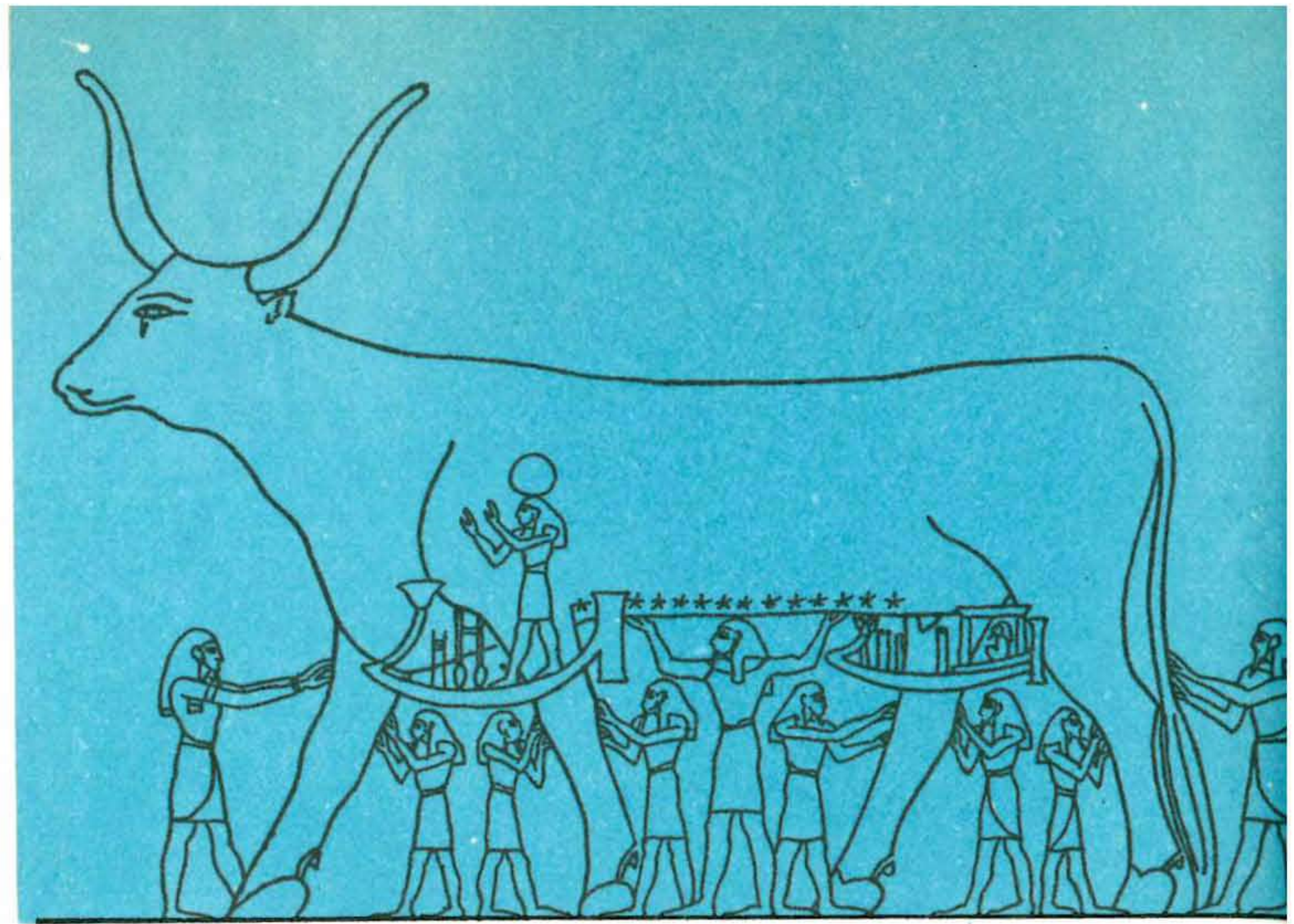
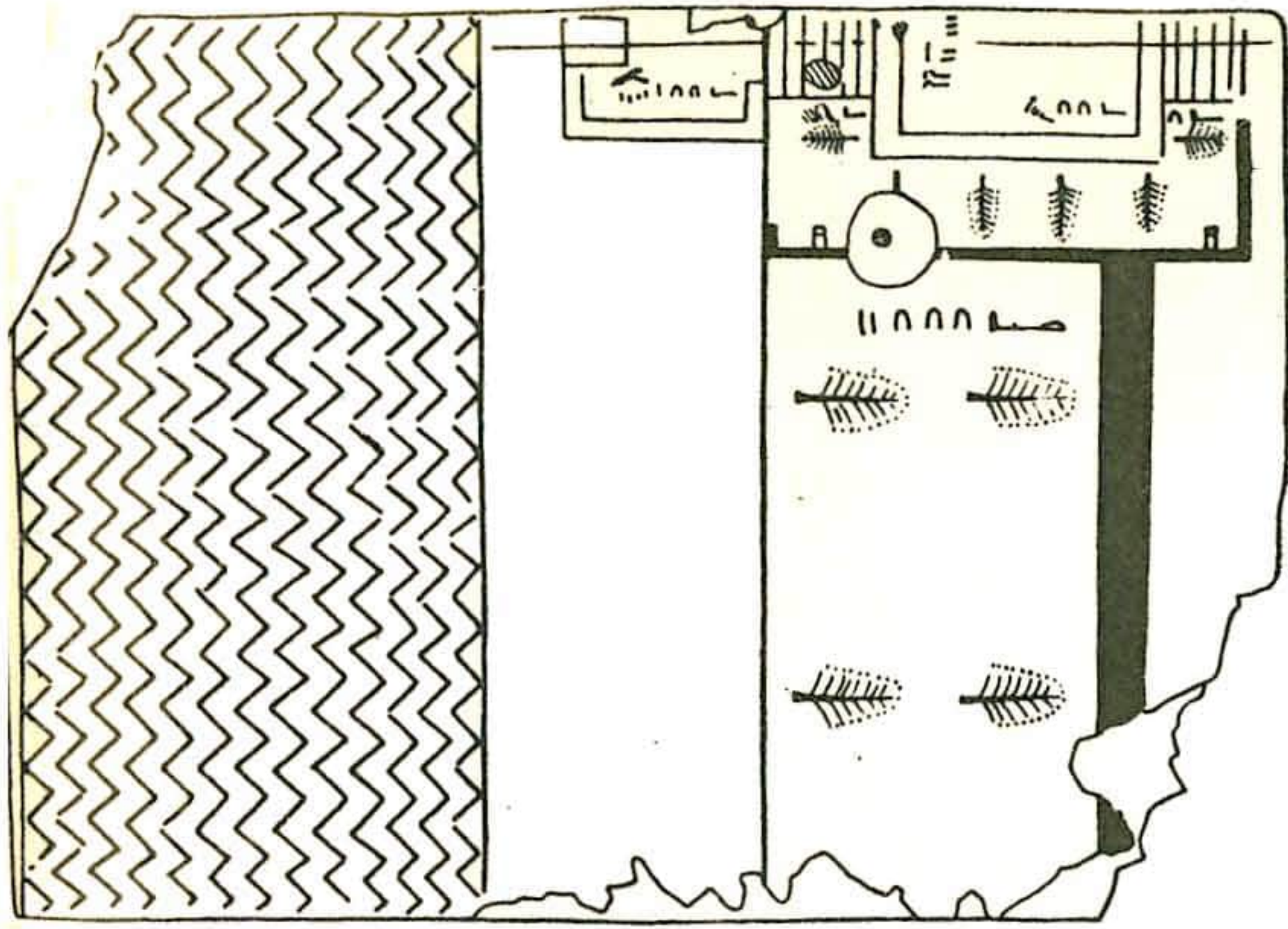


RUNENSCHRIFT

es, als sei die Luft vergiftet: die Menschen starben an Seuchen dahin, dann wieder verheerten Kriege das Land. Man fürchtete sich vor unheimlichen Himmelskräften und war bemüht, ihre Geheimnisse zu ergründen.

Bereits zweitausend Jahre vor unserer Zeitrechnung beobachteten Priester in Babylon die Bewegung der Sterne und die Wanderung von Sonne und Mond über den Himmel, um den Beginn des Frühlings vorauszusagen. Ziel ihres Strebens war die Erklärung der Welt und der

REST EINER ANTIKEN BAUZEICHNUNG

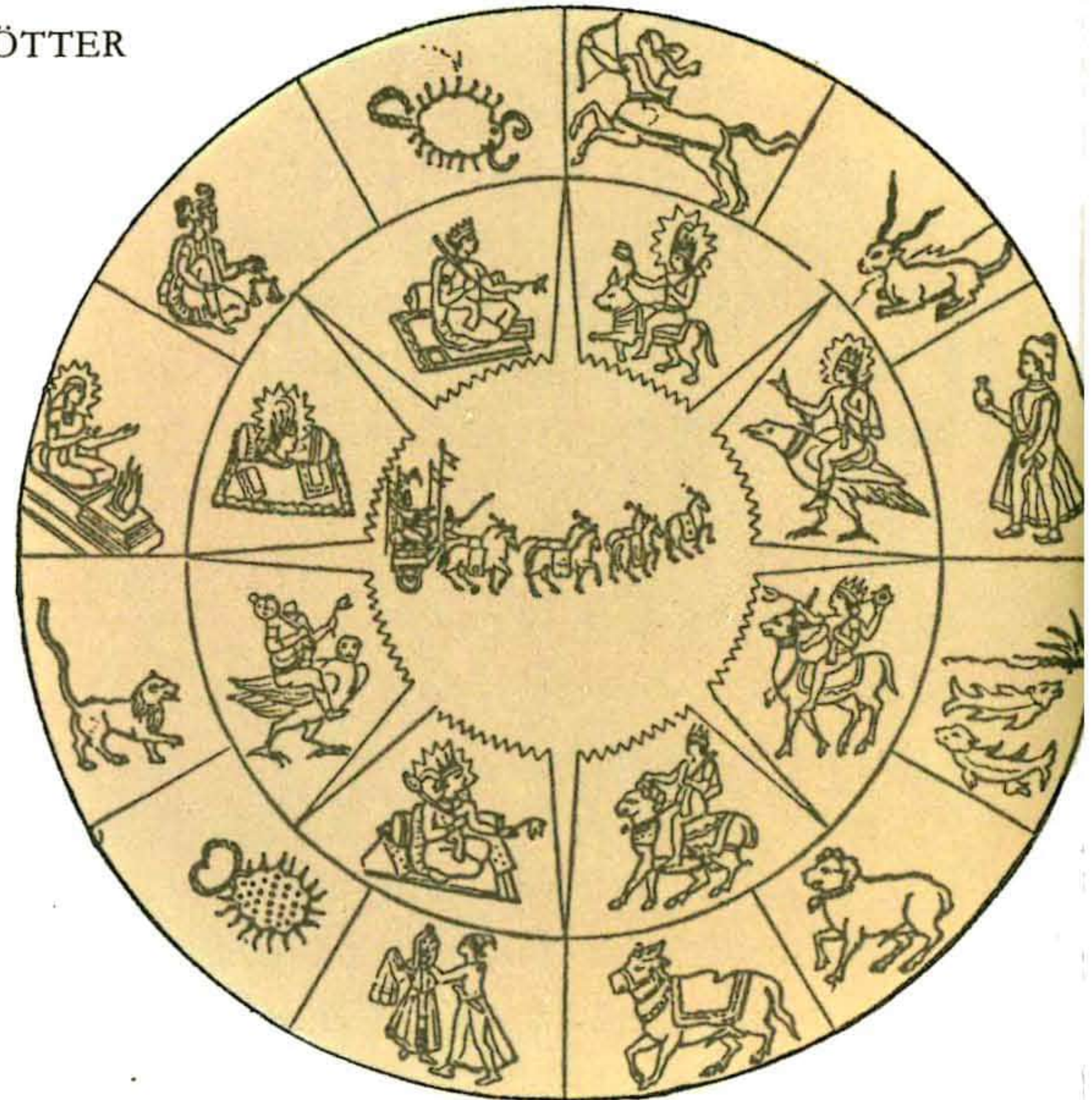


ÄGYPTISCHE GÖTTER

- = 0
- = 1
- = 3
- = 4
- = 5
- = 6
- = 7
- = 8
- = 9
- = 10



SCHRIFTZEICHEN DER ALTEN MAYAS



ASTROLOGISCHE ZEICHNUNG DER ALTEN INDER

Naturerscheinungen. Dieses Wissen verschaffte den Priestern großes Ansehen, Macht und Überlegenheit vor anderen Menschen.

Ihre Gedanken schrieben die Priester nieder, damit andere sie kennenlernen konnten. Auch die Gesetze, die die Herrscher festlegten, wurden schriftlich fixiert.

Die Könige waren stolz auf ihre Hel-

dentaten in siegreichen Kriegen, und sie wollten, daß die Menschen niemals ihren Namen vergessen sollten.

Allmählich häuften sich die Aufzeichnungen immer mehr an.

Es gab bereits Bibliotheken in den Tempeln und Palästen. Auf Hunderten von Tontafeln war alles Wissen dieser Zeit festgehalten.

Wenn wir heute etwas aufschreiben wollen, nehmen wir ein Stück Papier, einen Bleistift oder Füllfederhalter und setzen eine Zeile unter die andere. Früher war das viel schwieriger. Zum Schreiben benutzte man feine Tontäfelchen, spitze und winkelförmige Stöckchen. Mit den Stöckchen ritzte man Zeichen in den Ton, man konnte mit solchen Geräten am besten kleine keilförmige Zeichen einkerben. So wurden die alten Bilderzeichen zu einfachen Gruppen keilförmiger Striche umgestaltet, und die Keilschrift war entstanden.

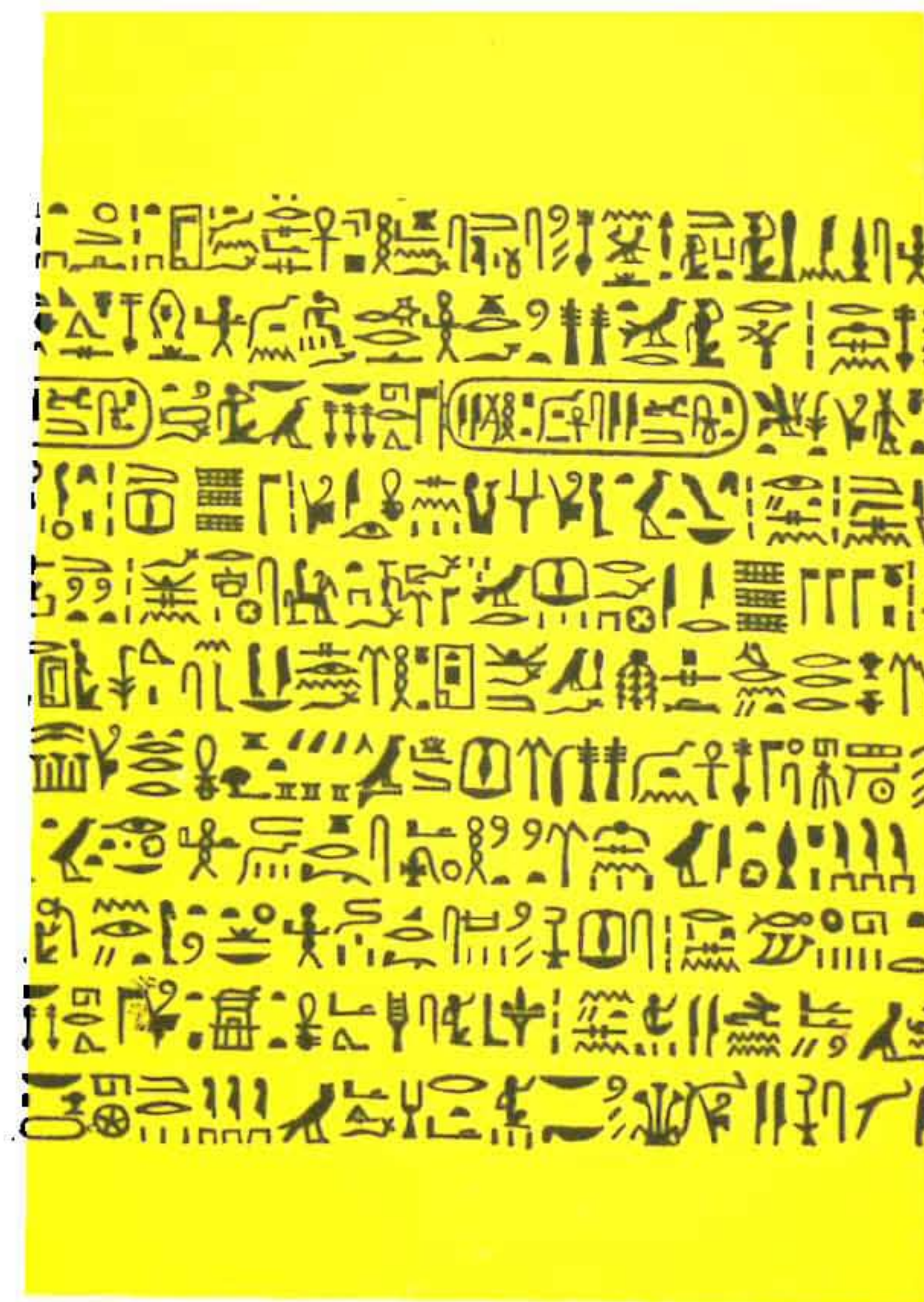
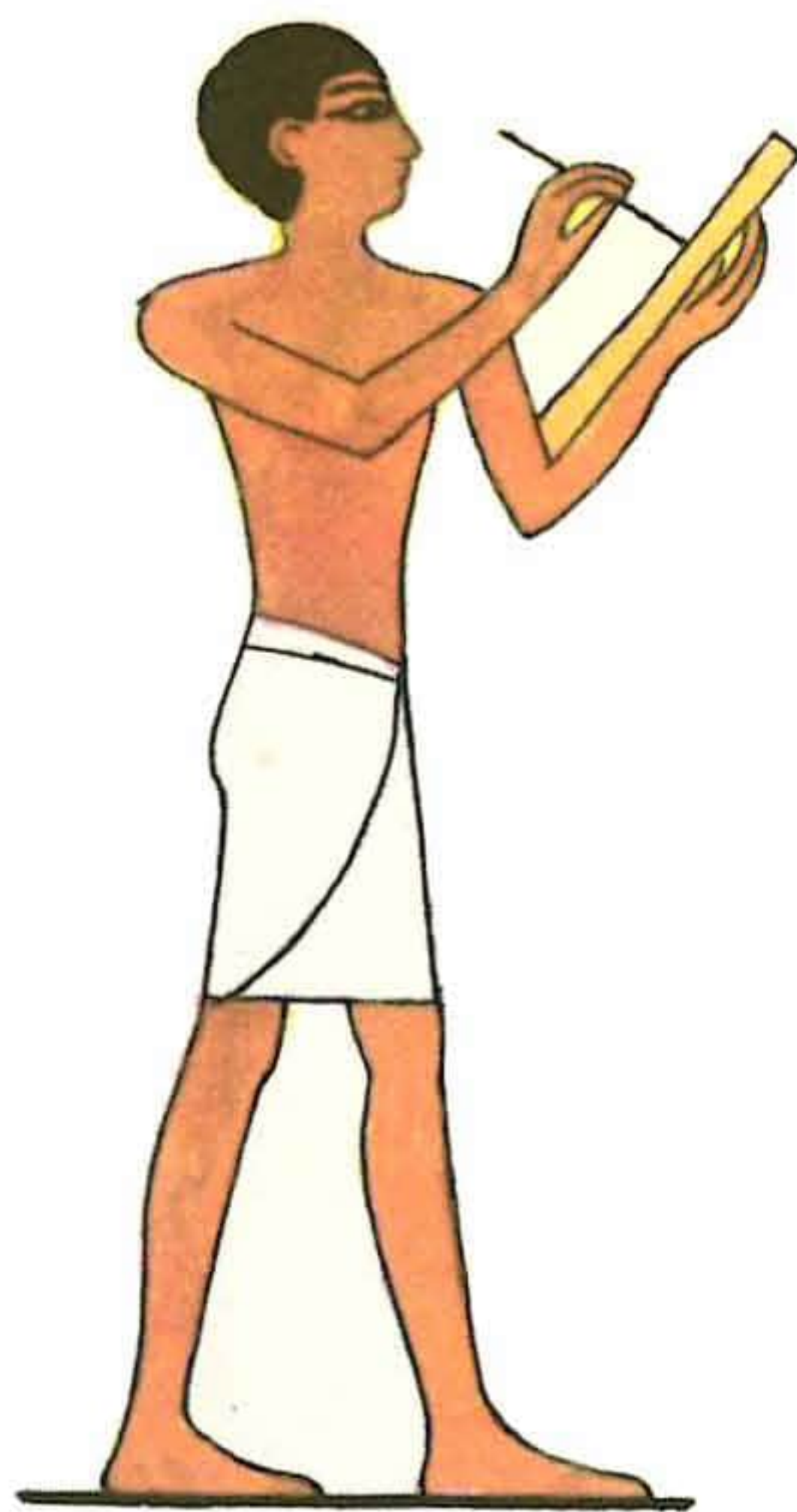
Diese Keilschrift verwendeten die Völker in Mesopotamien, dem alten Land zwischen den Strömen Euphrat und Tigris. Doch getrockneter Ton zerbricht leicht, und die Schrift kann verwischt werden. Deshalb brannte man die Tontäfelchen im Feuer. Man numerierte sie und band sie aneinander, so daß eine Art Buch entstand.

Stellen wir uns einmal vor, wie groß unsere Schulbücher wären, wenn sie aus Tontafeln bestünden! Sicher würden wir sie niemals zur Schule tragen können, und schon das Umblättern würde uns bald ermüden!

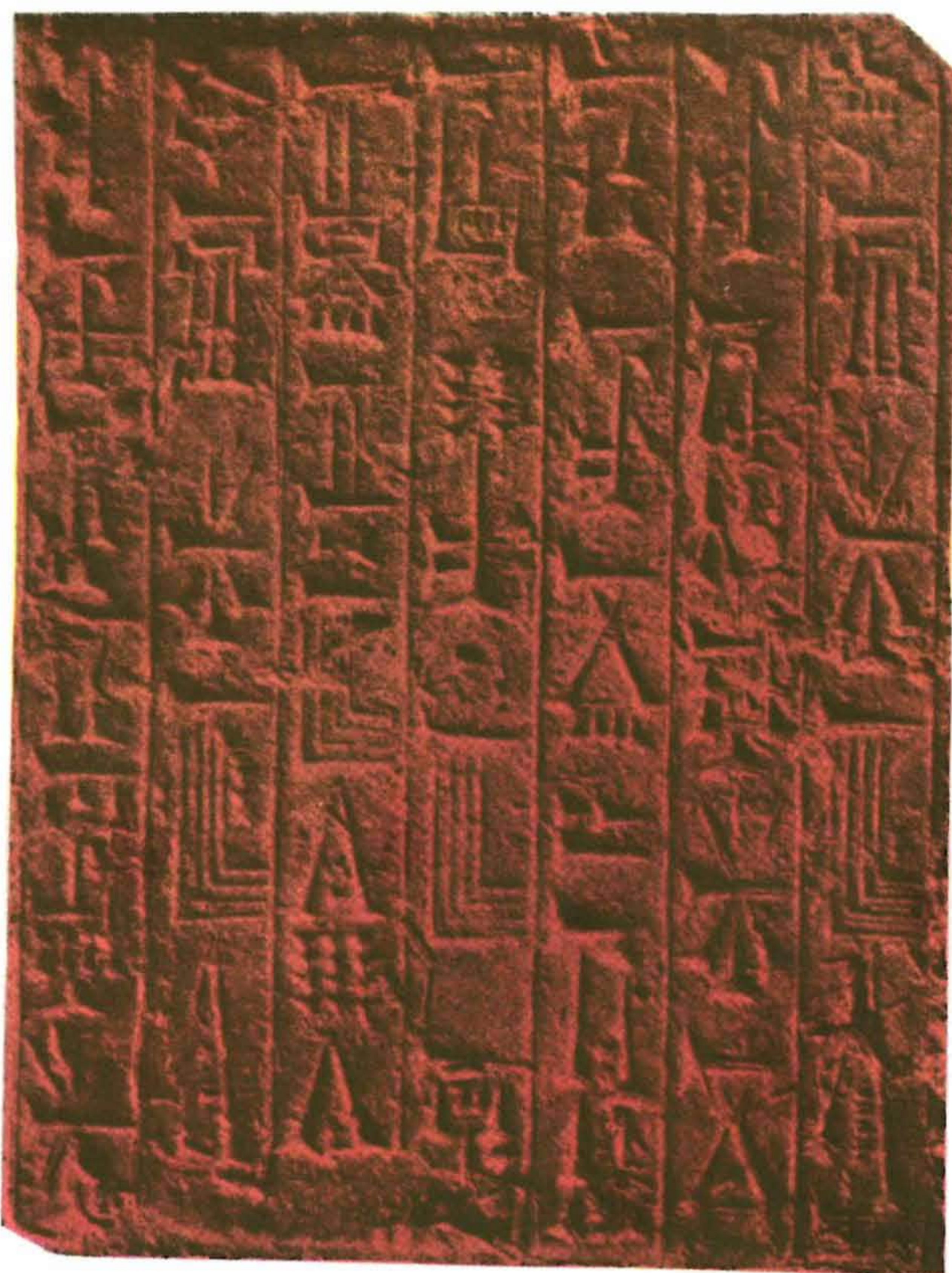
Es kam auch vor, daß man die wichtigsten Gesetze in Stein meißelte. Auf den Statuen und anderen Darstellungen alter Könige, an hochaufragenden Felswänden und auf den Überresten längst in Trümmer gesunkener Tempel können wir noch heute solche alten Keilschriftinschriften finden.

Anderswo haben die Steine Zeichen in Bilderschrift — Hieroglyphen — bewahrt. Solche Zeugnisse findet man in Ägypten oder in Amerika im Gebiet der alten Mayas, an den Wänden der Gebäude, der Tempel und Grabmäler.

Die Römer besaßen, wie auch die Griechen, schon die Buchstabenschrift. Was sie notieren wollten, schrieben sie mit



NUR DIE SCHREIBER KONNTEN SCHREIBEN



KEILSCHRIFTTAFEL

MEDAILLE
MIT KEILSCHRIFTTEXT



AUF DIE
STATUEN
DER KÖNIGE
WURDE DIE
GESCHICHTE IHRER
HELDENTATEN
GESCHRIEBEN



einem zugespitzten Stichel, dem sogenannten Stilus, auf Wachstäfelchen.

In anderen Ländern, zum Beispiel in China, führte man einen Pinsel mit Tusche über ein Schreibmaterial, das aus den zerstoßenen Fasern bestimmter Pflanzen

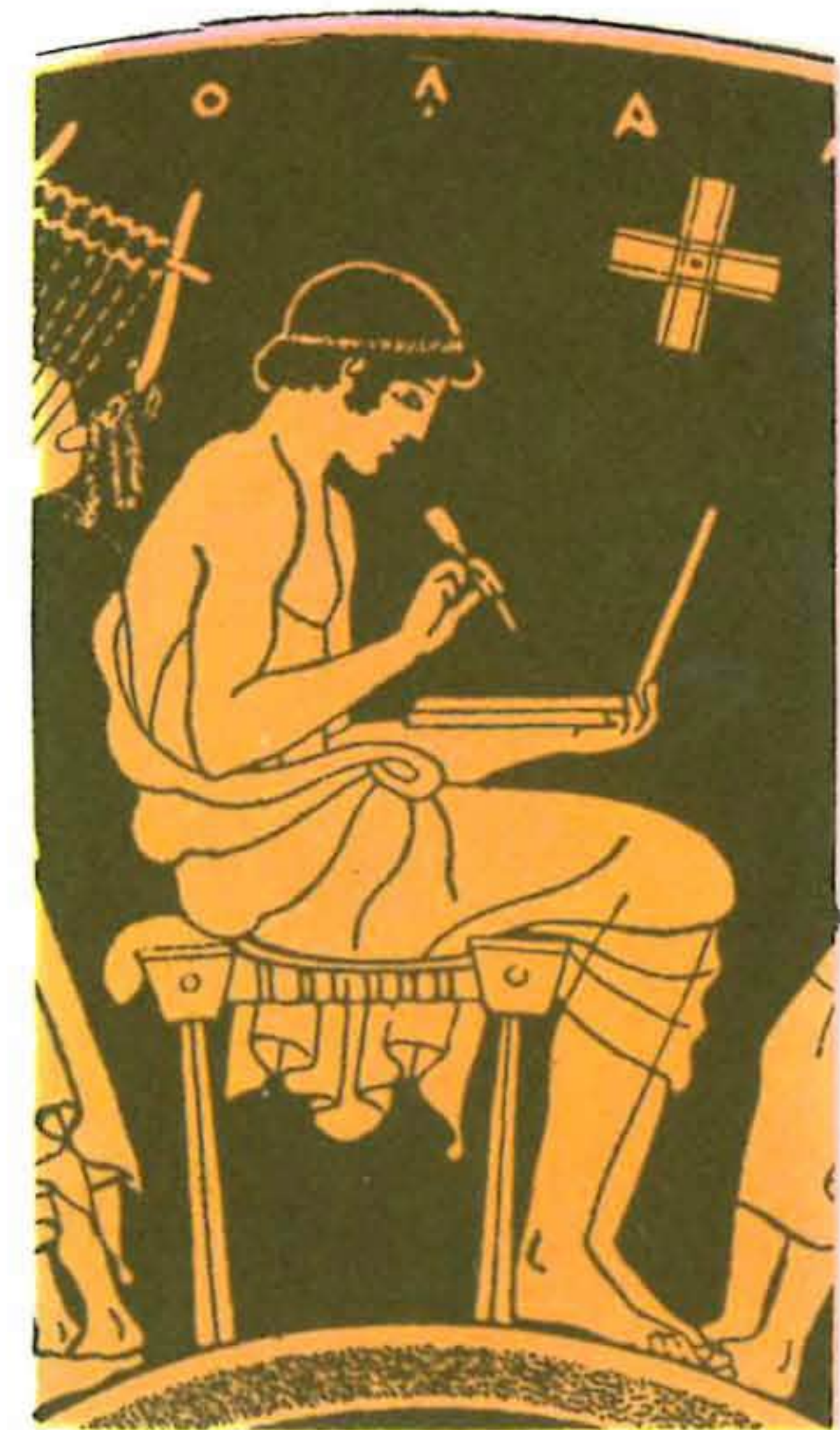
hergestellt worden war, oder über Seide. Ganze Bücher wurden auf lange Papyrus- oder Seidenrollen geschrieben, die man dann aufwickelte, wie wir es heute mit Zeichenblättern tun.

Die alten Tontäfelchen, die Bücher auf



ÄGYPTISCHES RELIEF MIT HIEROGLYPHEN

MAYA-GÖTTER MIT SCHRIFTZEICHEN DER MAYAS



DIE RÖMER
SCHRIEBEN
MIT DEM STILUS

SCHRIFTROLLE MIT CHINESISCHEN ZEICHEN



ALTE RÖMISCHE STEINTAFEL
MIT EINER INSCRIFT

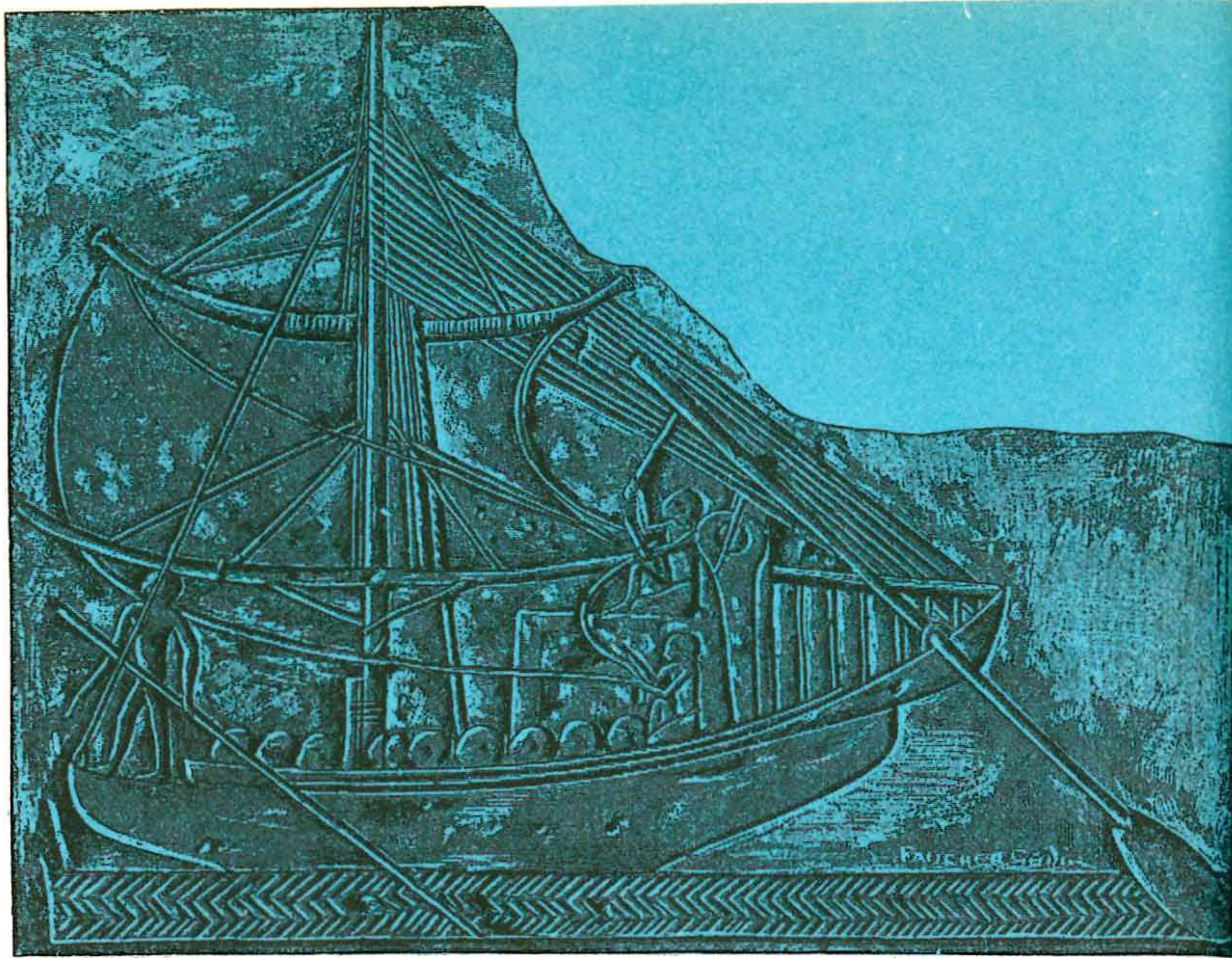


Papyrus- und Seidenrollen und die in Stein gehauenen Bibliotheken haben uns das Wissen früherer Menschen über ihre Welt, die Natur sowie ihre technischen Fertigkeiten bewahrt.

Die schriftlichen Überlieferungen ihrer

Vorfahren ermöglichten und erleichterten es den nachfolgenden Generationen, am Fortschritt und an der Naturbeherrschung weiterzuwirken. Sichtbarstes Zeichen ihres Fortschritts waren die Maschinen, die sie dabei schufen.

FORSCHER UND HANDWERKER



DIE ARBEIT DER SCHIFFSZIMMERLEUTE IM ALTERTUM

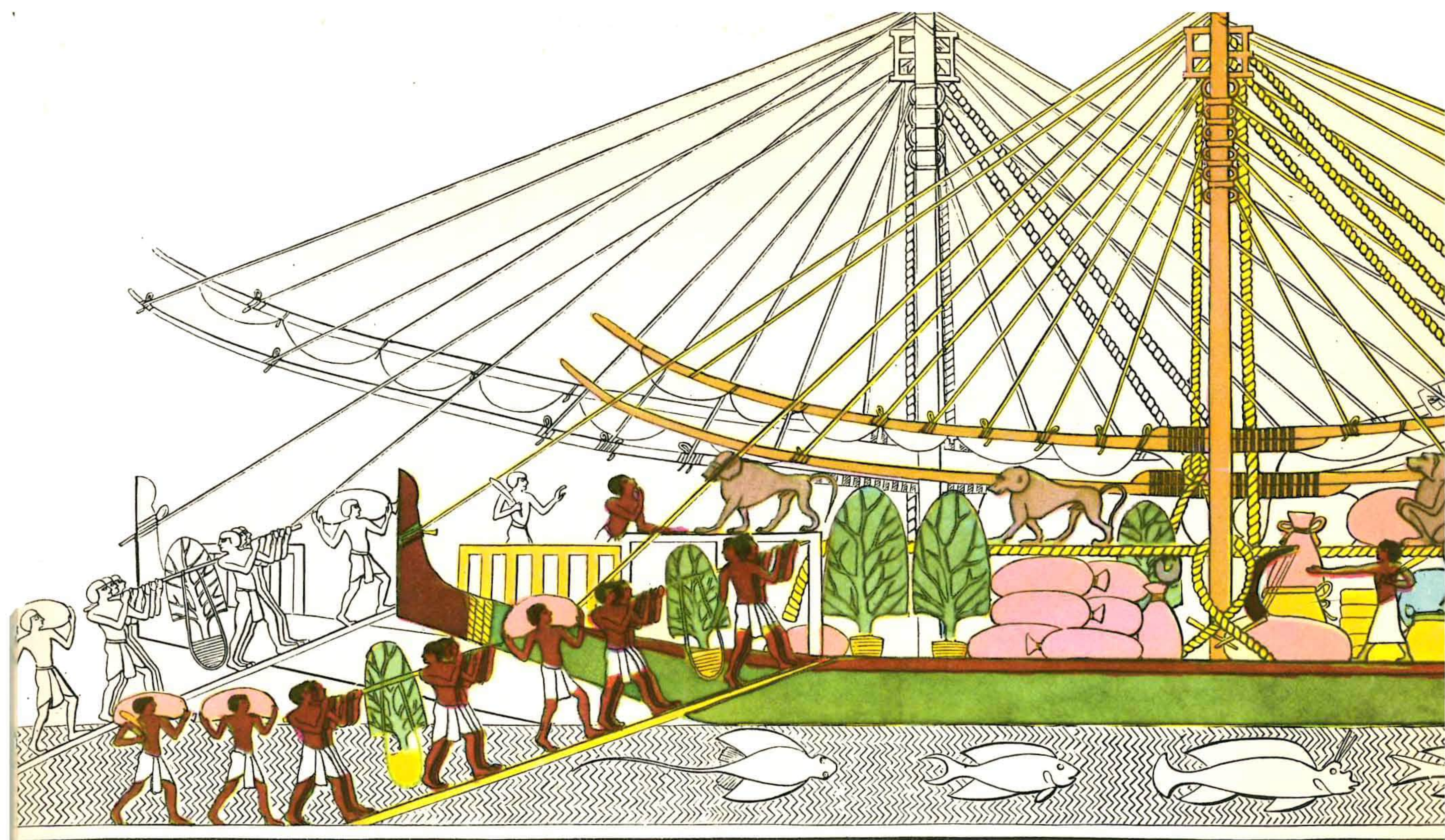
Immer haben die Menschen versucht, den Geheimnissen der Natur auf die Spur zu kommen. Sie beobachteten das Leben der Natur und seine Veränderungen, sie waren bestrebt, zu erklären, warum etwas geschah und wie es geschah. So war es schon vor Urzeiten, und so ist es noch heute. Doch der moderne Wissenschaftler erklärt nicht nur, warum etwas geschieht. Er kann auch sagen, was wir tun müssen, damit der Boden noch reichere Erträge bringt, damit eine Fabrik mehr Waren erzeugt, damit ein Schiff oder Flugzeug noch sicherer an seinen Bestimmungsort gelangt. Der Wissenschaftler von heute erzählt uns auch, wie das Leben schöner werden kann.

Früher hatten es die Forscher schwerer als heute. Sie wußten viel weniger von der Welt.

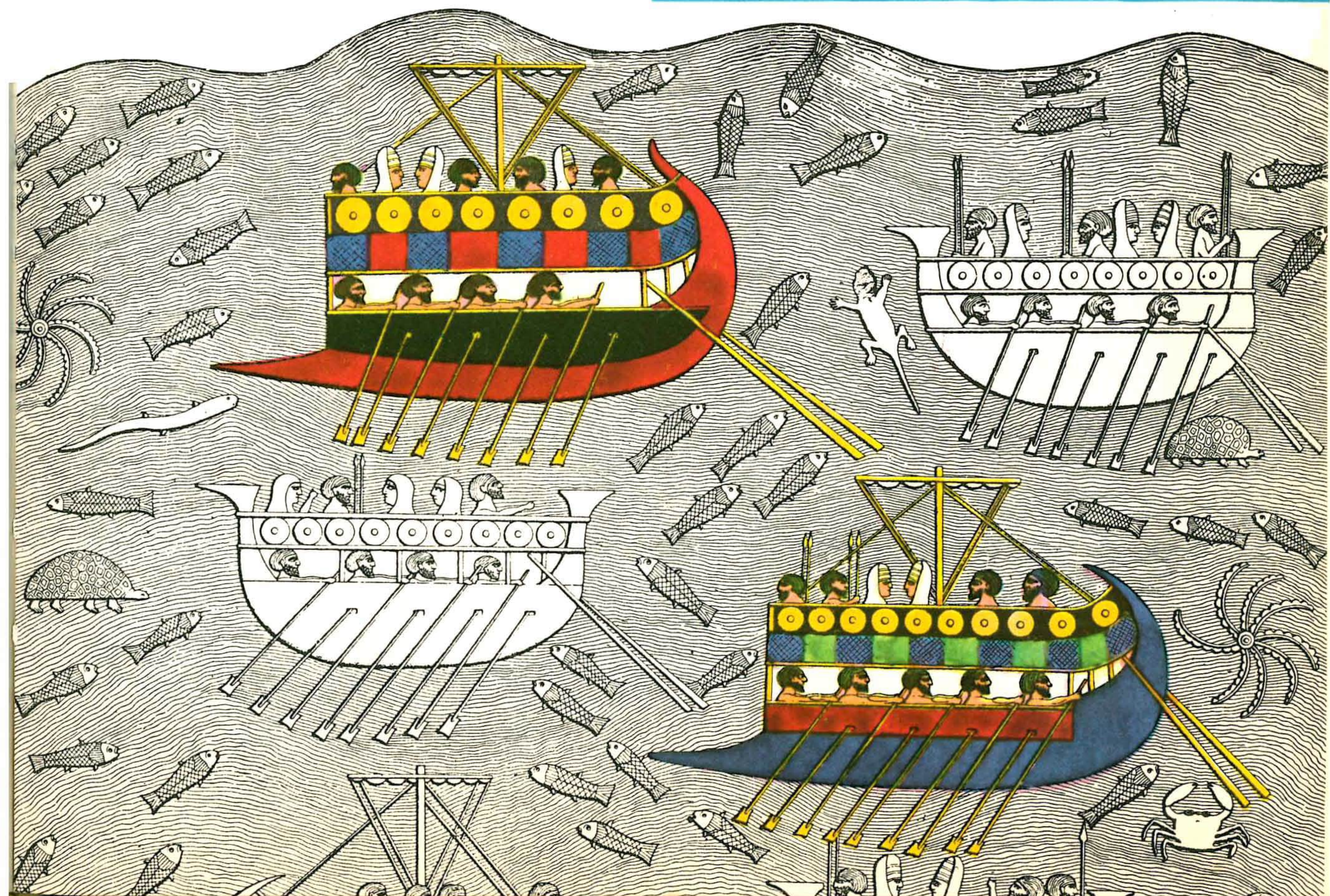
Es gab aber auch viele Menschen, die weite Reisen unternahmen, viele fremde Länder sahen, viele Völker kennenlernten und alles um sich herum beobachteten.

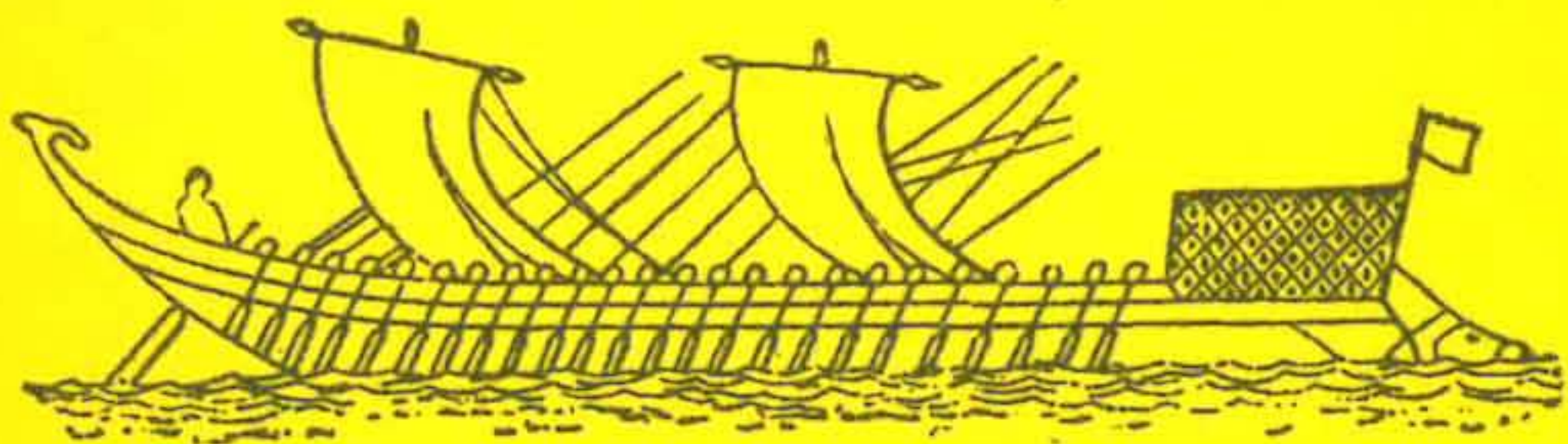
Auf den Meeren schwammen große Schiffe und trotzten den Stürmen. Sie trugen die Güter der Kaufleute in ferne Länder oder auch Soldaten, die von ihren Herrschern ausgesandt worden waren, um fremde Völker zu unterwerfen und um Sklaven zu erbeuten.

Schon im Altertum baute man große Schiffe, in denen drei Reihen angeketteter Sklaven an den Rudern saßen. Diese

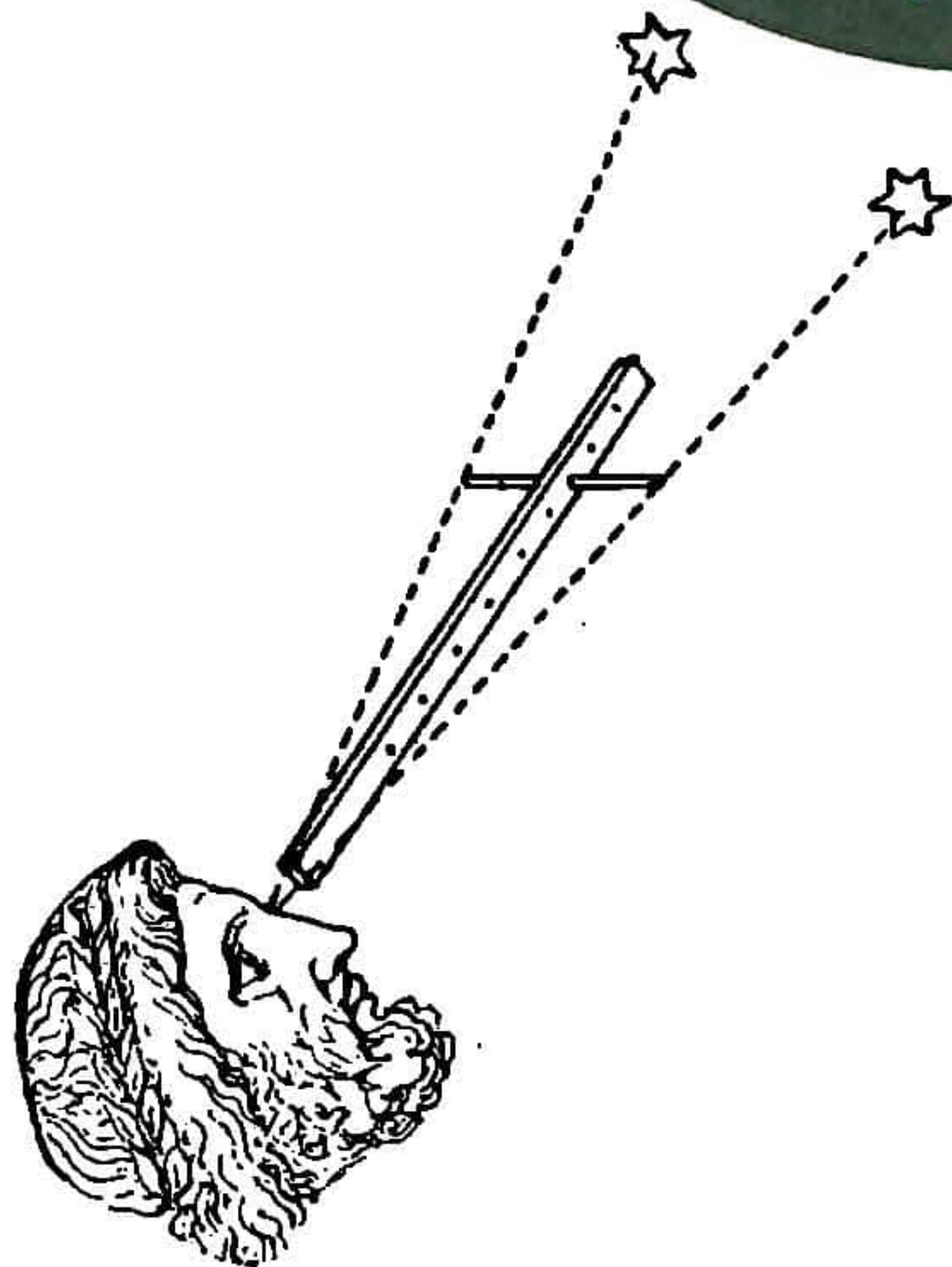
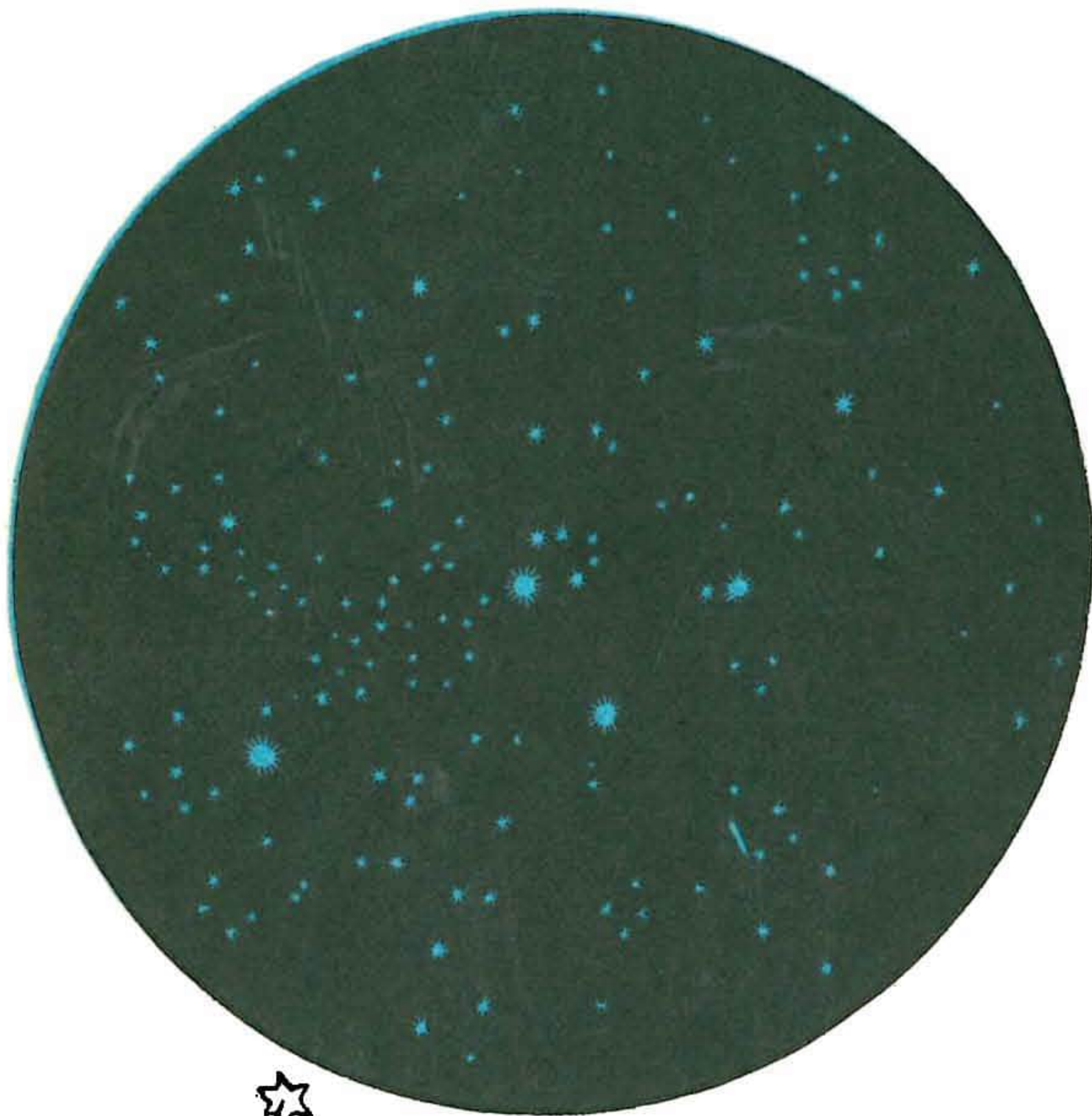


DIE SCHIFFE BEFÖRDERTEN SOLDATEN UND WAREN

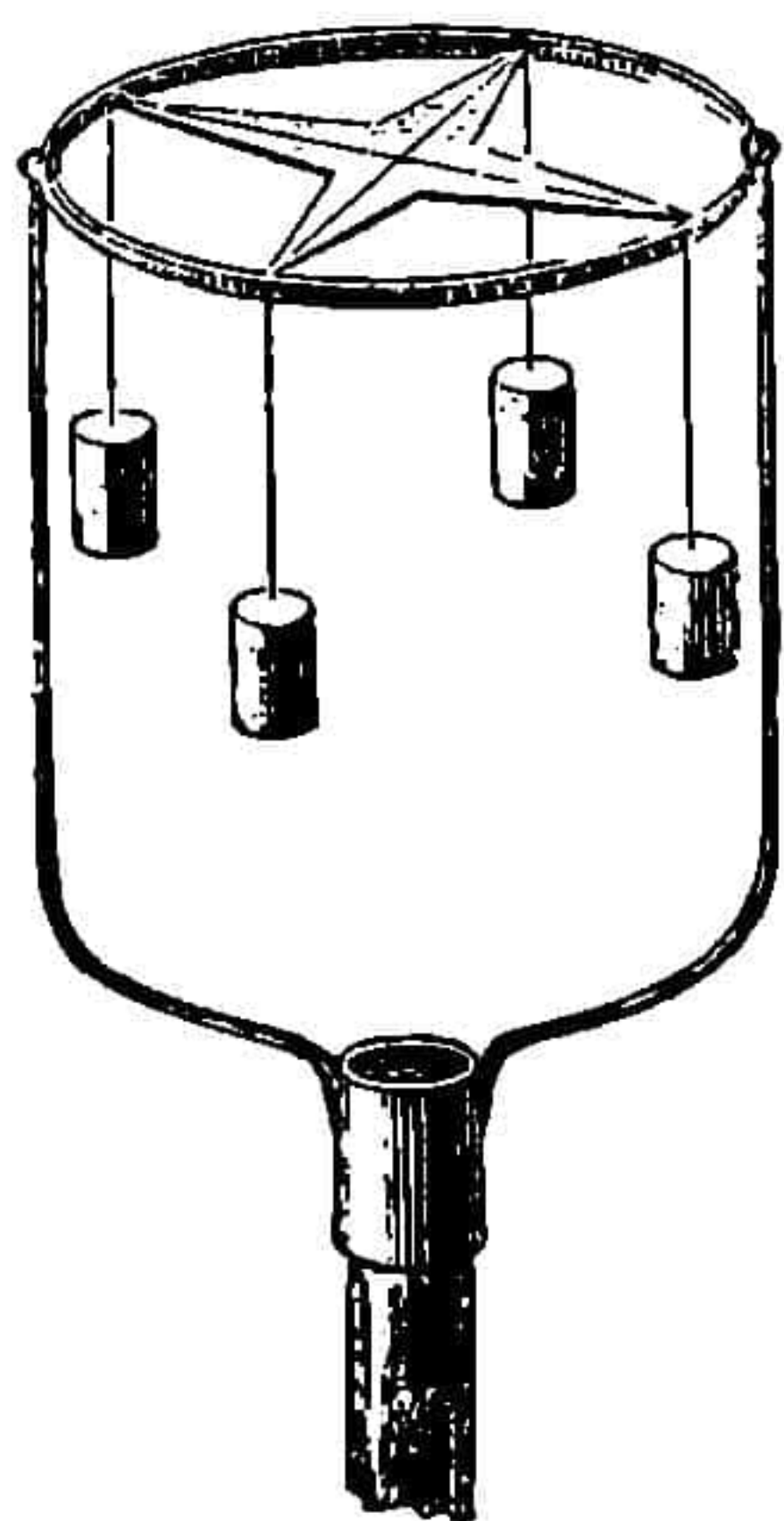




DIE GALEEREN WURDEN VON RUDERERN FORTBEWEGT, DIE SEGEL HALFEN NUR DABEI



MIT SOLCHEN GERÄTEN BEOBACHTETEN DIE GELEHRTEN DER ANTIKE DIE STERNE



Schiffe hatten zwar auch Segel, doch wurden diese nur verwendet, wenn der Wind günstig wehte, um das Schiff noch schneller voranzubringen.

Das Schiffsbauhandwerk war damals schon recht gut entwickelt. Der Schiffsbaumeister zeichnete vor Baubeginn die Einzelteile des Schiffes auf, er rechnete aus, wieviel Holz erforderlich war. Da die eine Seite des Schiffes ja nicht schwerer werden durfte als die andere und so ein Schiff viele Menschen oder Waren aufnehmen sollte, hatte es jahrhundertlang vieler Versuche bedurft, bis man schließlich die günstigste Form herausgefunden hatte.

Das Meer ist gewaltig groß. Man sieht ringsum nichts als Wasser, das irgendwo in der Ferne bis zum Himmel zu reichen scheint. In der Nacht ist auch das Wasser nicht zu sehen, nur die Sterne flimmern am Firmament. Ist der Himmel verhangen, sieht man nicht einmal die Sterne. Dann ist es schwer, sich auf dem Meer zu orientieren.

Die Schiffe können sich verirren, sogar dann, wenn sie sich nicht auf die offene See hinauswagen und in der Nähe der Küste bleiben.

Die Seeleute waren die ersten, die entdeckten, daß man sich mit Hilfe der Sterne zurechtfinden kann; sie beobachteten, daß man sich nicht verirren kann, wenn man in Richtung eines bestimmten Sterns fährt.

Die Sterne leiteten die Schiffer. Wenn sie nur das Himmelsgewölbe sehen konnten, fanden sie sich auch zurecht.

Leuten, die die Welt bereisten und erforschten, bot die Seefahrt viel Stoff zum Nachdenken.

Zu dieser Zeit wurden in den Städten schon zahlreiche prachtvolle Häuser errichtet, herrliche Säulen schmückten die Gebäude, und in den Höfen plätscherten

Springbrunnen. Auch große, überdachte öffentliche Bäder wurden gebaut, die Tausende Menschen gleichzeitig aufnehmen konnten. Doch immer mehr Menschen kamen in die Städte, und es wurde viel mehr Wasser gebraucht als je zuvor. Das Wasser wurde von fernen Bergen, oft aus Dutzenden Kilometern Entfernung, über Hügel und Täler herangebracht.

Es war nicht leicht, das Wasser über Täler und Hügel herbeizuleiten. Die Aquädukte, die steinernen Wasserleitungen, mußten so hoch gebaut werden, daß das kostbare Naß auch über die auf die Täler folgenden Hügel in die Stadt floß. Man mußte also die Täler mit mehreren Stockwerke hohen Pfeilern, die durch Bögen verbunden waren und die Wasserleitungen trugen, überbrücken.

Der Bau dieser Wasserleitungen erforderte sorgsame Planung und Vorausberechnung. Auch innerhalb der Stadt floß das Wasser in steinernen Leitungen, aus

denen es in die Paläste, in die öffentlichen Brunnen und Badehäuser gelangte.

In kühleren Gegenden, wo geheizt werden mußte, gab es doppelte Fußböden unter den Wohnräumen, dahinein wurde im Winter die Wärme eines Feuers geleitet, das an einer ganz anderen Stelle des Hauses unterhalten wurde.

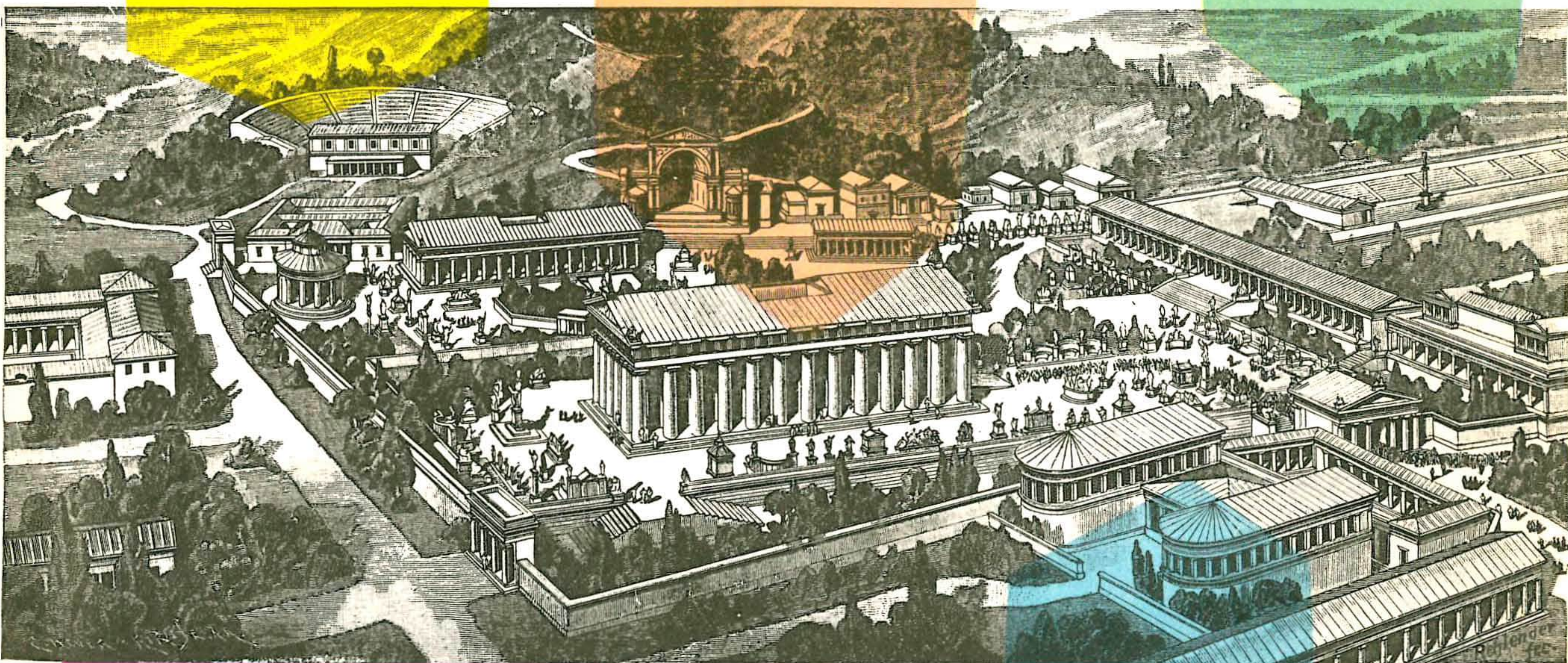
Auch Theater und Zirkusse wurden in den Städten errichtet; es waren so massive Bauten, daß wir noch heute ihre Ruinen bewundern können.

Auf den Baustellen wurden die schweren Lasten nicht mehr nur mit dem Seil, mit der schiefen Ebene, mit Kufen, Rollen und Keilen gehoben. Im Verlauf der vorangegangenen Jahrhunderte hatte der Erfindergeist des Menschen manches entdeckt. Die Arbeit der Gelehrten, die die Natur beobachteten, hatte viel dazu beigetragen. Nun benutzte man schon den Flaschenzug, Seiltrommeln und große Hebevorrichtungen, mit deren Hilfe auch sehr schwere

THEATER

TEMPEL

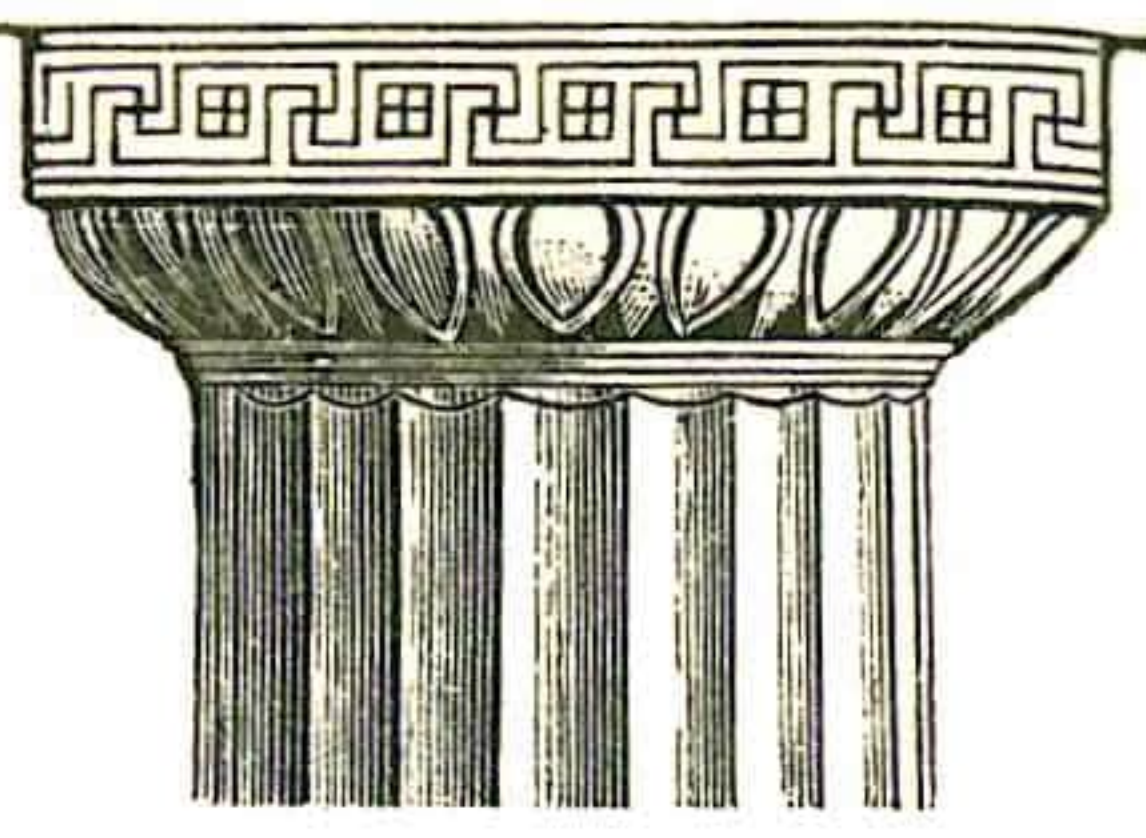
STADION



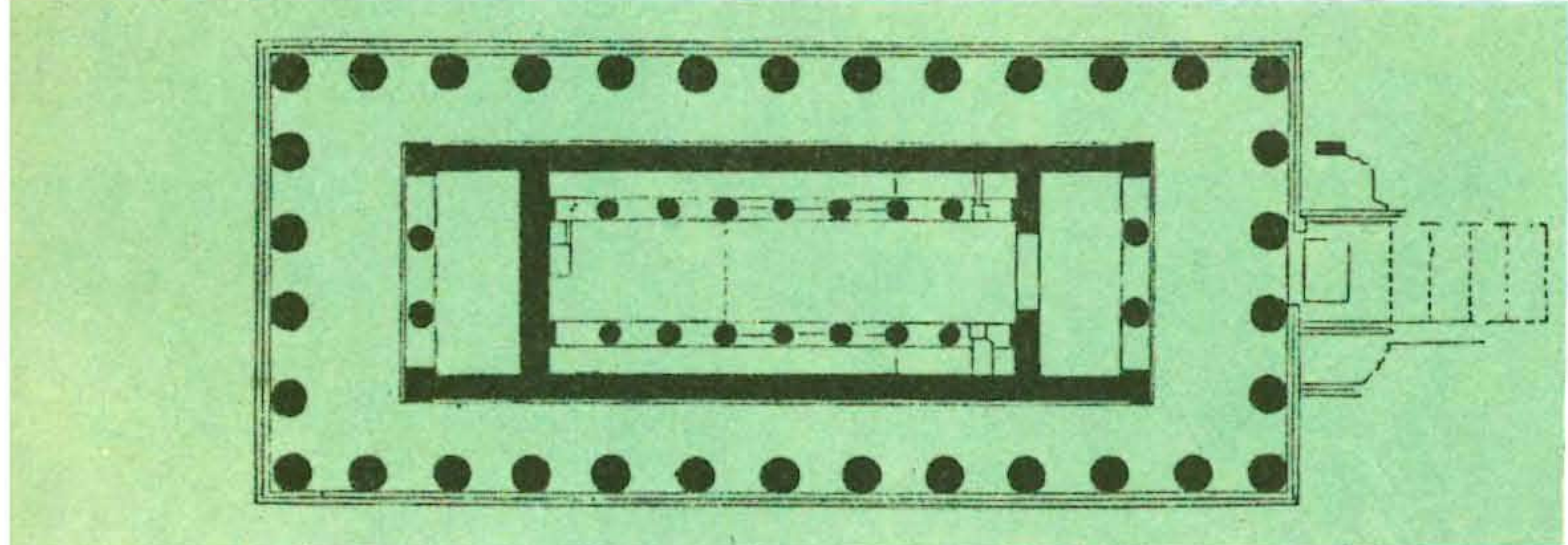
DIE STADT OLYMPIA IM ALTEN GRIECHENLAND

RATHAUS

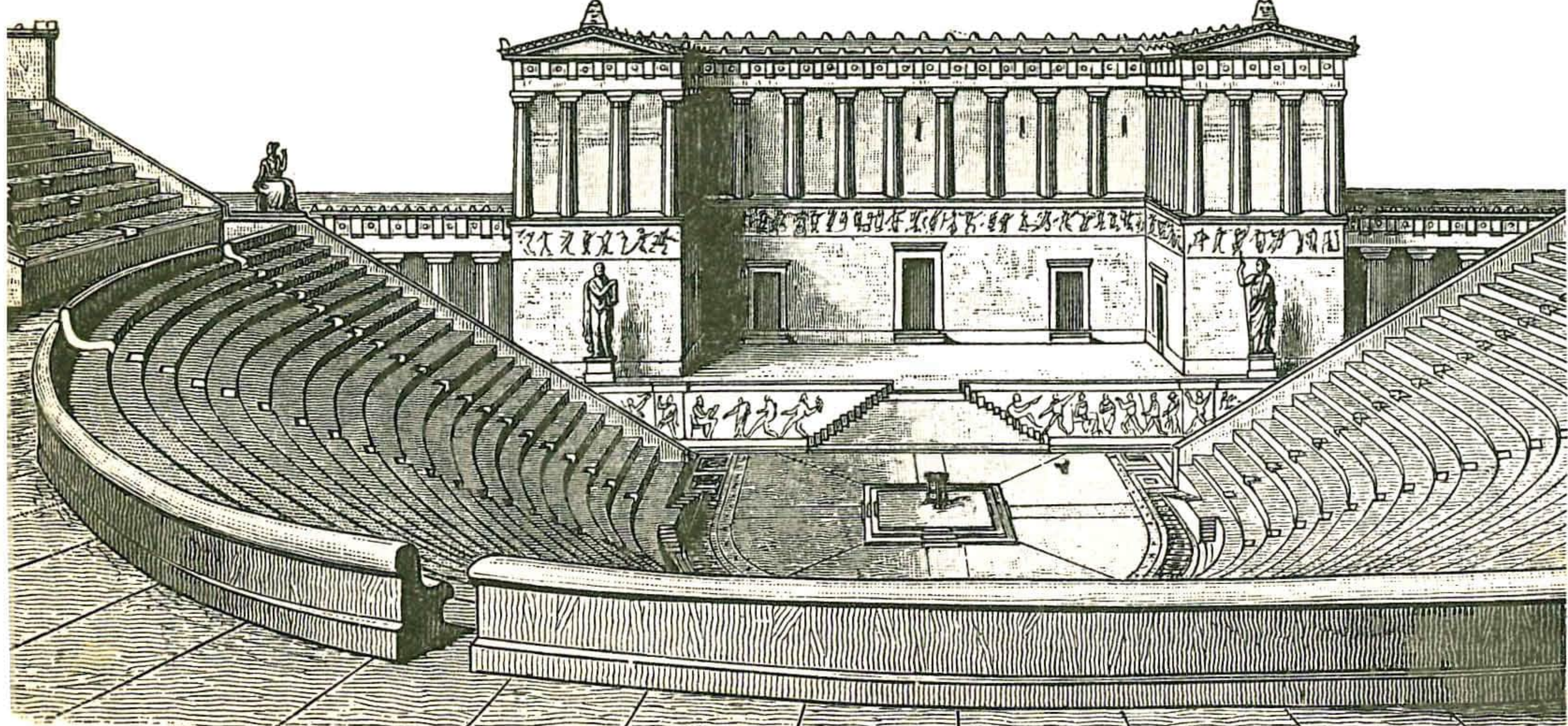
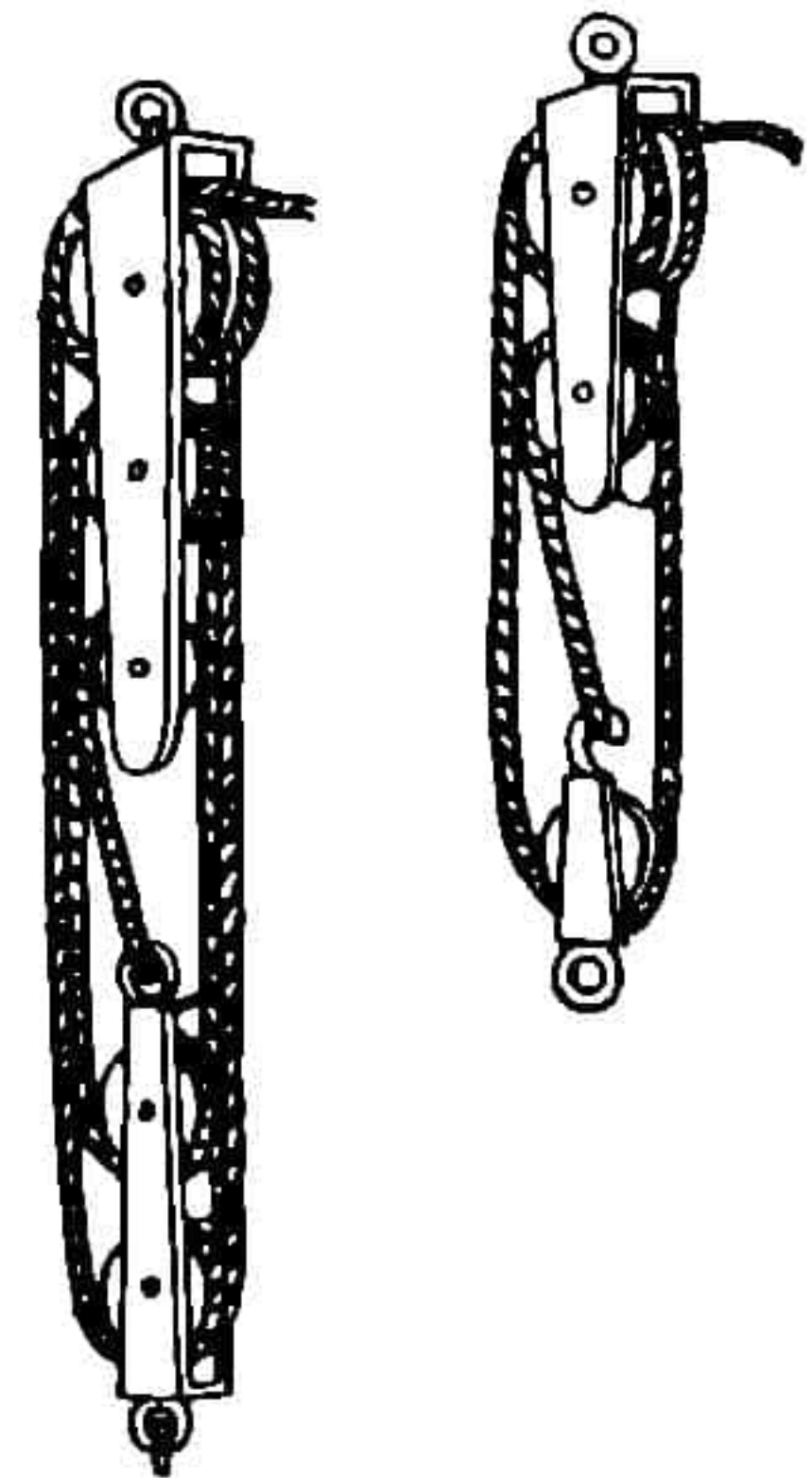
DIE RUINEN
DER AKROPOLIS
VON ATHEN



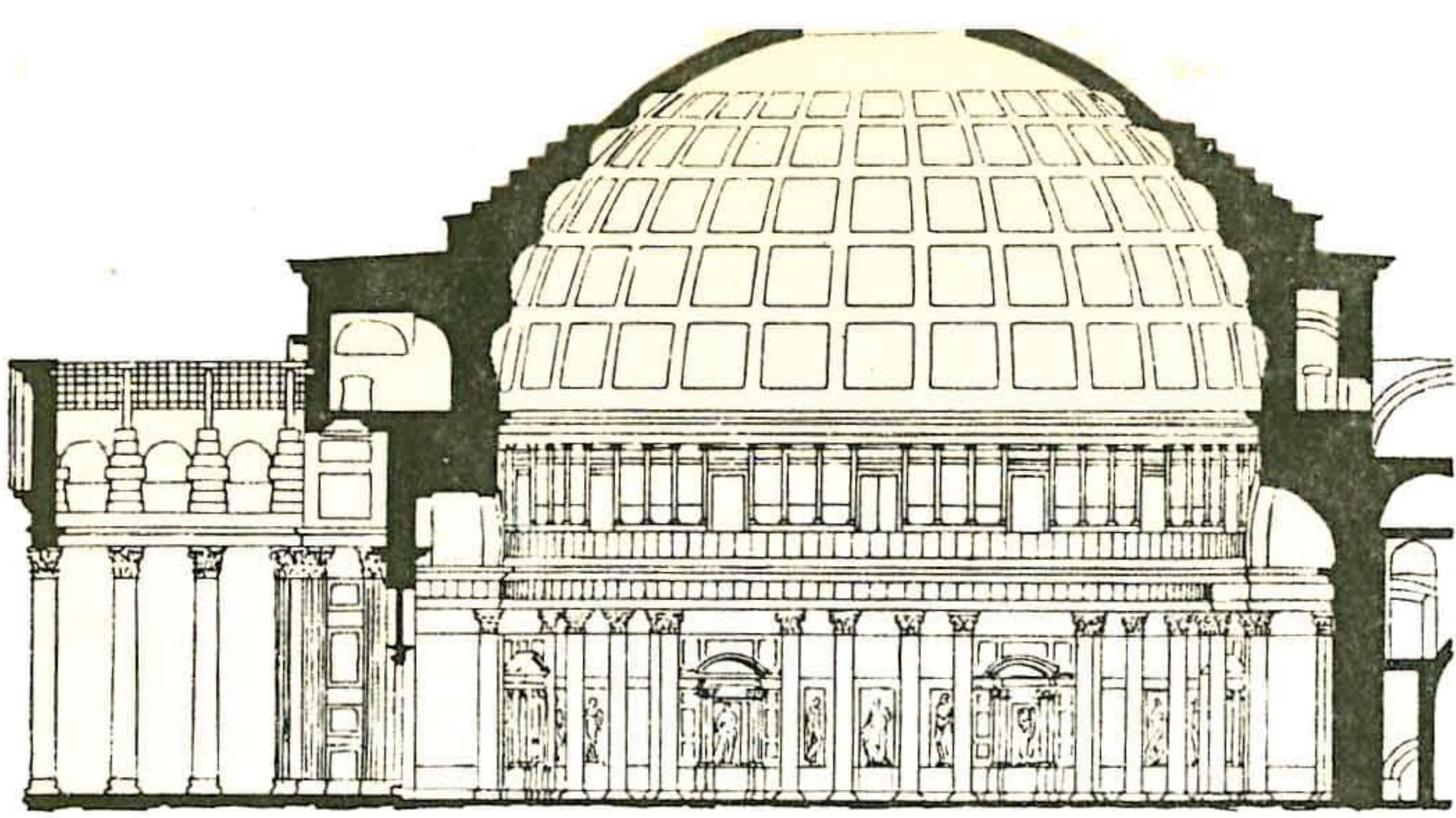
STATUE DER GRIECHISCHEN GÖTTIN ATHENE



GRUNDRISS EINES TEMPELS



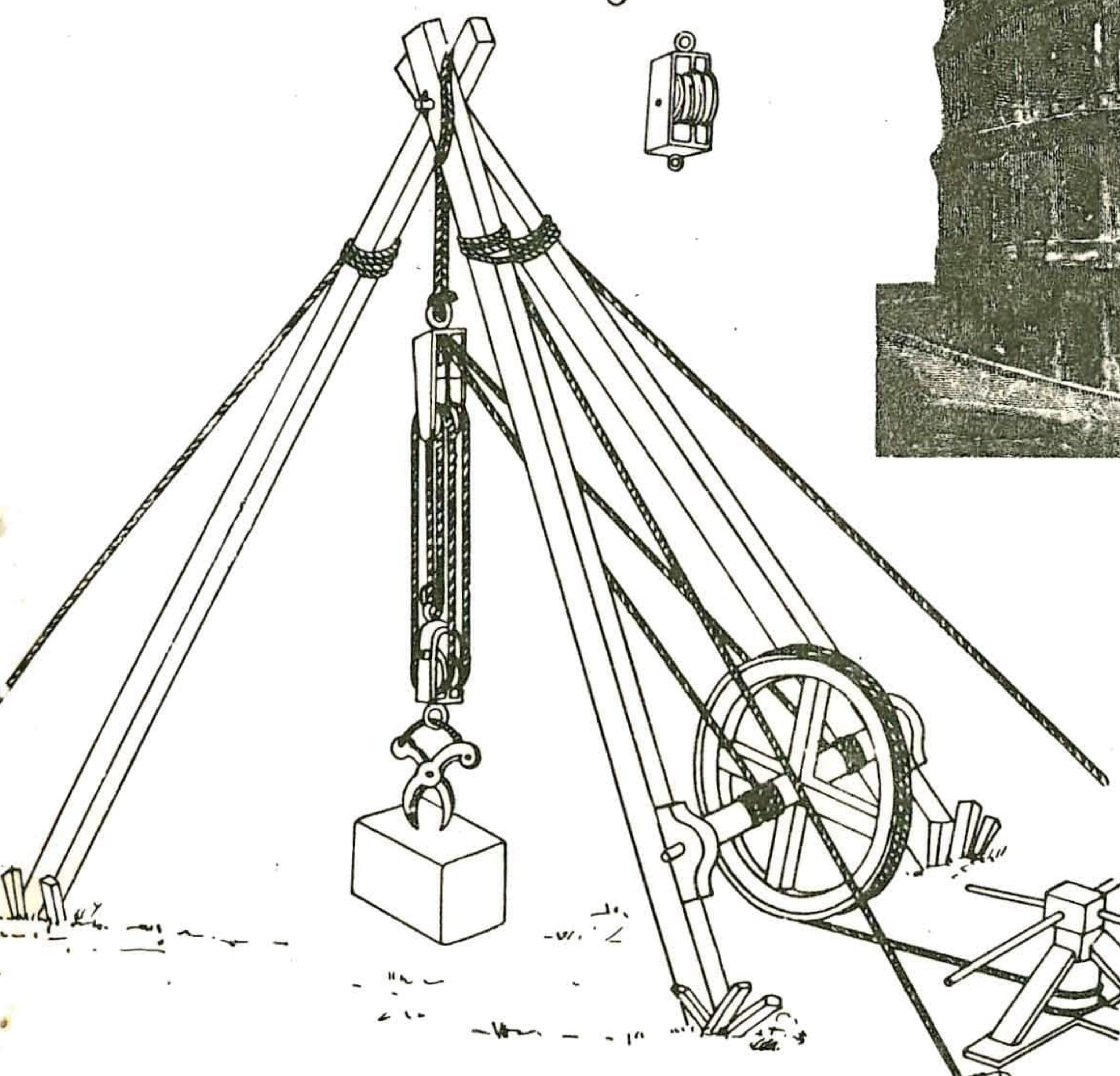
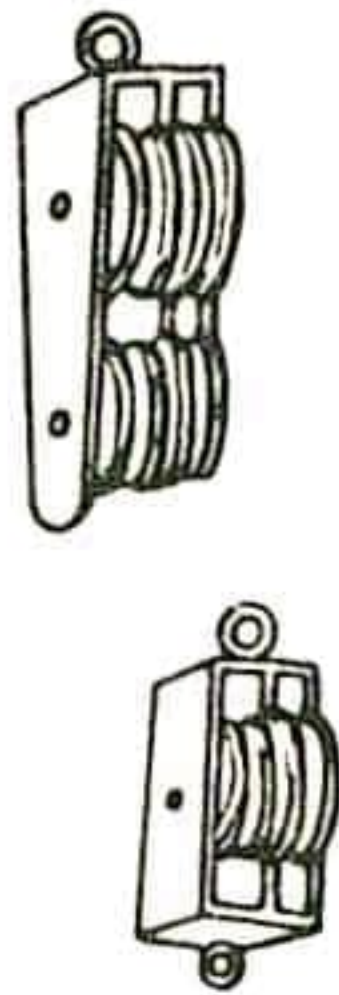
GRIECHISCHES
THEATER



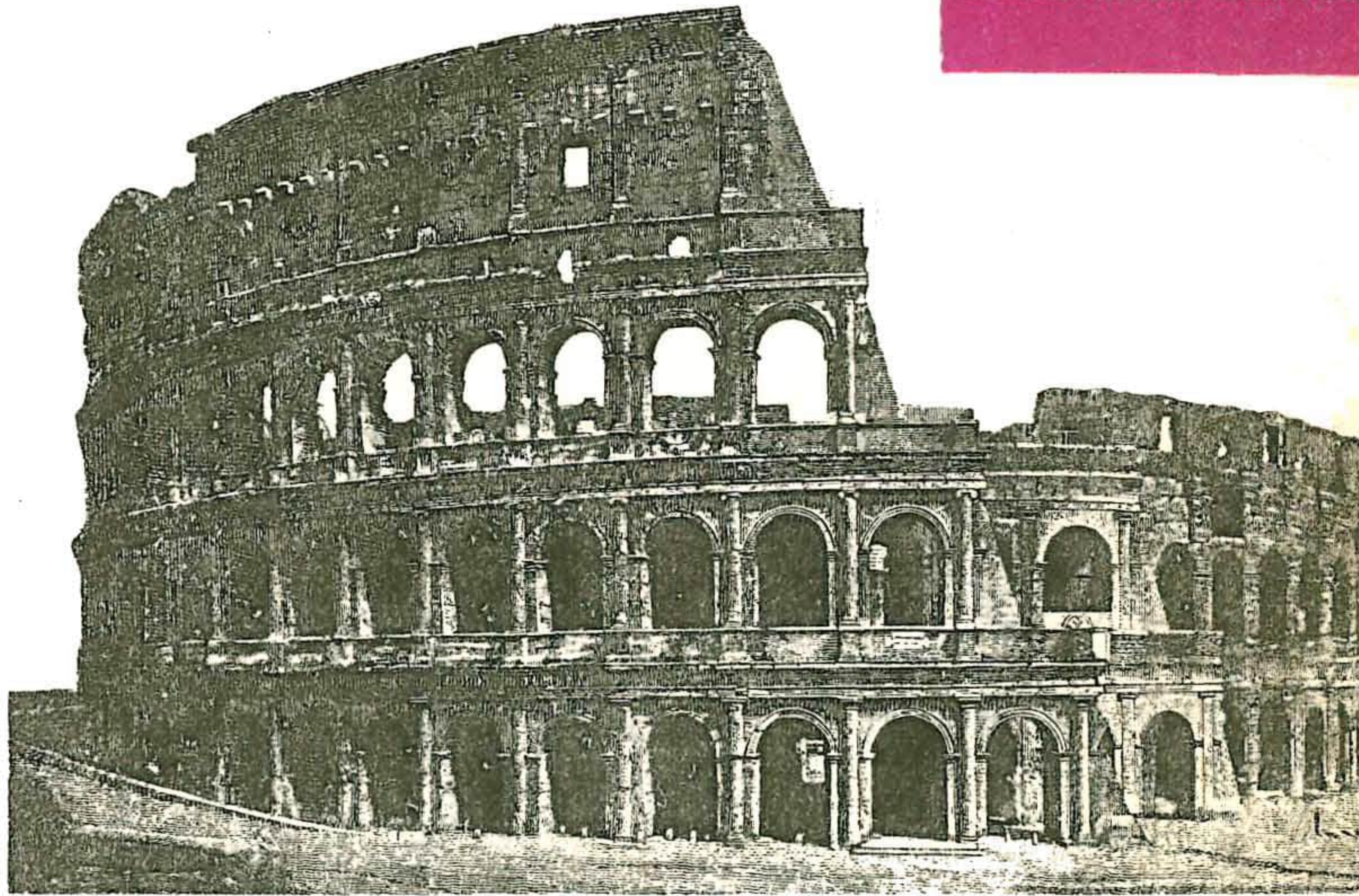
GEWÖLBTES GEBÄUDE DER RÖMER



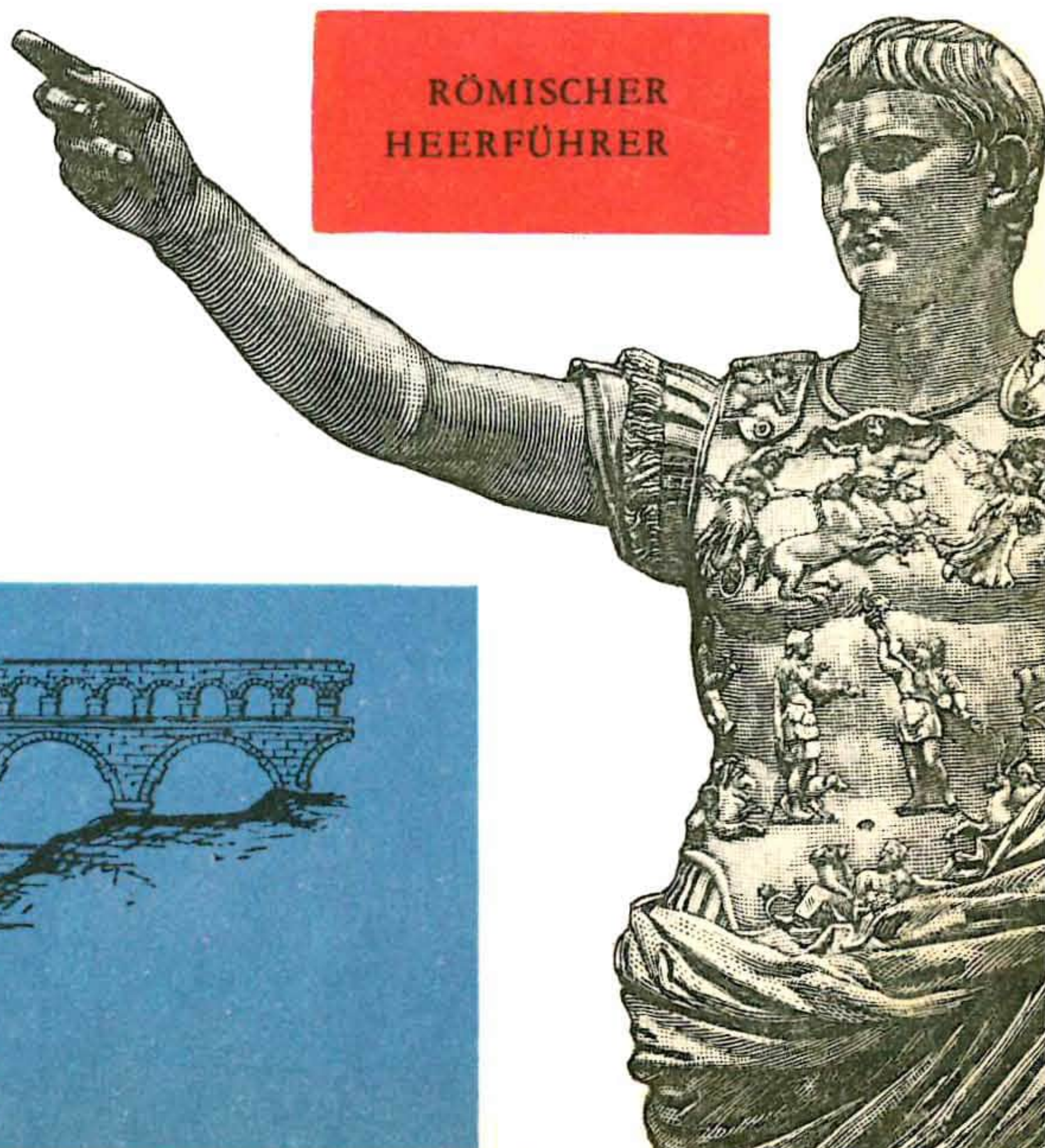
DIE RÖMER
KANNTEN SCHON
DEN FLASCHENZUG



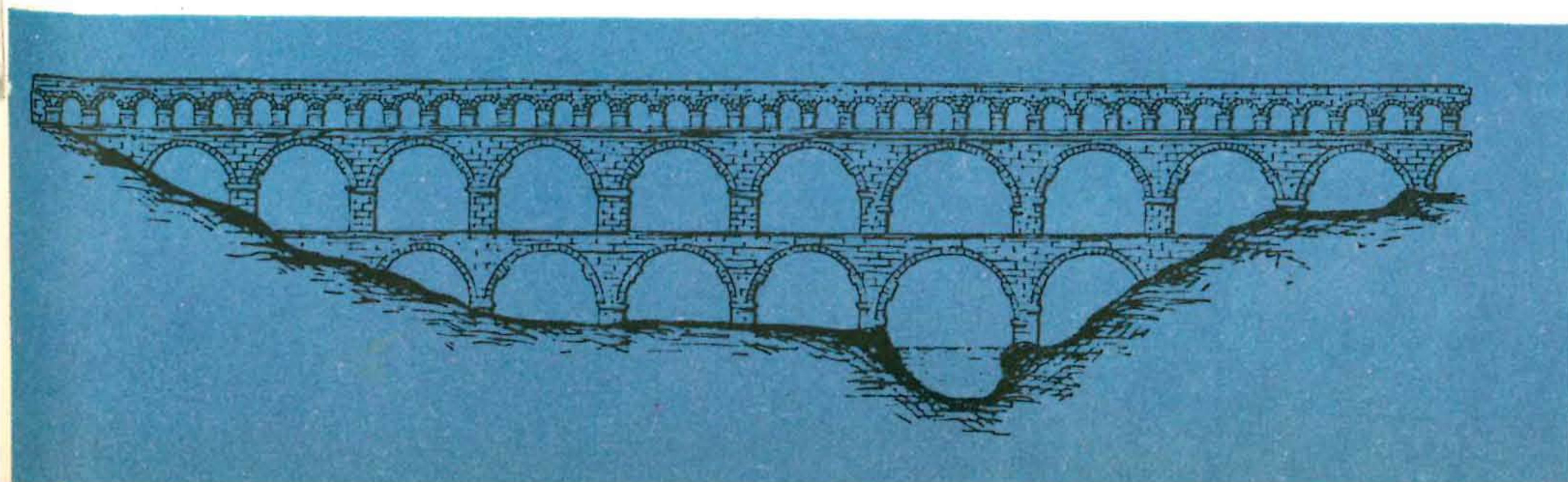
RÖMISCHER ZIRKUS

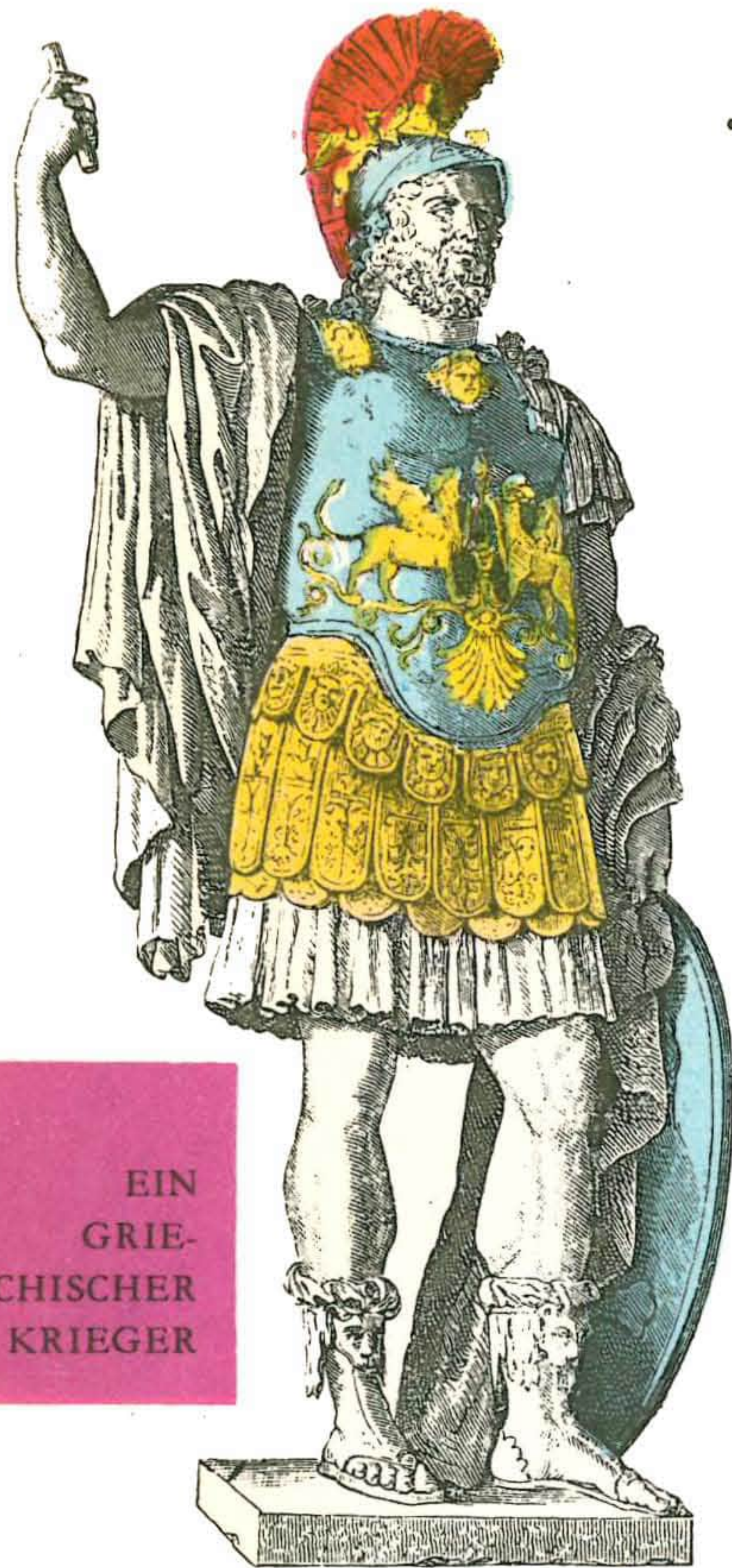


RÖMISCHER
HEERFÜHRER



RÖMISCHE WASSERLEITUNG





EIN
GRIE-
CHISCHER
KRIEGER



... UND SEINE WAFFEN



Steinbalken und Säulen leicht auf die hohen Mauern des Zirkusses oder auf das Dachwerk des Tempels gehoben werden konnten.

In den Hütten der Metallgießer brannte das Feuer ständig. Sie untersuchten eifrig jeden schweren Stein, in dem sie das Erz eines seltenen und kostbaren Metalls vermuten konnten: etwa Kupfer oder Zinn, die Metalle also, aus denen sie die Bronze gossen. Wenn sie ihren Schmelzofen manchmal mit besonders schweren, schwarzen Steinen beschickten, kam es vor, daß nur ein schwerer, harter Klumpen auf dem Grund des Ofens blieb. Zunächst wußten sie nicht, was sie mit diesem Klumpen anfangen sollten, so warfen sie ihn weg. Später entdeckten sie jedoch, daß es sich

wahrscheinlich um ein neues Metall handelte, welches sich, wenn es ordentlich geschmiedet wurde, als silberglänzend, besonders elastisch und fest erwies.

Dieses neue Metall war das Eisen.

Bald fanden sie heraus, daß die aus Eisen gefertigten Gegenstände außerordentlich haltbar und widerstandsfähig waren und immer wieder neu geschmiedet werden konnten. Das Erz, das dieses neue Metall enthielt, kam häufig vor, oft brauchte man es nicht einmal aus der Erde auszugraben. Deshalb verwendeten sie nun an Stelle des Kupfers und der Bronze dieses neue Metall für die Anfertigung von Gebrauchsgegenständen, Waffen und Werkzeugen. Das neue Metall, das Eisen, wurde bald überall verwendet.

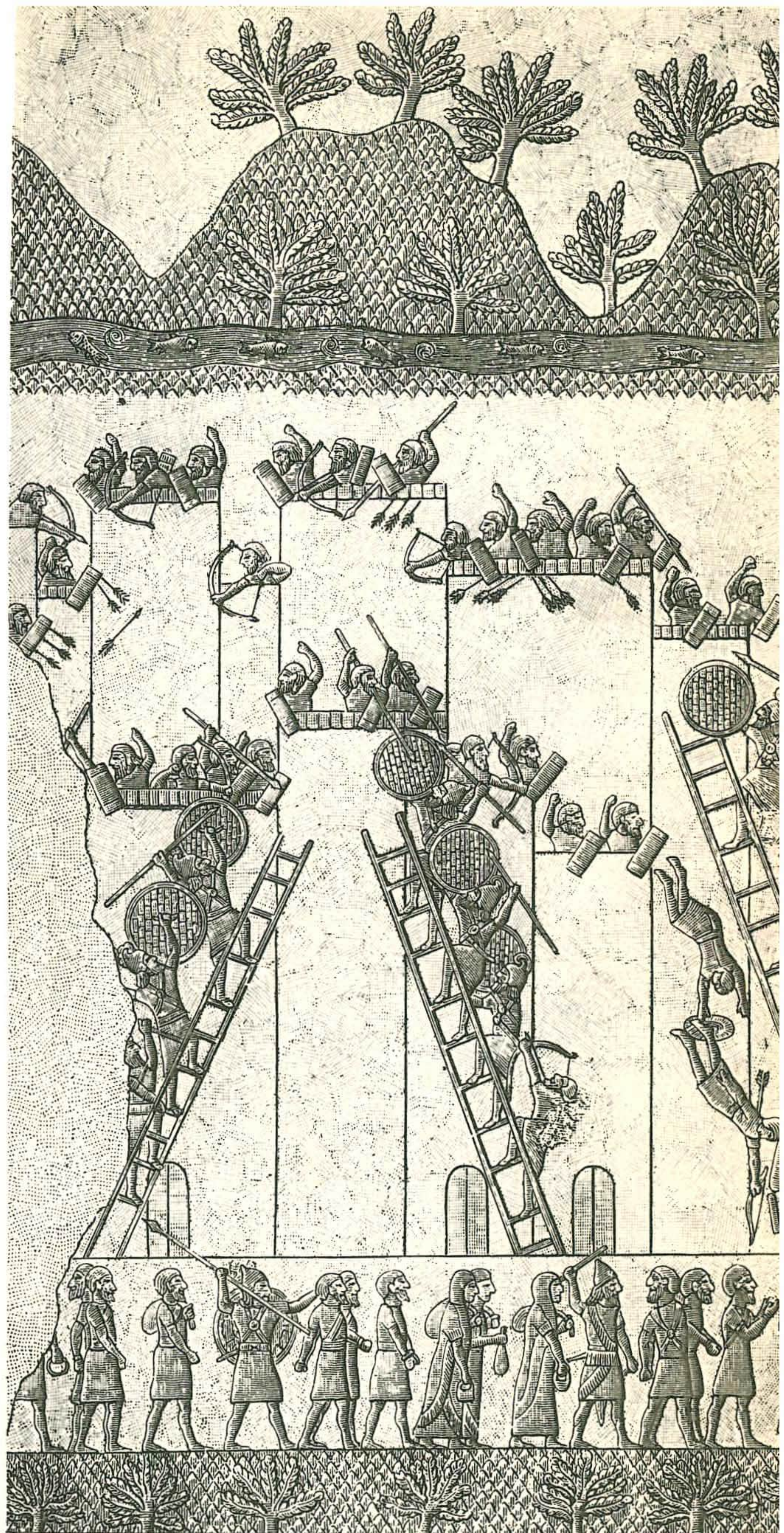
Die Herrscher brauchten für ihre starken Heere immer mehr Waffen. Sie wurden nun hauptsächlich aus Eisen hergestellt. Aus Eisen wurden die Schwerter geschmiedet, aus Eisenblech die Helme und Rüstungen getrieben.

Die Soldaten konnten jedoch auch mit eisernen Speeren, Spießen, Lanzen und Schwertern nichts gegen die steinernen Mauern der Städte ausrichten. Kriegsmaschinen wurden erfunden, die zur Einnahme der mit hohen, starken Mauern umwehrten Städte tauglich waren. Diese Maschinen wurden aus großen, behauenen Balken zusammengefügt und durch die Kraft eines verdrillten Seiles in Bewegung gesetzt.

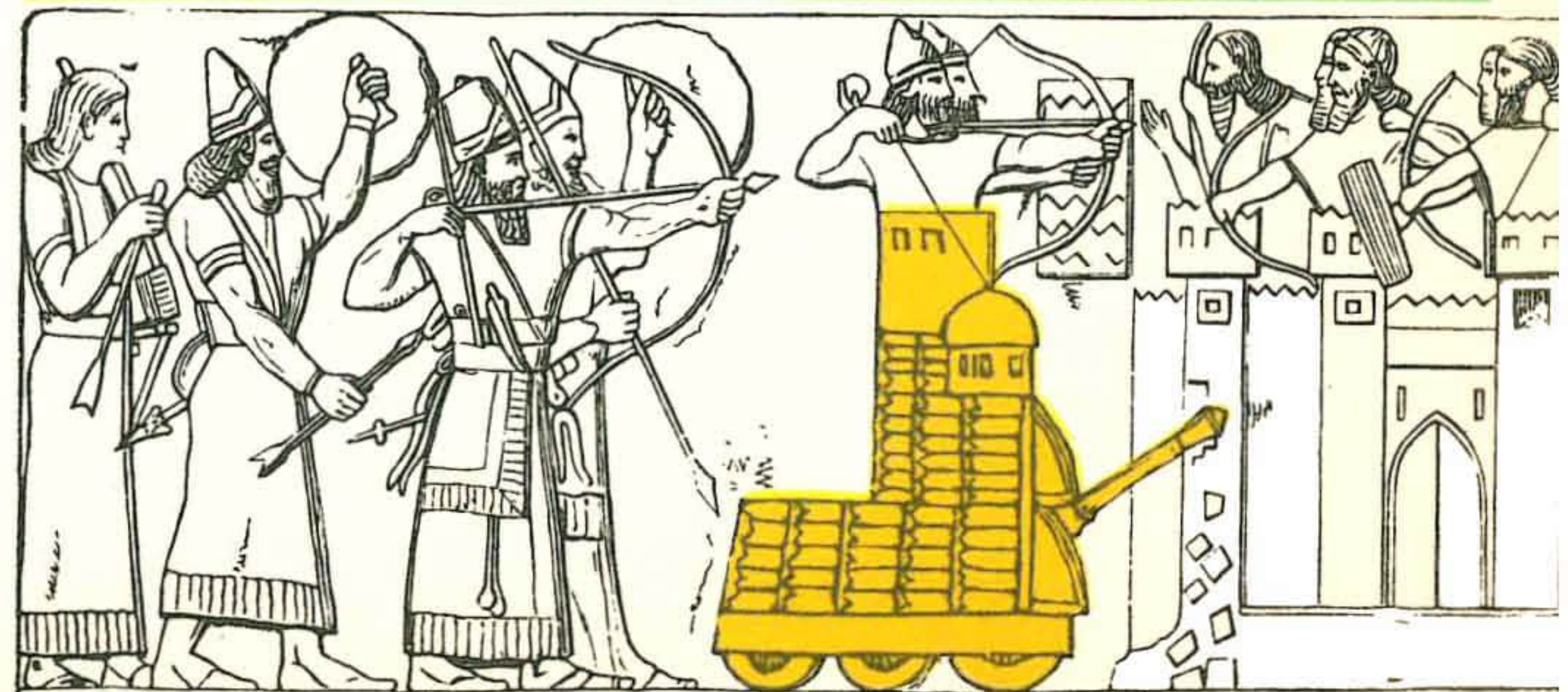
Mit diesen mächtigen Sturmböcken gingen die Soldaten gegen die Stadtmauern vor, um eine Bresche zu schlagen, durch die sie in die Stadt eindringen konnten. Mit katapultähnlichen Wurfmaschinen schleuderten sie schwere Steinkugeln und Pfeile gegen den Feind. Unter diesen Maschinen war die Wildesel genannte Schleuder eine besonders sinnreiche Einrichtung, sie warf die Steine ebenso kräftig wie ein störrischer Wildesel, wenn er nach hinten ausschlägt.

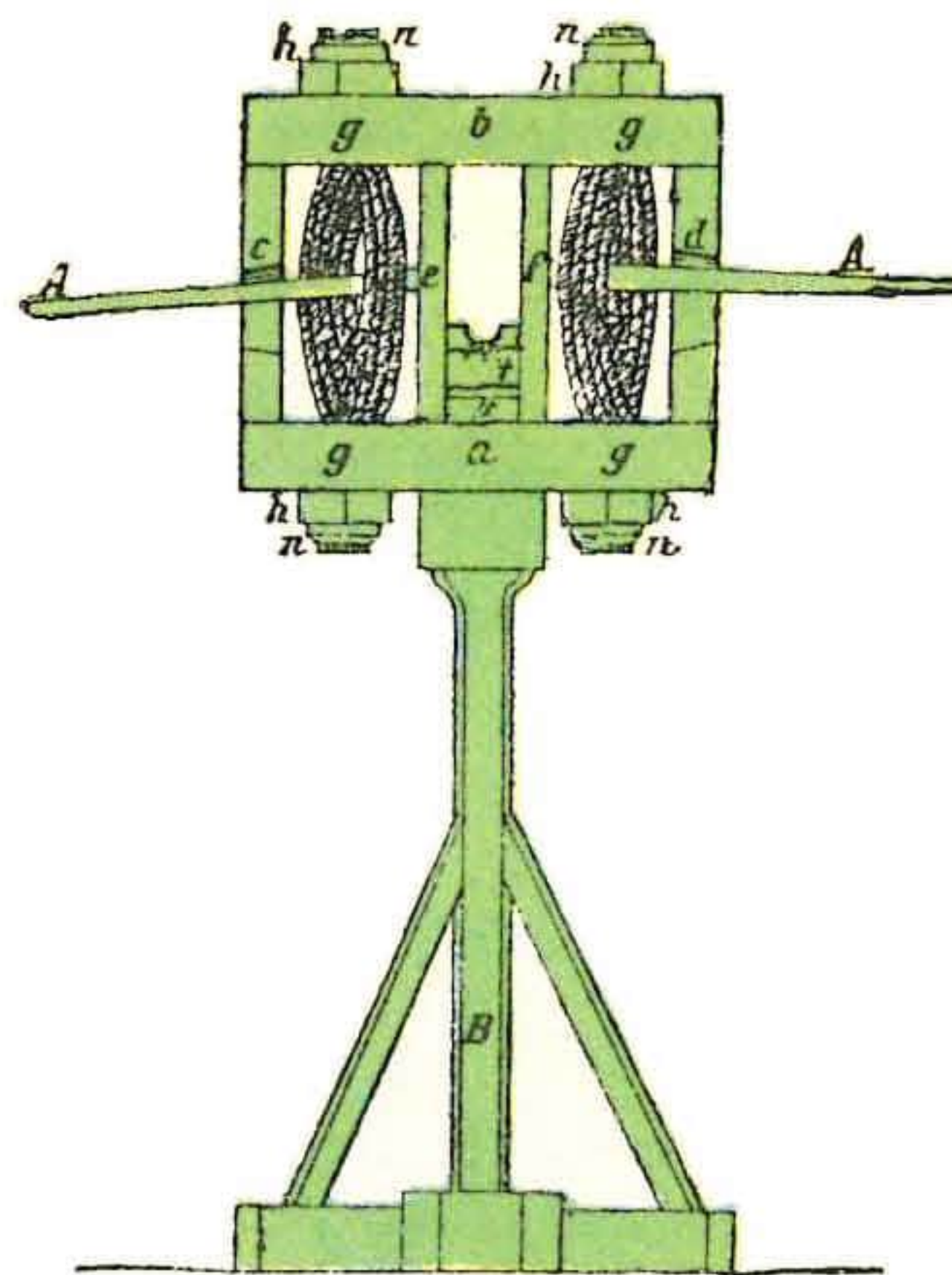
Einmal griffen die Römer mit einer gewaltigen Übermacht Syrakus, die Vaterstadt des Archimedes, eines großen Gelehrten des Altertums, an. Archimedes, der seine Heimatstadt sehr liebte, konstruierte neue Kriegsmaschinen, mit denen die Angreifer in Angst und Schrecken versetzt wurden.

Die Römer hatten den Angriff gegen die Stadt von zwei Seiten her begonnen, und die Syrakuser waren ratlos. Archimedes aber setzte seine Maschinen in Betrieb, und diese schleuderten mit großem Getöse Steine gegen die römischen Krieger. In Massen stürzten sie zu Boden. Als sich ihre Schiffe von der Seeseite her der Küste

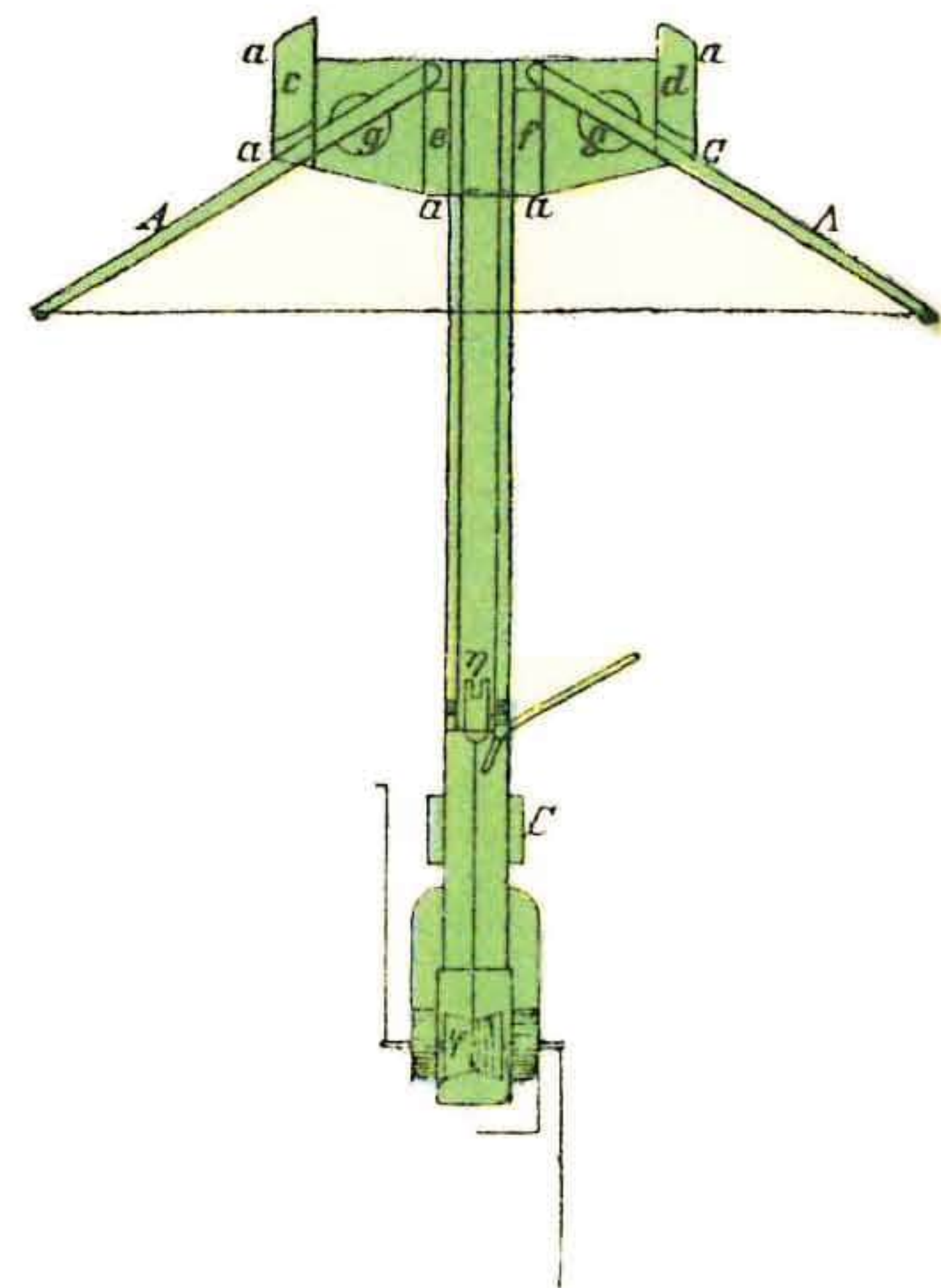
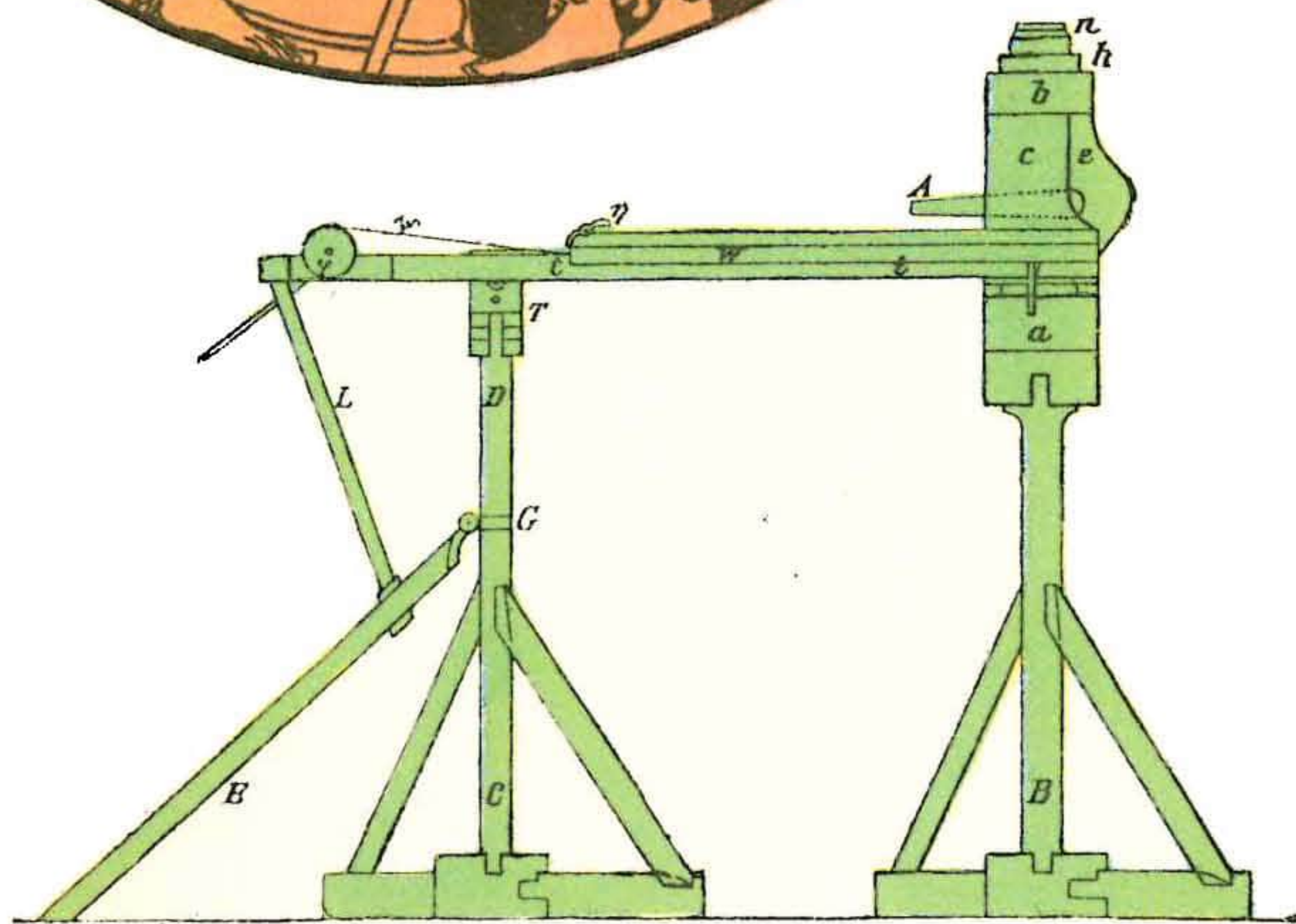


EINE BELAGERUNG, AUF EINEM ANTIKEN RELIEF DARGESTELLT





STEINSCHLEUDERN
UND PFEILWERFER



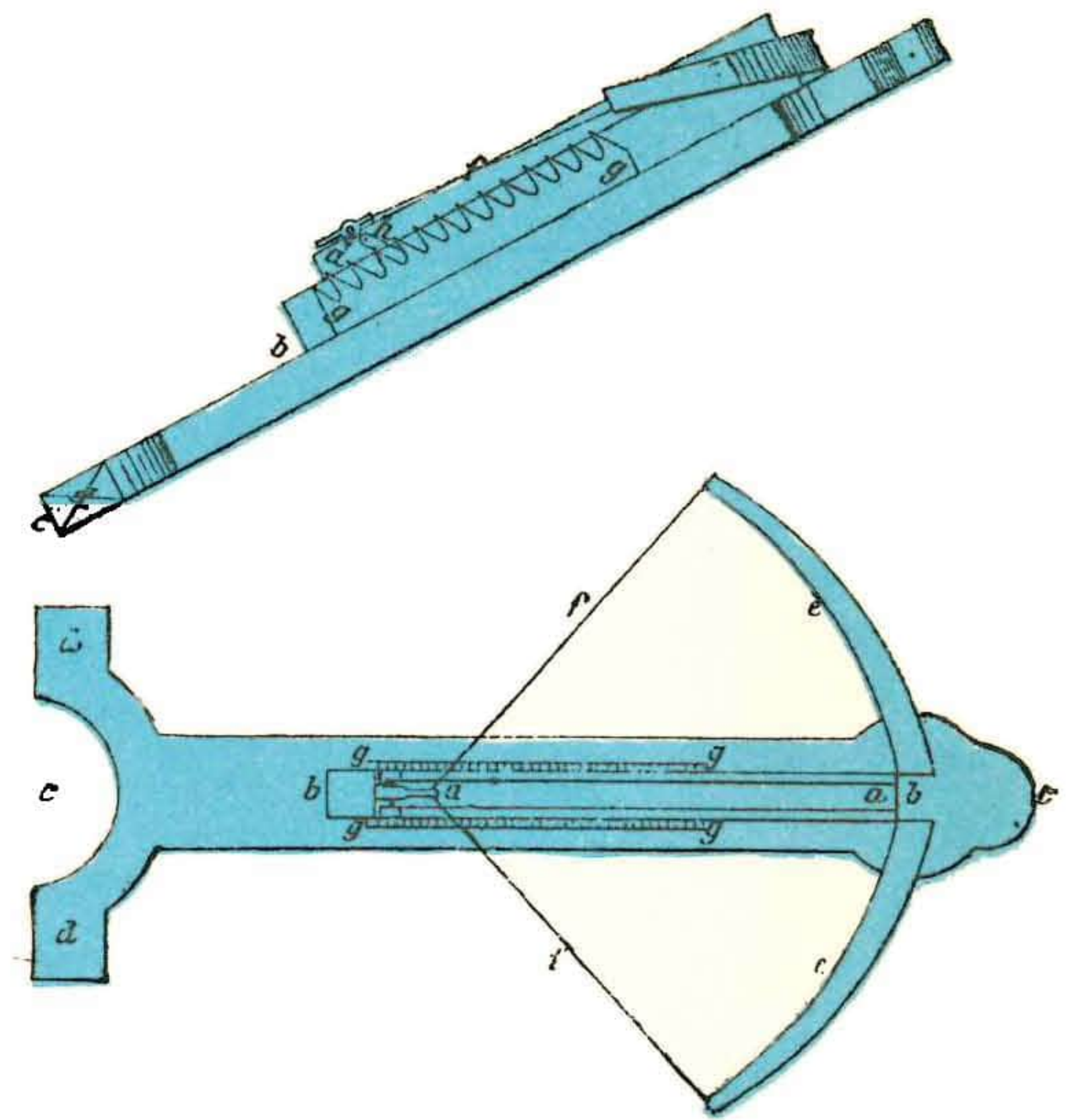
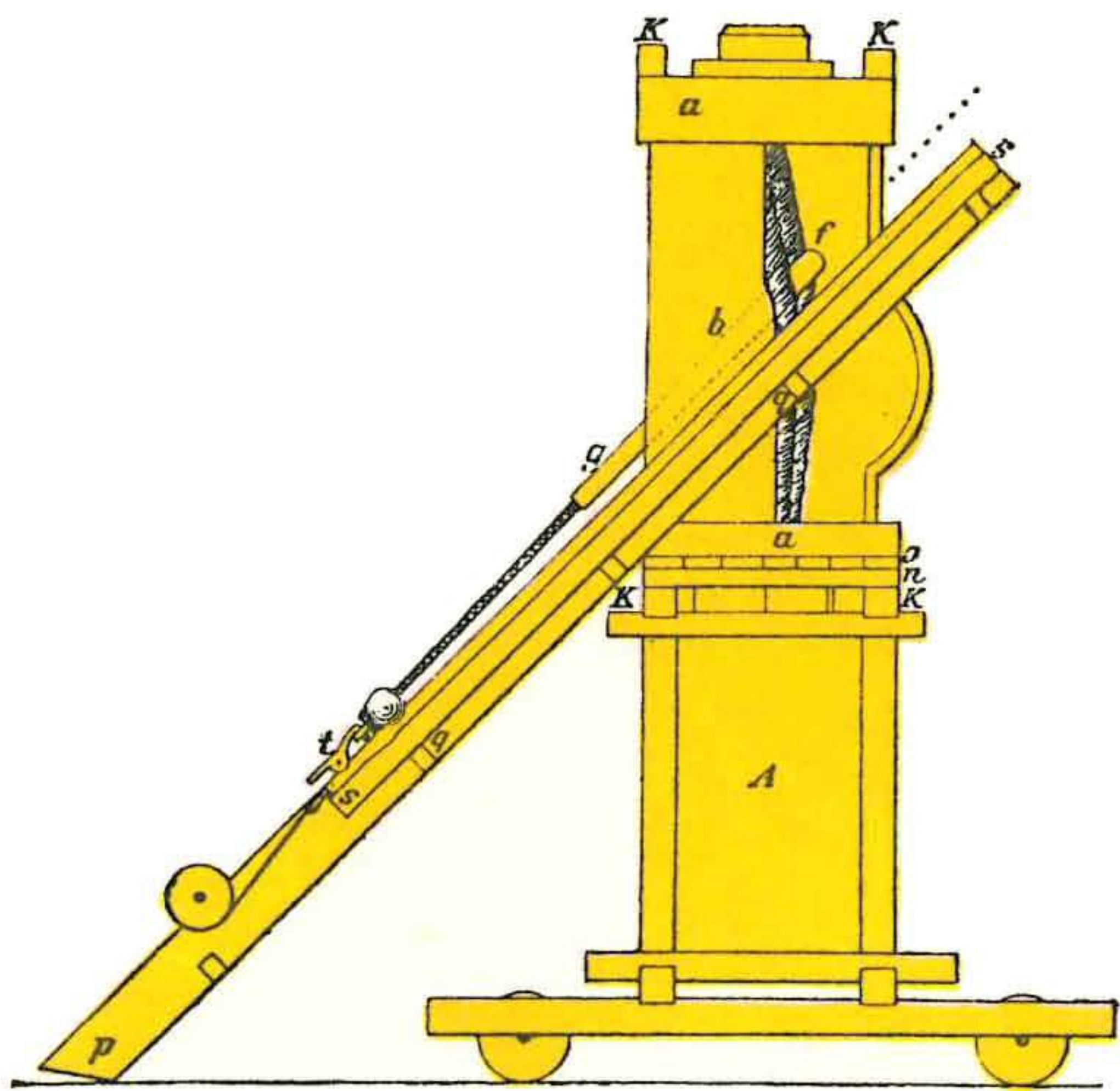
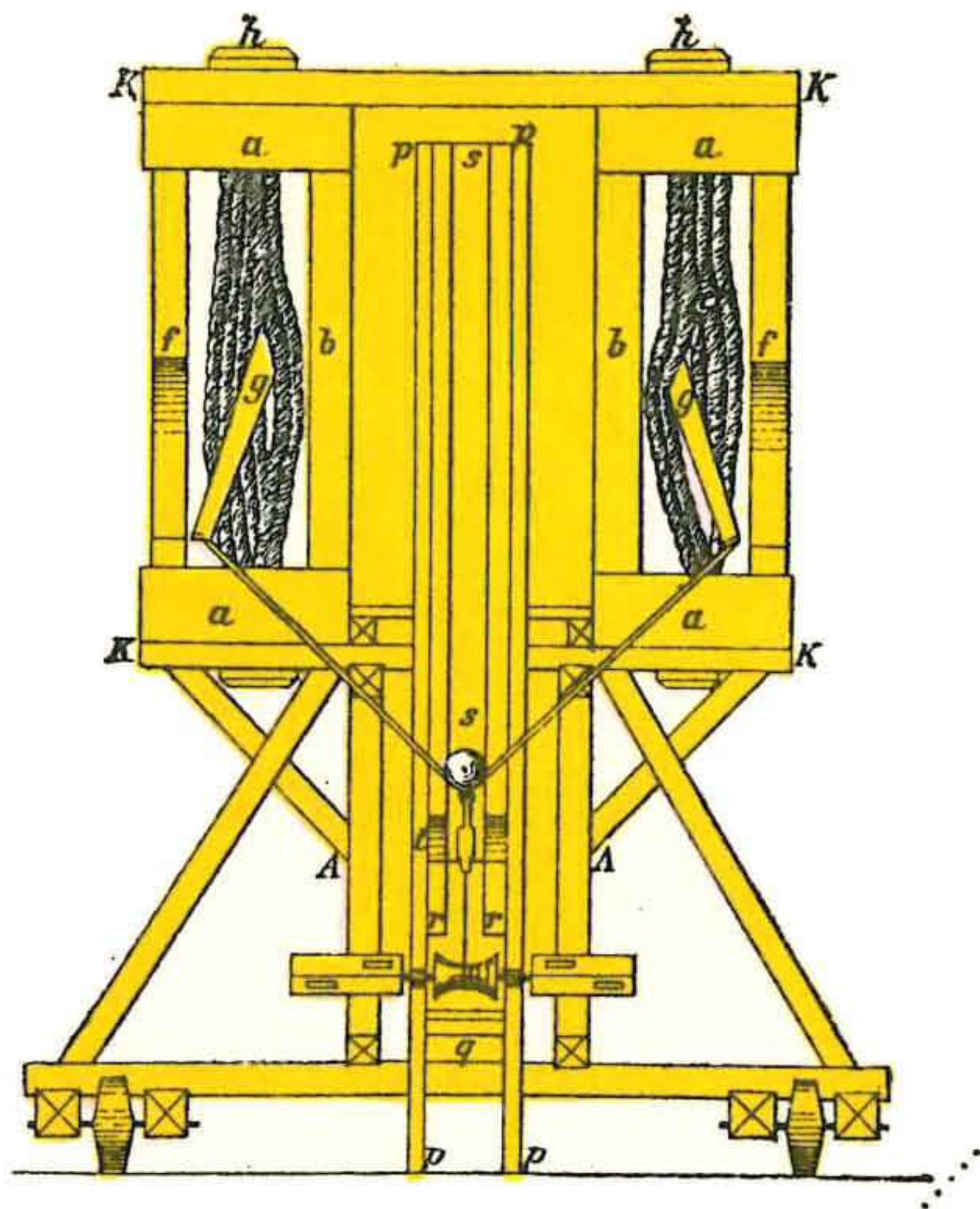
von Syrakus näherten, polterten von den Zinnen der Bastionen plötzlich schwere Balken auf sie herab, die die Schiffe in den Meeresgrund bohrten. Dann griff ein mächtiger Eisenhaken über die Mauer der Festung, hob eines der herankommenden Schiffe nach dem anderen in die Luft und schmetterte sie gegen die Uferfelsen.

So schlug der Weise der Antike dank seines technischen Wissens das mächtige Heer der Römer in die Flucht.

Archimedes hat aber auch Maschinen anderer Art erfunden. Auf einer Reise nach Ägypten konnte er beobachten, wel-

cher Anstrengungen es bedurfte, um aus den Bewässerungskanälen mit Hilfe hintereinandergeschalteter Ziehbrunnen Wasser auf die Felder zu schaffen. So beschloß er, eine neuartige Wasserpumpe zu konstruieren. In einem Rohr brachte er ein aus einem Baumstamm gefertigtes Schraubengewinde mit breiten Rändern an, deren unteres Ende ins Wasser tauchte. Wenn man die schräg gestellte Schraube im Rohr drehte, zog sie das Wasser hoch.

Doch damals wollte noch niemand eine so nützliche Maschine verwenden. Es gab ja genug Sklaven, die diese Arbeit billiger

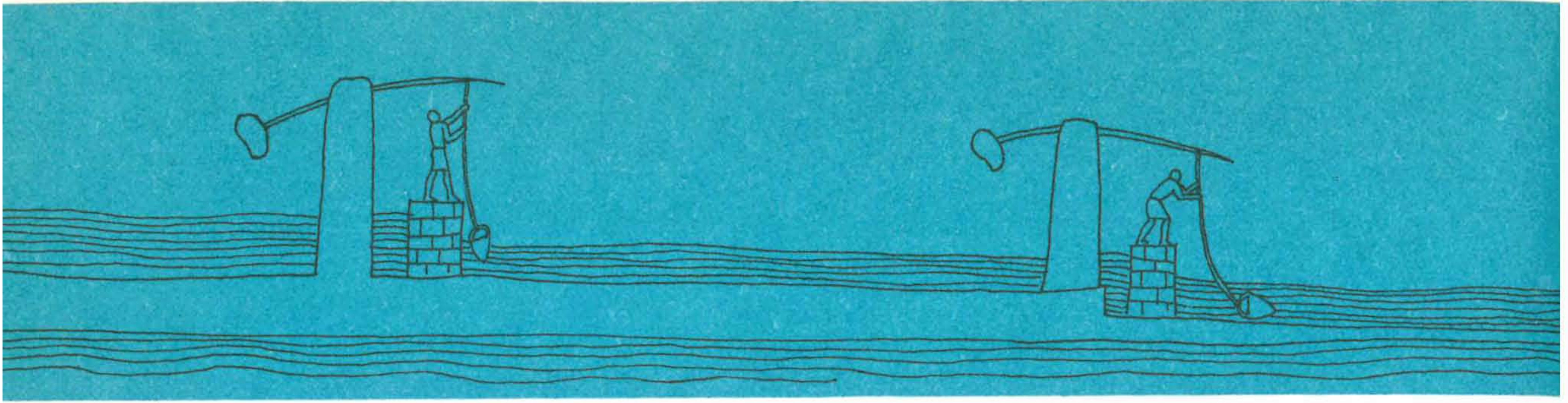


verrichten konnten. Deshalb benutzte man weiter die Ziehbrunnen und die Wasserschöpfräder, an denen ganze Reihen von Sklaven das Wasser mit Eimern schöpfen mußten.

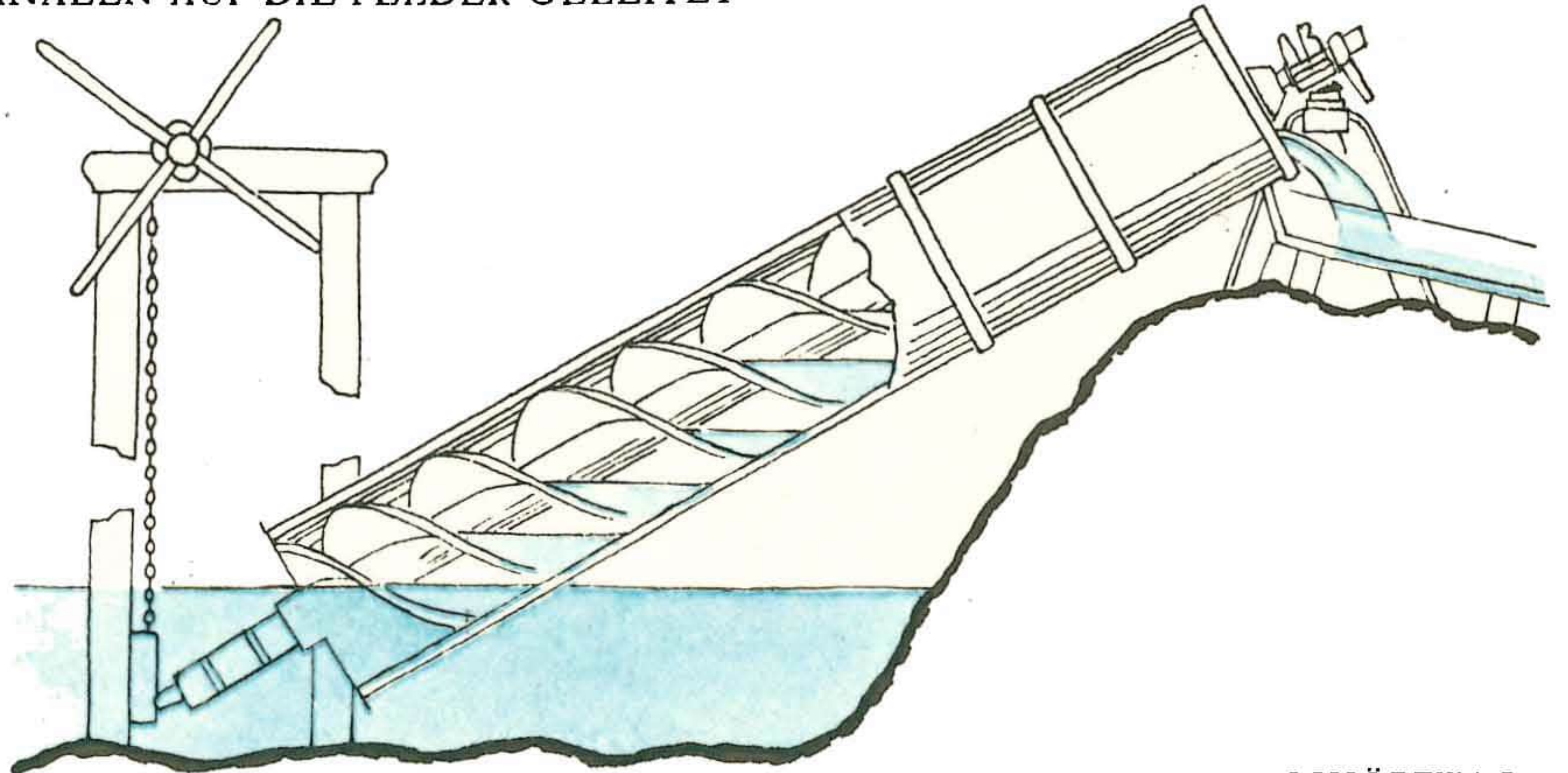
Dabei kannte man damals schon die Kraft des fließenden Wassers. Man wußte zum Beispiel, wie man diese Kraft mit Hilfe eines Schaufelrades benutzen konnte, um Mahlsteine in Bewegung zu bringen. Doch auch diese Arbeit führten vielfach noch Sklaven aus. Sie zerschroteten das Getreide in Tretmühlen. Der Sklave hielt sich dabei an einem Querholz fest und

stieg auf eine Schaufel des Rades, das sich unter seinen Füßen nach unten wendete. Dann kam die nächste Schaufel, er trat auch sie nieder, und so immer weiter, als ob er eine Treppe zu ersteigen hätte. Das war eine schwere und sehr ermüdende Arbeit. Deshalb sagt man noch heute von einer eintönigen, schweren Arbeit: „Das ist die reinste Tretmühle!“

In den Werkstätten der Handwerker benutzte man nun schon zahlreiche bessere Werkzeuge als in der vorhergehenden Epoche: man arbeitete mit Meißeln, Zangen, Hämmern, Sägen, Hobeln, Keilen,



MIT HILFE VON ZIEHBRUNNEN WURDE DAS WASSER AUS DEN BEWÄSSERUNGSKANÄLEN AUF DIE FELDER GELEITET



SCHÖPFWERK DES ARCHIMEDES

Schrauben und Nägeln, Walzen und doppelarmigen Waagen. Man verfügte jetzt also über Geräte, mit denen man genauere und feinere Arbeiten durchführen konnte, als das vorher möglich gewesen war. So wurde Holz jetzt materialgerecht behauen, Metalle konnten geschmiedet, geschnitten, gebogen, getrieben und zusammengepreßt werden.

Die Geschicklichkeit der Handwerker konnten sich wiederum die Gelehrten zunutze machen, die die Natur erforschten. Wißbegierig verfolgten sie das Strömen und Wirbeln des Wassers, das Knistern des Feuers, die Umwandlungen, die in brennenden Stoffen vor sich gingen, das Wehen der Winde, die Bewegung der Gestirne. Sie beobachteten das Rollen der Räder, die Bewegungen des Ziehbrunnens,

der Ruderblätter, der Hebewerke und Waagen, die Rotation der Achsen und Zahnräder, alles, was sich um sie herum bewegte. Und nach vielem Experimentieren gelang es ihnen schließlich, bewegliche Geräte, wirkliche Maschinen, zu bauen.

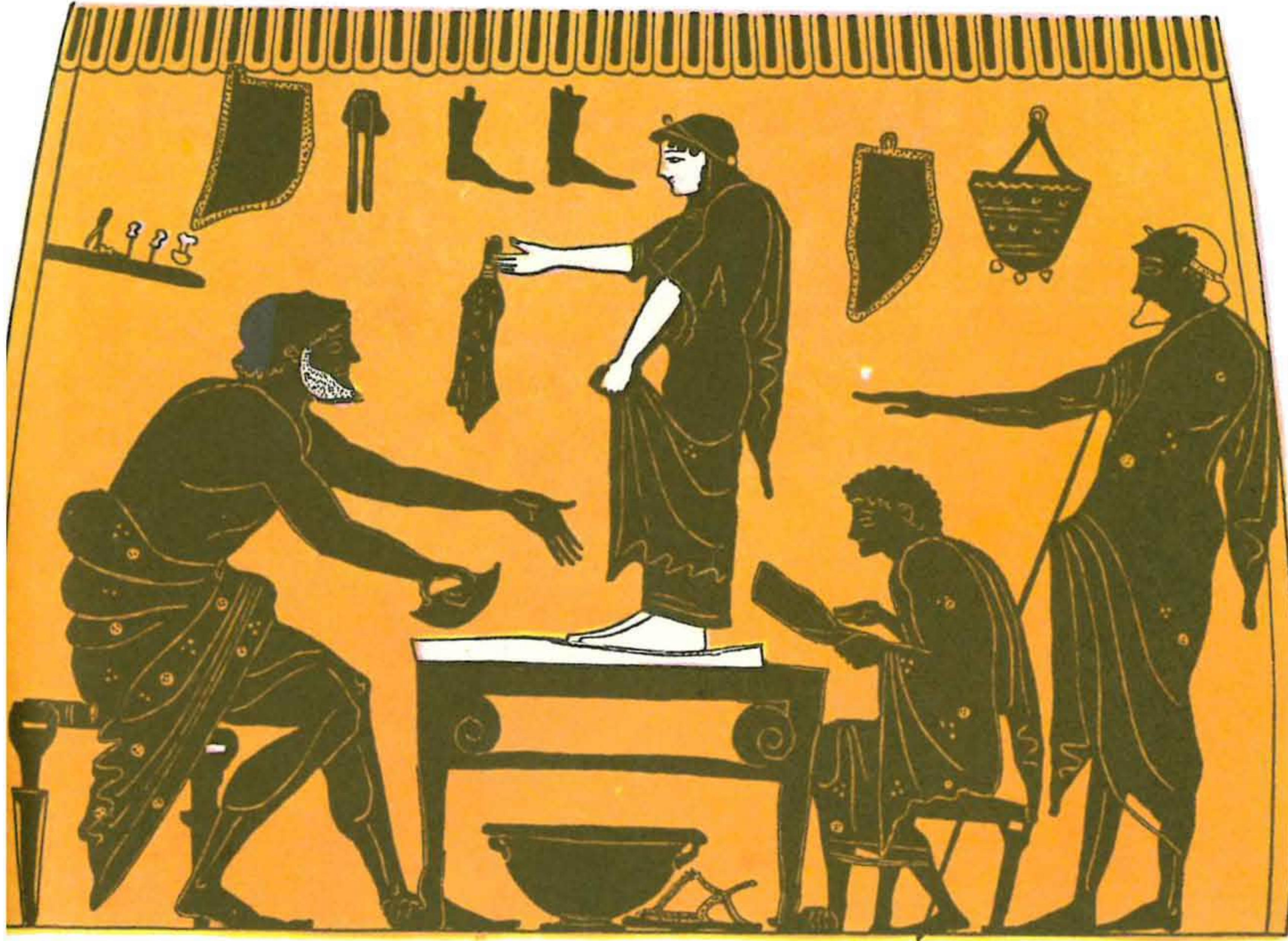
Einer von ihnen, Ktesibios aus Alexandria, konstruierte zum Beispiel im 3. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung eine Uhr, auf der ein kleiner Junge mit einem Stöckchen, das er in der Hand hielt, die Zeit anzeigte. Ganz gleichmäßig tropfte Wasser in einen Behälter, und mit der hochsteigenden Flüssigkeit wurde auch die Figur emporgehoben, wobei sie mit dem Stöckchen auf einer Skala die Stunde anzeigte.

Philon aus Byzanz erfand zur gleichen Zeit eine Feuerlöschpumpe, und diese Ma-

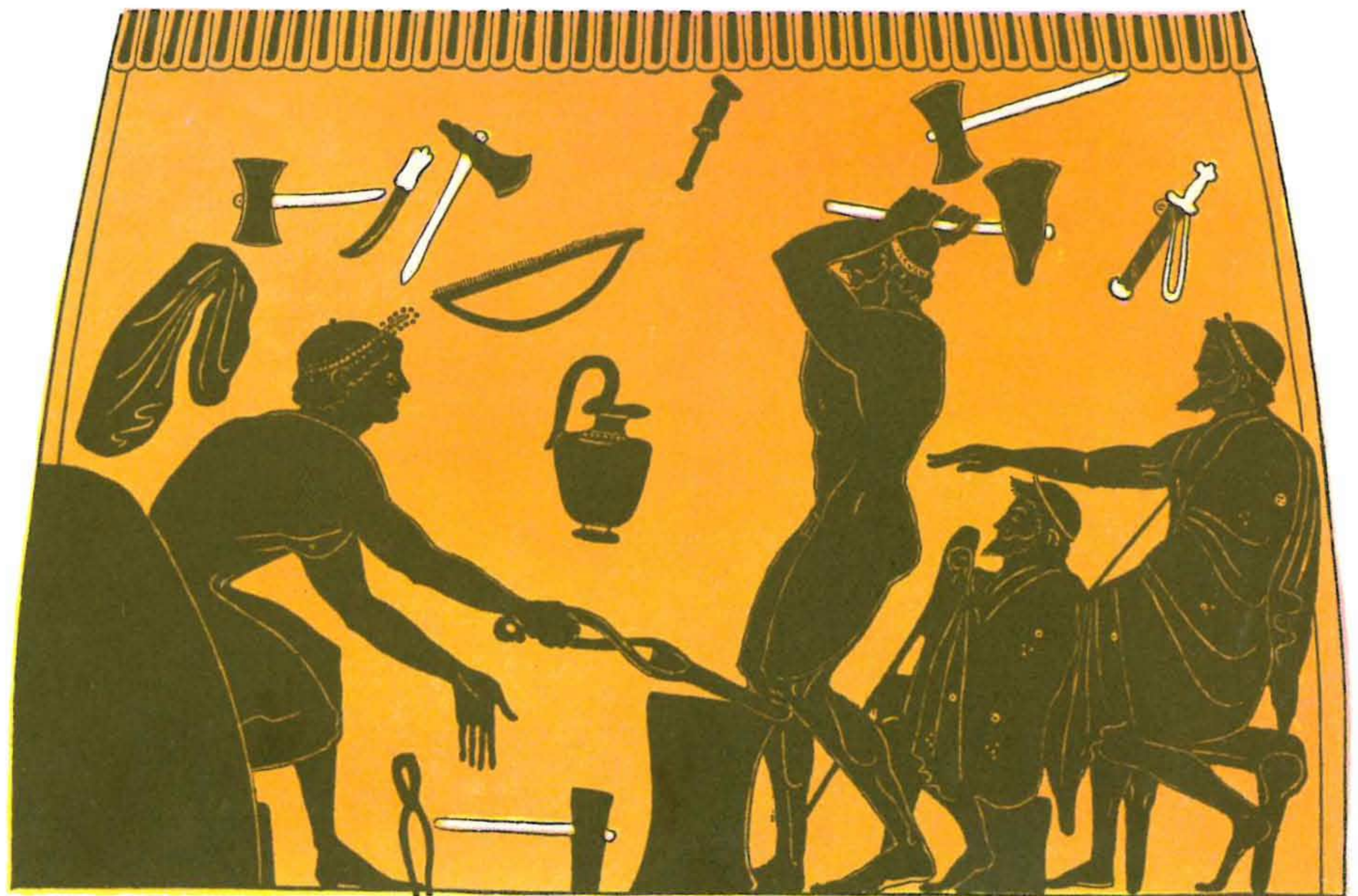
schine war so gut, daß noch bis vor kurzer Zeit ganz ähnliche Pumpen benutzt wurden. Sie enthielt Kolben, die sich in zwei Zylindern auf- und abbewegten, und funktionierte mit Hilfe von Ventilen, die das Ansaugen des Wassers in einen großen

Behälter ermöglichten, aus dem es die Luft gleichmäßig wieder herauspumpte.

Einer der berühmtesten Weisen, Heron aus Alexandria, konstruierte eine Maschine, die Äolipile oder Heronsball genannt wurde. Bei ihrem Anblick schlugen



HANDWERKER
IM ALTEN GRIECHENLAND



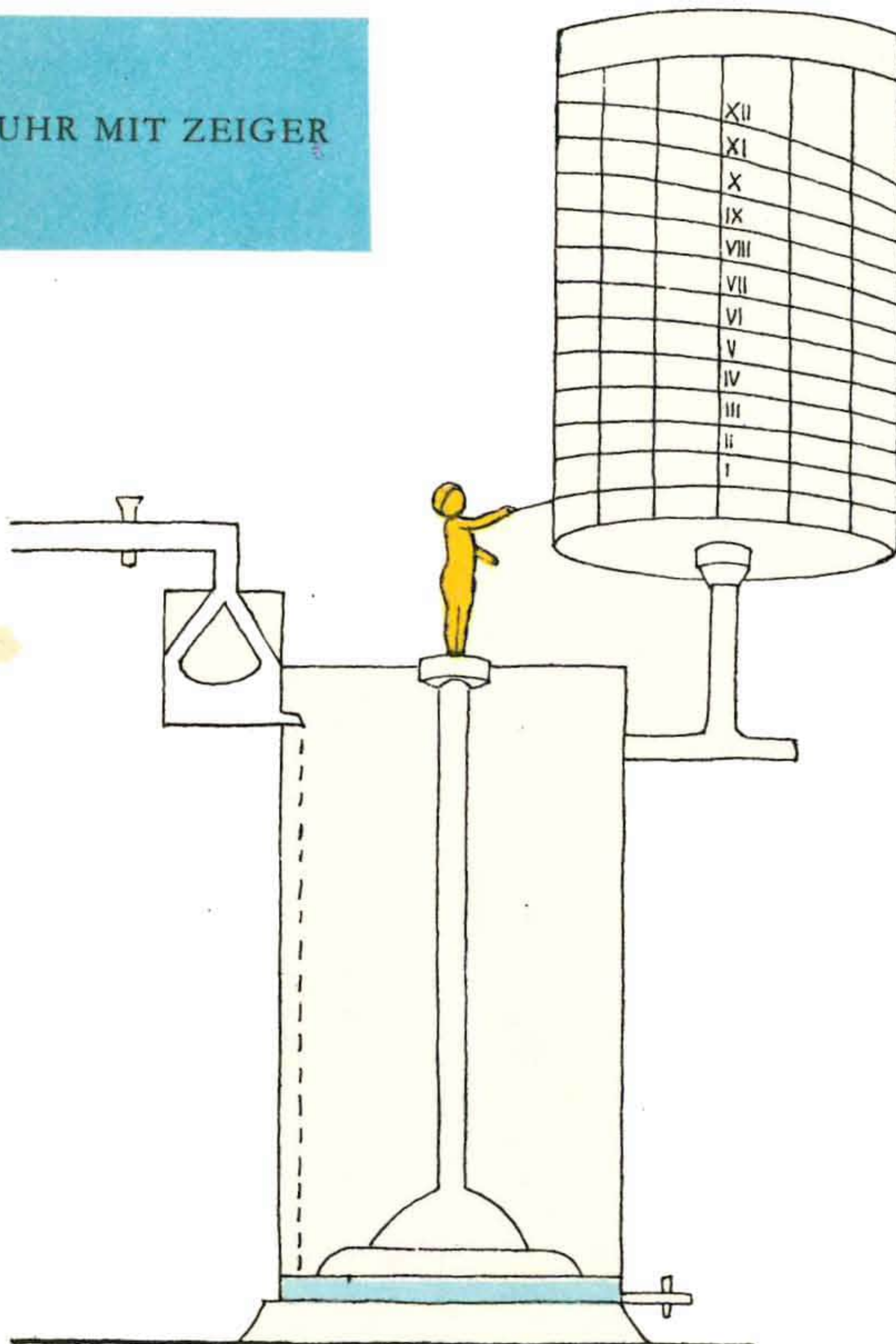
seine Freunde entsetzt die Hände zusammen.

Das war aber wirklich eine schreckenerregende Maschine! Stellen wir uns eine Kugel vor, aus der aus zwei kleinen Bukkeln gekrümmte Rohre wie Stacheln herauswachsen. Diese eigenartige Kugel war über einem mit Feuerrost ausgestatteten Gefäß auf einer Hohlwelle, durch die Dampf aus dem Gefäß zufließen konnte, drehbar befestigt. Heron füllte nun das Gefäß mit Wasser und entzündete das Feuer auf dem Rost. Zuerst brummte die Maschine nur, dann zischte und piff weißer Dampf aus den Rohren, und schließlich setzte sich die Kugel langsam in Bewegung. Sie drehte sich immer schneller und schneller um ihre Achse und verströmte ringsum Dampf, hüllte sich in

Nebel ein und war schließlich von einer Wolke zugedeckt. Wer das Geheimnis nicht kannte, konnte schon glauben, daß da böse Geister ihre Hände im Spiele hatten. Dabei war es aber nur die Kraft des Wasserdampfes, der aus dem angeheizten Gefäß in die Kugel eingedrungen war und sie dadurch, daß er durch die Rohre entwich, zum Drehen gebracht hatte.

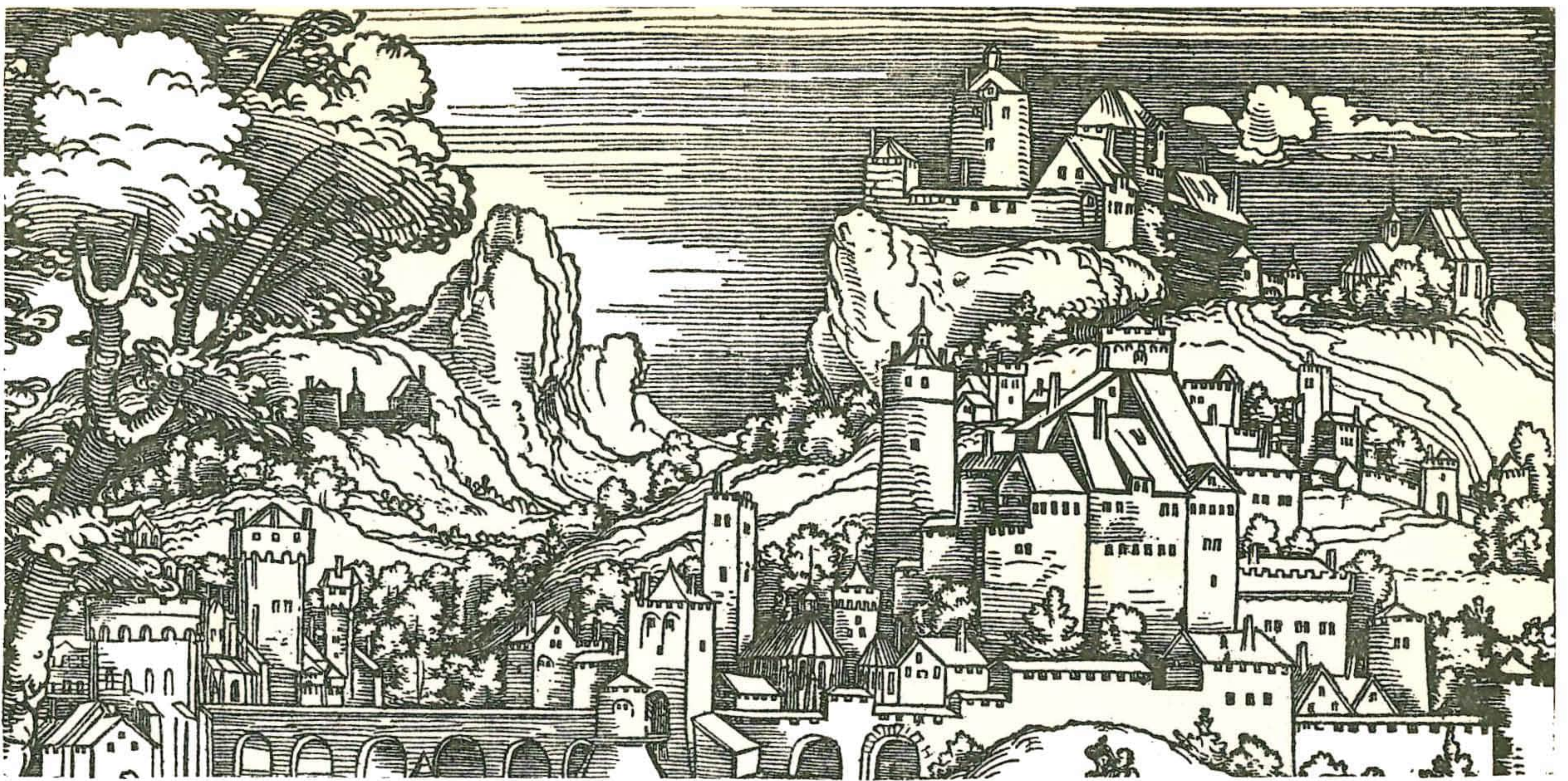
Die Gelehrten und die Handwerker hätten damals auch schon Maschinen bauen können, die Geräte in Bewegung gesetzt und an Stelle von Menschen Arbeiten verrichtet hätten. Aber die Sklavenhalter brauchten keine arbeitenden Maschinen. Es gab ja — wie schon gesagt — genug Sklaven, von denen sie die Ausführung jeder erdenklichen Arbeit verlangen konnten.

WASSERUHR MIT ZEIGER



EIN
HERONSBALL.





RUND UM DIE BURGEN

Gegen Ende des 10. Jahrhunderts wurden auf den Felsen, die die Täler überwachten, auf Berggipfeln inmitten des Urwaldes und auf Hügeln, die sich am Rande der Ebenen erhoben, Burgen errichtet, rings um die Burgen herum schmiegt sich kleine Häuschen, die Schutz im Schatten der Burgmauern suchten. Um alle diese Häuschen herum errichtete man Wälle, und innerhalb der Wälle konnten sich neue Städte entwickeln.

Die Burgen gehörten den Königen und Feudalherren, gepanzerten Rittern, in den kleinen Häuschen aber wohnten Handwerker, Kaufleute, Diener und Leibeigene.

Auf den Zinnen der Bastionen wachten Soldaten mit Bogen und Schilden in der Hand und mit einem langen Schwert umgürtet.

Wenn der Burgherr sich näherte, ertönten die Hörner, und über den Graben, der



die Burg umgab und in dem Wasser so tief stand wie in einem Fluß, wurde die Zugbrücke heruntergelassen.

Die Rüstungen der Ritter, die den Burgherren begleiteten, flimmerten in der Sonne. Lange Lanzen, Schwerter und Streitkolben klirrten. Heute würden wir einen solchen gepanzerten Ritter für einen Roboter halten: Unter seinem Panzer war nicht einmal die Spitze des kleinen Fingers zu sehen, er bedeckte den ganzen Körper, und sogar über das Gesicht wurde ein am Helm befestigtes Visier gezogen, nur durch kleine Schlitze konnten die Ritter sehen, wer vor ihnen stand. An den Händen trugen



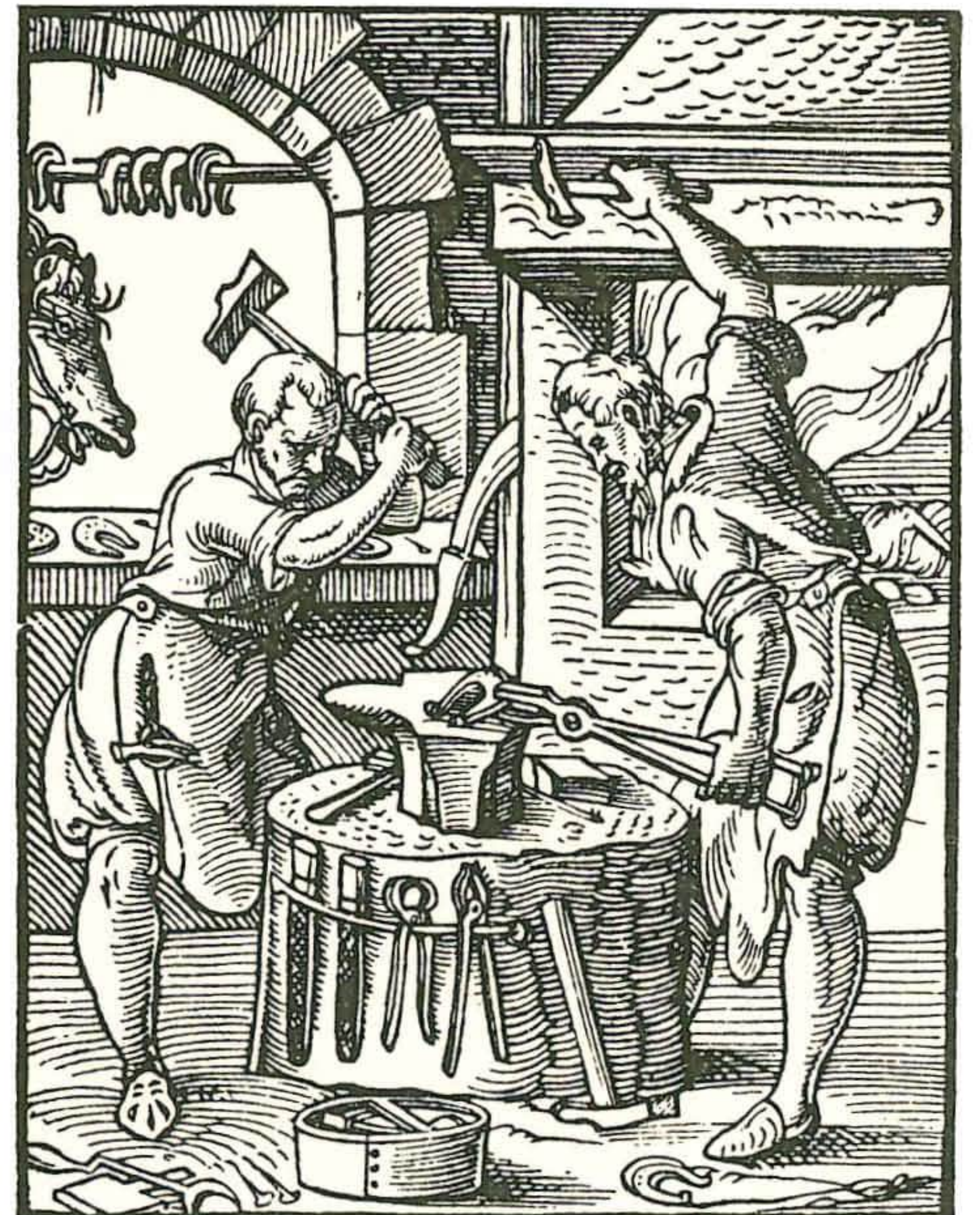
EIN GEPANZERTER RITTER IM MITTELALTER

sie gepanzerte Handschuhe, an den Füßen gepanzerte Stiefel. In ihren schweren Panzern konnten sie sich kaum vorwärts bewegen, und sie konnten auch gar nicht anders als zu Pferde kämpfen. Sie waren nicht imstande, allein ein Pferd zu besteigen, dazu mußte ein spezielles Steiggerät zusammengezimmert werden.

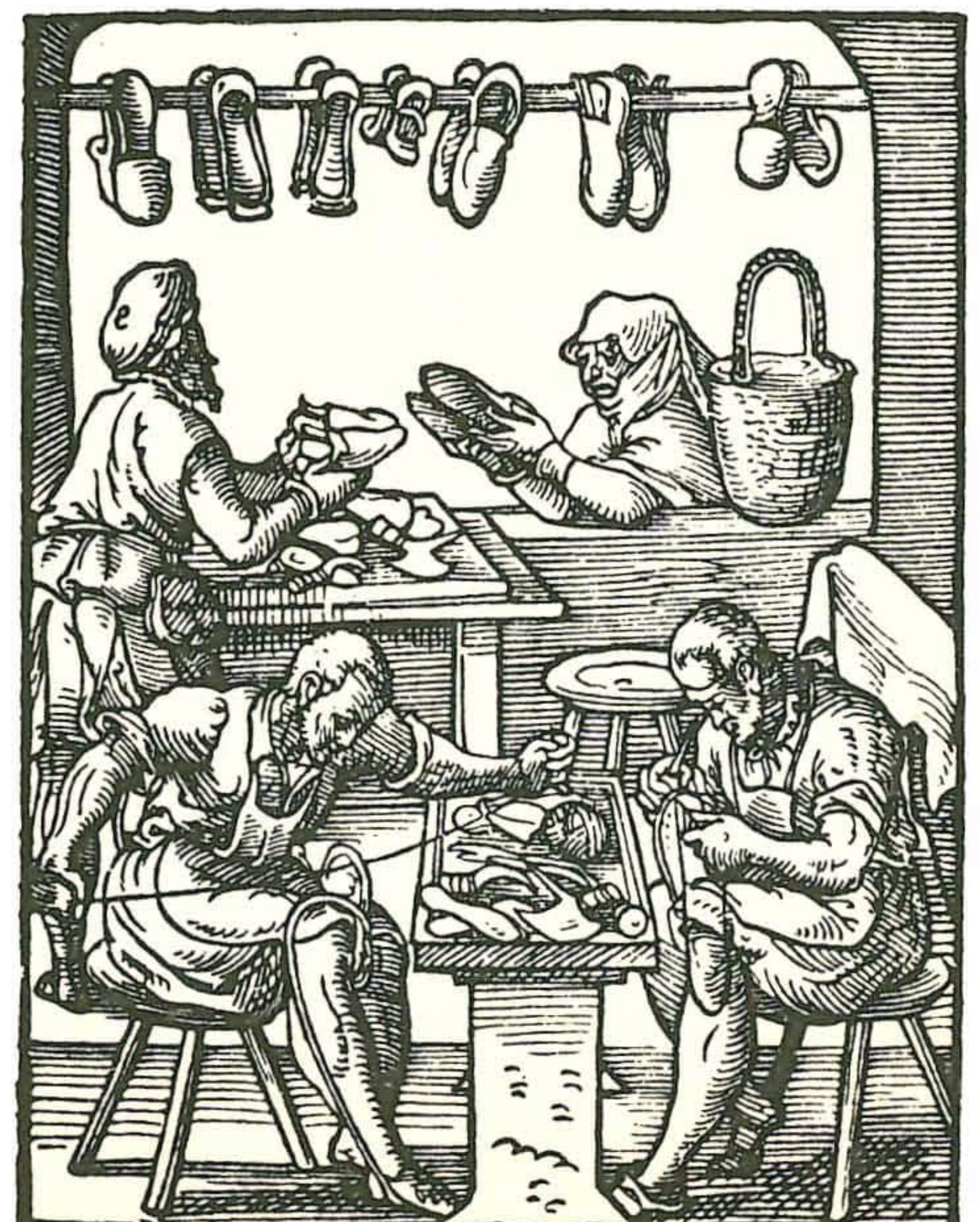
Wenn der Burgherr in den engen Gassen vor den Werkstätten der Handwerker verweilte, hatte jeder ihn mit einer tiefen Verbeugung zu begrüßen. Der Klang der Schmiedehämmer verstummte, das Beil in der Hand des Zimmermanns hielt inne, Weber, Schuster und Bäckermeister standen in der Tür der Werkstatt, auf dem Marktplatz verebbte der Lärm, und die Händler standen neben ihren Waren, die vor den Wagen und Truhen ausgebreitet waren, und alle verneigten sich tief.

Denn der Burgherr war nur dem König untertan.

In der Einsamkeit, in der Tiefe der Wälder oder auf Bergrücken wurden von dicken Mauern umgebene Klöster errichtet. In engen Zellen lebten und beteten dort die Ordensbrüder. Doch der Klosterhof war fast genauso belebt wie der Burghof, nur sah man hier mehr Mönchsgewänder als Rüstungen. Auch hier arbeiteten Handwerker, und die Leibeigenen des Klosters brachten hierher ihre landwirtschaftlichen Produkte.



SCHMIEDE UND SCHUHMACHER





BESONDERS PRÄCHTIG WAREN
DIE KAPITEL-INITIALEN DER BÜCHER

In den schmalen Zellen waren die Mönche mit dem Abschreiben alter Bücher beschäftigt. Damals konnte man nämlich die Bücher noch nicht drucken. Zum Kopieren eines Buches brauchte man manchmal ein ganzes Jahr, denn die Schrift von damals war zwar der unseren ähnlich, aber sie war noch nicht so glatt und einfach. Jeder Buchstabe wurde sorgfältig gezeichnet, besonders aber die Anfangsbuchstaben der Kapitel, die Initialen. Diese wurden mit Silber und Gold, Himmelblau und Feuerrot schön farbig gemalt und mit allerlei Schneckenlinien, Schnörkeln und Blattwerk verziert. Rundungen der Buchstaben wurden häufig mit ganzen Porträts und Szenenbildern geschmückt. Damals schrieb man die Bücher noch nicht auf schönes weißes Papier, sondern auf Pergament, sehr fein gegerbtes, hauchdünnes Leder. Papier war zu dieser Zeit noch gar nicht bekannt. Die prächtig geschriebenen und gezeichneten Blätter banden die Mönche in derbe, verzierte Ledertafeln, welche von Klammern und Metallspangen zusammengehalten wurden, zu Büchern zusam-

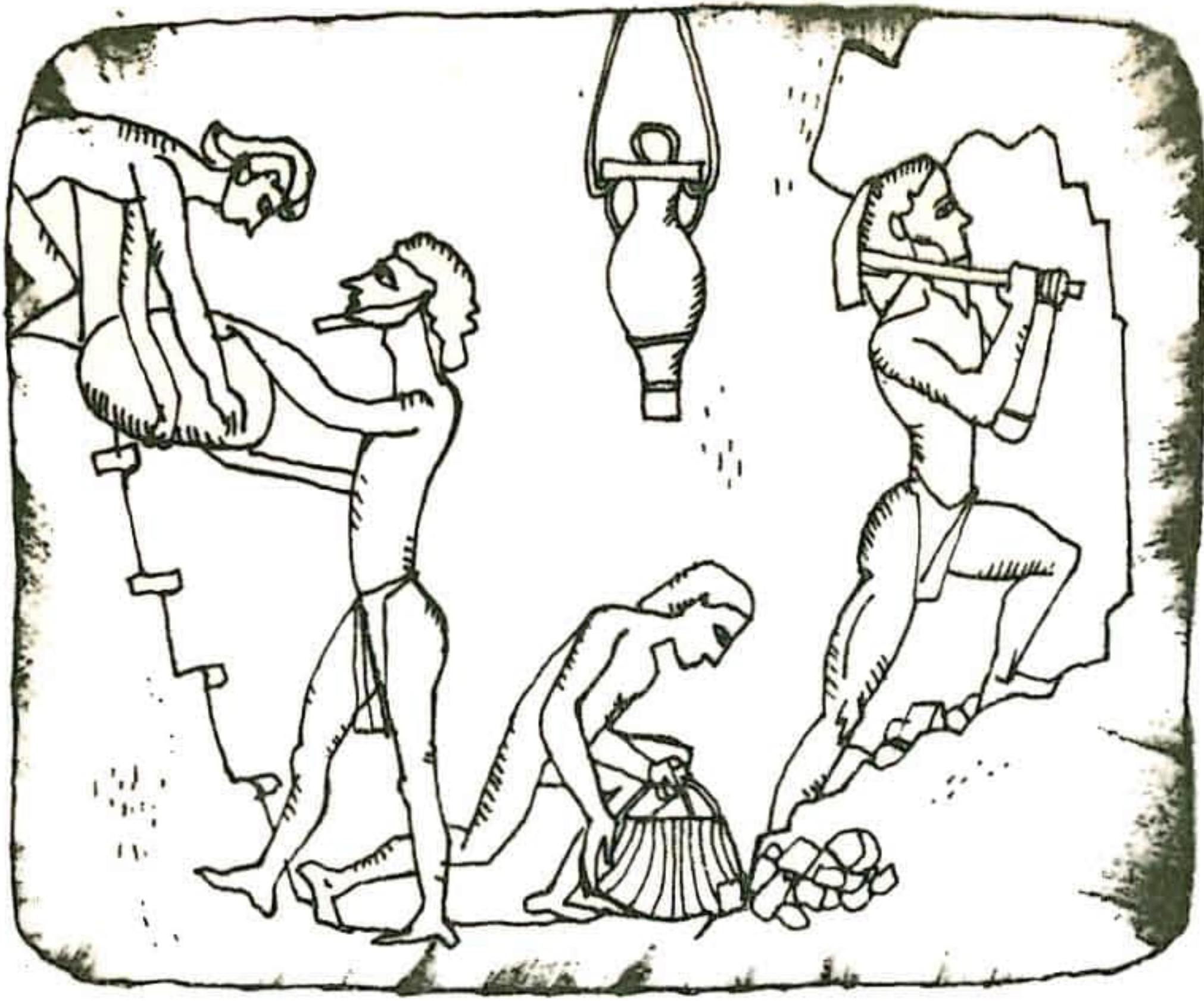
men. Zu dieser Zeit konnten sich nur die reichen Burgherren und Könige Bücher kaufen, für die anderen wären sie viel zu teuer gewesen.

Sklaven gab es nun nicht mehr, und die Handwerker konnten in ihren Werkstätten die viele Arbeit nicht mehr bewältigen. Damals begannen sich die ersten Arbeitsmaschinen zu drehen.

Die Könige waren sehr begierig nach Schätzen. Sie wünschten, daß ihre Schatzkammern voll von Gold und Silber sein sollten. So riefen sie Leute an ihren Hof, die sich rühmten, auf Grund geheimen Wissens Gold machen zu können. Es gab wohl keinen König, der nicht einen „Goldmacher“ oder, wie man sie damals nannte, Alchimisten, in seinen Diensten gehabt hätte. Die Alchimisten versuchten es mit allen möglichen Mitteln, sie brauten alles nur Erdenkliche zusammen, kochten, rösteten und verdampften es, aber Gold konnten sie natürlich nicht machen. Dennoch genossen sie lange Zeit die Gunst des Königs; verlor dieser aber einmal die Geduld, hatten sie Glück, wenn ihnen nicht der Kopf abgeschlagen wurde.

Da waren die Bergwerke schon zuverlässigere Goldquellen. Aber was aus den Bergwerken kam, war nie genug. Zudem wurde nur an wenigen Stellen Golderz ge-





DIE ARBEIT IN EINEM BERGWERK
DES ALTERTUMS



GRUBENLAMPEN --
FRÜHER UND HEUTE



fördert, und die Bergwerksarbeit war auch viel gefährlicher und schwerer als heute, obwohl selbst heute noch das Leben der Bergleute schwer und gefährlich ist, trotz der Maschinen und der Wissenschaft, die mit all ihren Mitteln die Arbeit der Bergleute zu erleichtern sucht.

Damals fuhr man noch nicht im Aufzug in die Tiefe der Gruben ein, sondern wurde in Körben, ähnlich wie die Eimer beim Ziehbrunnen, hinabgelassen oder rutschte einfach an glatten Seilen hinab. Bei der Arbeit leuchteten keine Sicherheitslampen, sondern Fackeln. Unten, wo die Spitzhacken erklangen, war überall Wasser. Manchmal nahm es so überhand, daß es die Arbeit überhaupt unmöglich machte und die Grube stillgelegt werden mußte.

Ähnliche Zustände herrschten beim Eisenbergbau. Um den steigenden Bedarf

an Eisen zu decken, mußten die Hochöfen mit immer größeren Mengen Erz versorgt werden.

Die Öfen erzielten damals noch nicht eine solche Hitze, daß das geschmolzene Eisen sofort herausgelaufen wäre, wenn man den Ofen aufmachte. Der Ofen wurde mit Handblasebälgen aufgeheizt, und das geschmolzene Erz lief im Inneren zu großen Fladen zusammen. Diese eisernen Fladen wurden wieder zum Glühen gebracht und flach geschmiedet, dann wurden sie zu Platten ausgewalzt und nochmals umgeschmiedet. Zu dieser Zeit fertigte man aus Eisen schon tausenderlei Gebrauchsgegenstände, und deshalb brauchte man immer mehr Eisen.

Man nähte große Blasebälge aus vier oder fünf Büffelhäuten zusammen. Diese Bälge wurden mit Fett eingerieben, damit das Leder geschmeidig blieb und nicht rissig wurde. Aber solche großen Blasebälge konnten nicht mehr von Menschen zusammengepreßt werden, dafür reichte ihre Kraft nicht aus. Deshalb wurden Wasserräder eingesetzt. Man mußte aus diesem Grund die Hochöfen am Ufer schnell fließender Bäche und Ströme bauen, die Kraft des Wassers, die die Schaufelräder bewegte, wurde auf eine Achse mit Kurbel übertragen, durch die der Blasebalg immer wieder zusammengedrückt und die nötige Luft in den Hochofen gepreßt wurde.

Einmal geschah etwas Unerwartetes: Als man den Ofen öffnete, floß das geschmolzene Eisen heraus und verbreitete sich auf dem Boden. Das war bis dahin noch nie vorgekommen, und so wußten die Hüttenarbeiter nicht, was sie mit dem flüssigen Metall anfangen sollten. Als es erkaltet und erstarrt war, stellten sie fest, daß das aus dem Ofen ausfließende Eisen in Formen gegossen werden konnte und dann in Gestalt der Form erstarrte.

Die Wasserräder wurden nicht nur bei den Hochöfen verwendet, man setzte sie auch für andere Zwecke ein.

So brachte man große Räder an den Eingängen der Gruben an, und mit der Kraft der schnellen Bäche pumpte man das lästige Wasser heraus, das sich immer wieder in der Grube ansammelte.

Mit Wasserrädern konnte man auch die schweren Mühlsteine in Bewegung setzen, und so wurde die Handmühle bald immer mehr von der Wassermühle verdrängt.

Das Wasserrad half auch bei der Herstellung von Wollstoffen. Früher hatte man die Wolle mit den Händen und Füßen und mit Stöcken durchgewalkt, gepreßt und gestampft und sie so zu einer dichten Masse verarbeitet. Jetzt wurde an der Welle des Wasserrades ein Nocken befestigt, der nach einer jeden Umdrehung wieder den Stiel eines schweren Hammers erfaßte und den Hammer hob. Der versetzte dann der feuchten Wolle mächtige Schläge. Mit diesem sogenannten Fallhammer ging das Wollewalken viel rascher und besser.

Natürlich benutzten auch die Schmiede solche Geräte, konnte ihnen doch dieser schwere Hammer, der sich unermüdlich hob und senkte, einen großen Teil ihrer schweren Arbeit abnehmen. Und er leistete gute Arbeit. Außerdem fachte der vom Wasserrad angetriebene Blasebalg ständig das Feuer an, so daß das Metall stets glühend und für die Bearbeitung geeignet blieb.

Schließlich erfand man auch das Papier und begann überall mit seiner Produktion.

Wollt ihr wissen, wie es hergestellt wurde?

Zuerst wurde eine tüchtige Portion Lumpen gekocht. Diese wurden dann in großen Mörsern zerstampft, bis sie sich zu einem Brei aufgelöst hatten. Zuerst übernahm das Wasserrad, das den großen



GLOCKENGIESSEN IM MITTELALTER



Stampfhammer antrieb, nur diese schwere Arbeit, später benutzte man es in den Papiermühlen auch noch für andere Arbeiten. So setzte es die Schüttelsiebe in Bewegung, die dazu dienten, daß das Papier schön gleichmäßig dick wurde und das Wasser gut abtropfte. Vorher hatte man die Papiermasse mit der Hand geschöpft und sie auch mit der Hand glattgeschüttelt.

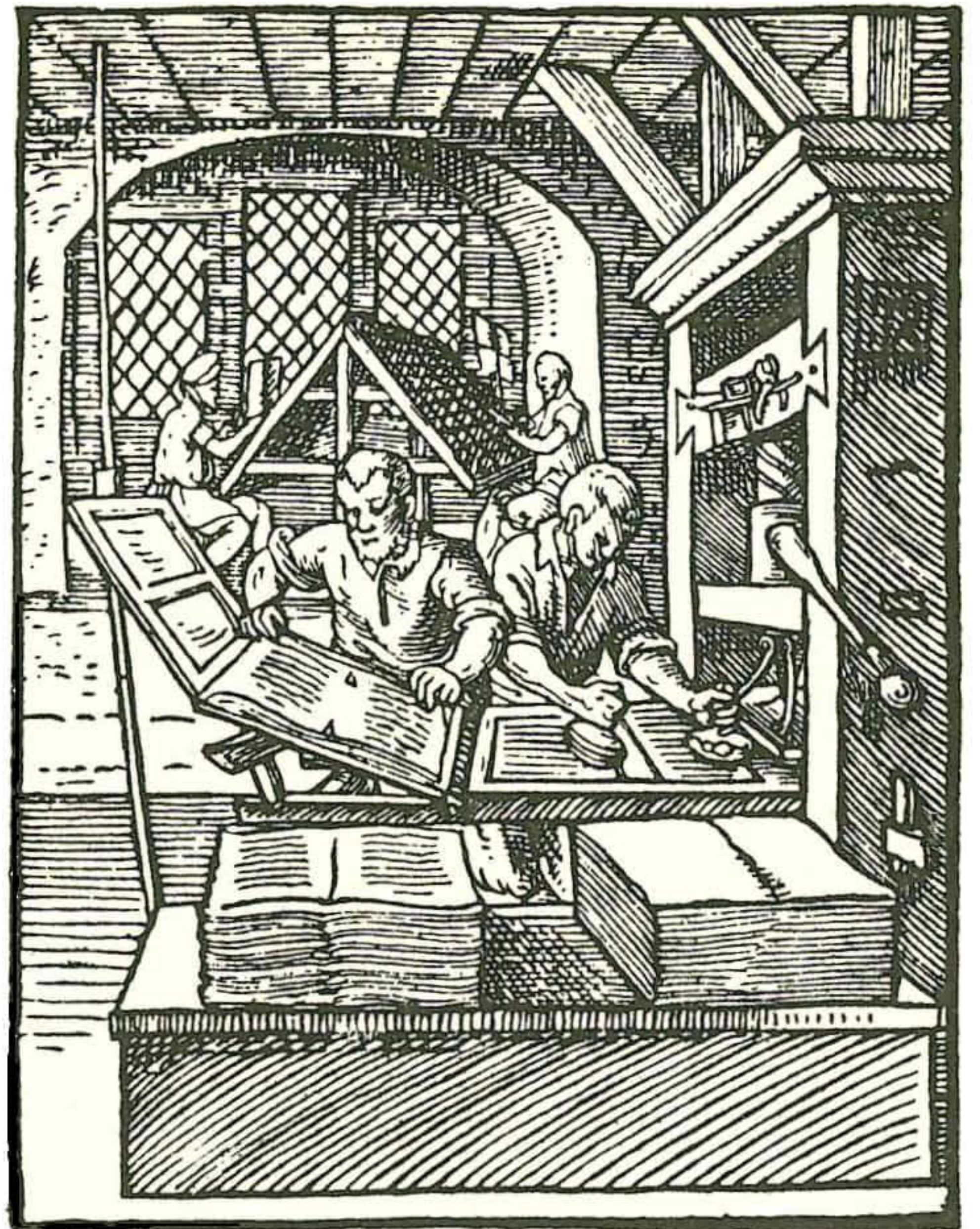
Bald gab es immer mehr billiges Papier. So wurden nun auch in den Klöstern die Bücher auf Papier abgeschrieben.

Es war der Deutsche Johannes Gutenberg — geboren Ende des 14. Jahrhunderts und gestorben im Jahre 1468 —, der die Welt um eine große Erfindung bereicherte: den Buchdruck. Genauer gesagt erfand er die aus Blei gegossenen Let-

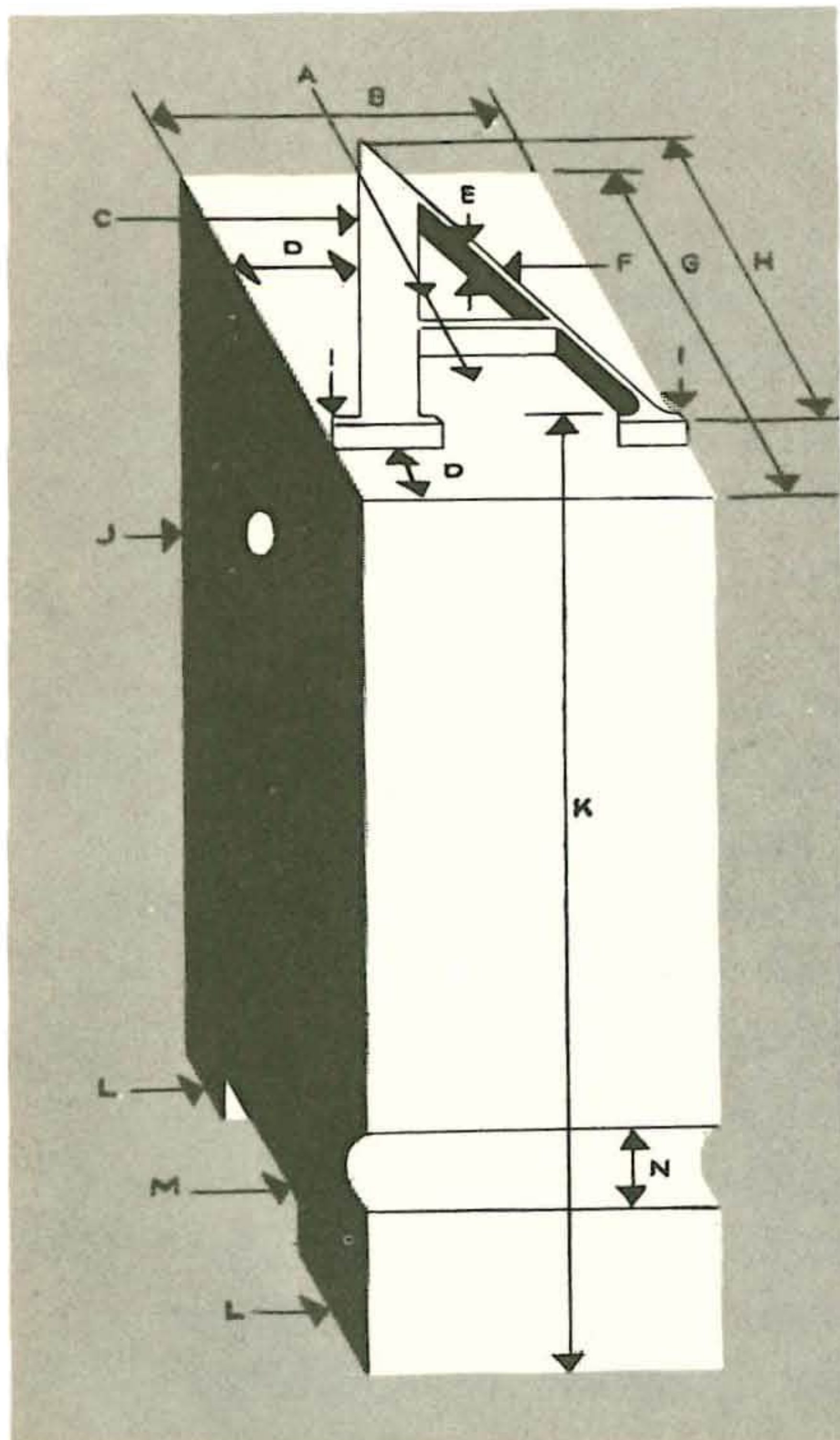


JOHANN GUTENBERG

SO SAH DIE ERSTE DRUCKEREI AUS



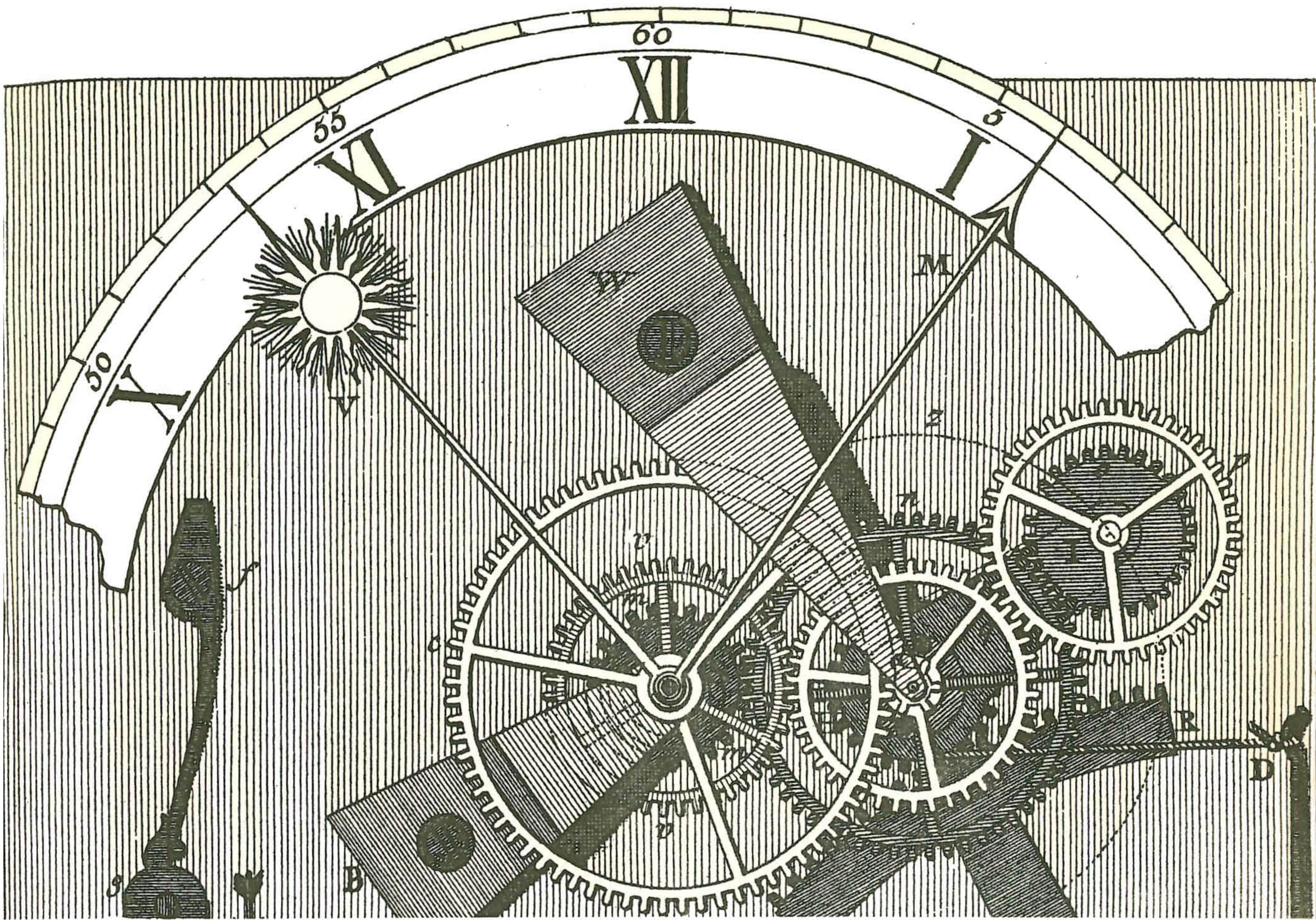
DIE LETTERN WURDEN
AUS BLEI GEGOSSEN



tern, die man zu Texten zusammenstellen und dann wieder auseinandernehmen konnte. Auch das Druckverfahren wurde von ihm vervollkommnet.

Heute werden alle Bücher mit Maschinen gedruckt, die Texte ebenso wie die Bilder. Die Erfindung des Buchdrucks hat es möglich gemacht, daß viele Millionen Menschen das Schreiben und Lesen erlernen konnten und daß sich heute jeder mit den Errungenschaften von Wissenschaft und Technik vertraut machen kann. Immer mehr Bücher gelangen heute in die Buchhandlungen und zum Leser.

Zu Gutenbergs Zeit gab es allerdings noch keine automatischen Druckmaschinen, die Buchseiten wurden mit einer Handpresse gedruckt. Die einzelnen Wörter mußten aus den beweglichen Lettern zusammengestellt werden, bis eine ganze Seite voll war. Dann bestrich man sie mit Druckfarbe und drückte mit der Presse ein Blatt Papier darauf. So mußte jede Seite einzeln gedruckt werden.

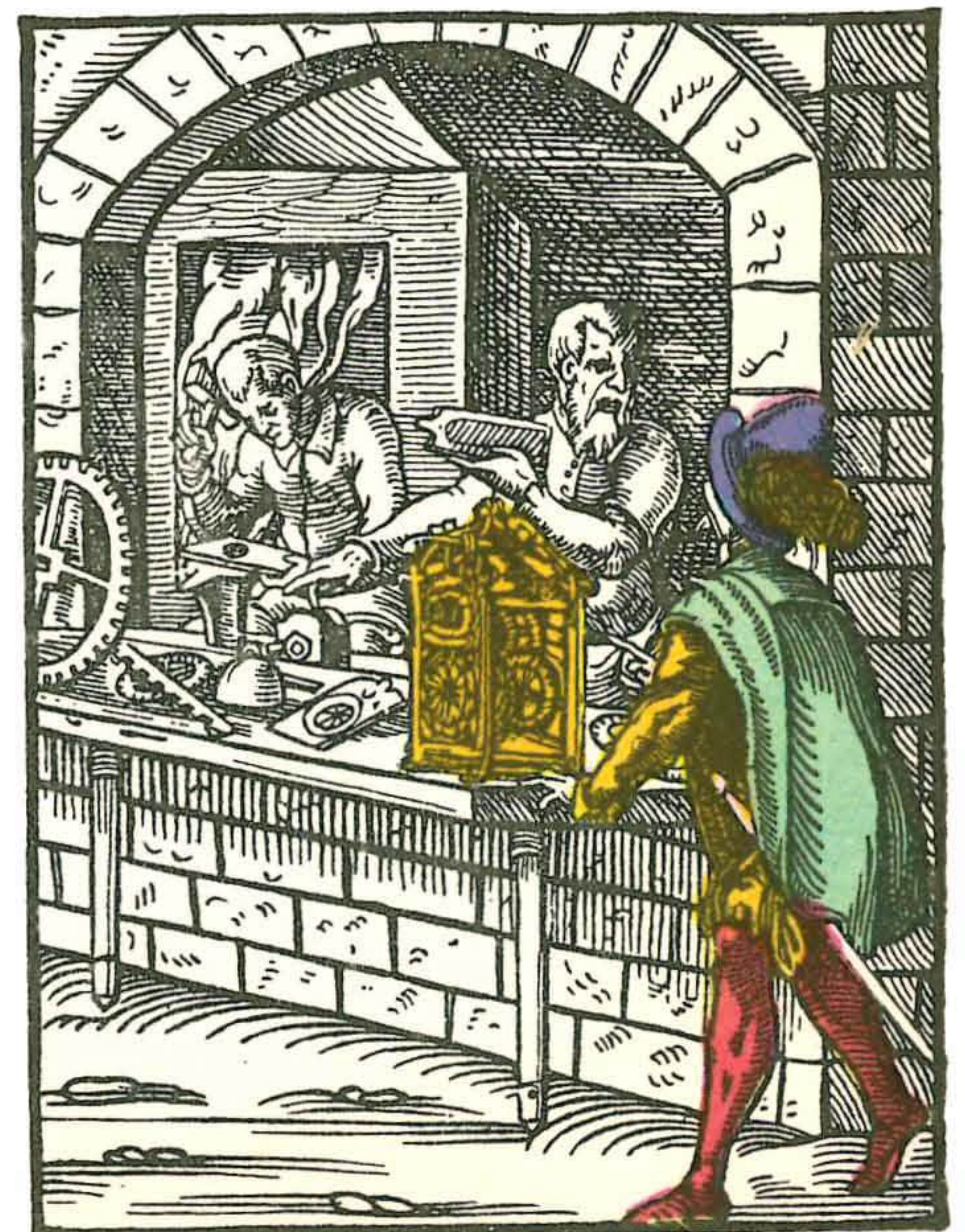


DIE ERSTE UHR HATTE SCHON EINEN KOMPLIZIERTEN MECHANISMUS

Viele interessante und schöne Arbeiten kamen damals schon aus den Werkstätten, in denen Metall bearbeitet wurde. Mit unendlicher Geduld hämmerte, schnitt, trieb, prägte und formte man Gold und Silber und sogar das harte Eisenblech, bis es die prächtigsten Formen und Muster aufwies. Auch Zahnräder und Achsen wurden damals schon hergestellt, und so konnte man die ersten aus Metallteilen bestehenden Uhren konstruieren, die von einem Gewicht angetrieben wurden. Diese Uhren stellten schon recht komplizierte Mechanismen dar.

Freilich sahen sie noch ganz anders aus als unsere Uhren: Sie besaßen nur einen einzigen Zeiger, und bei manchen drehte

MITTELALTERLICHE UHRMACHERWERKSTATT

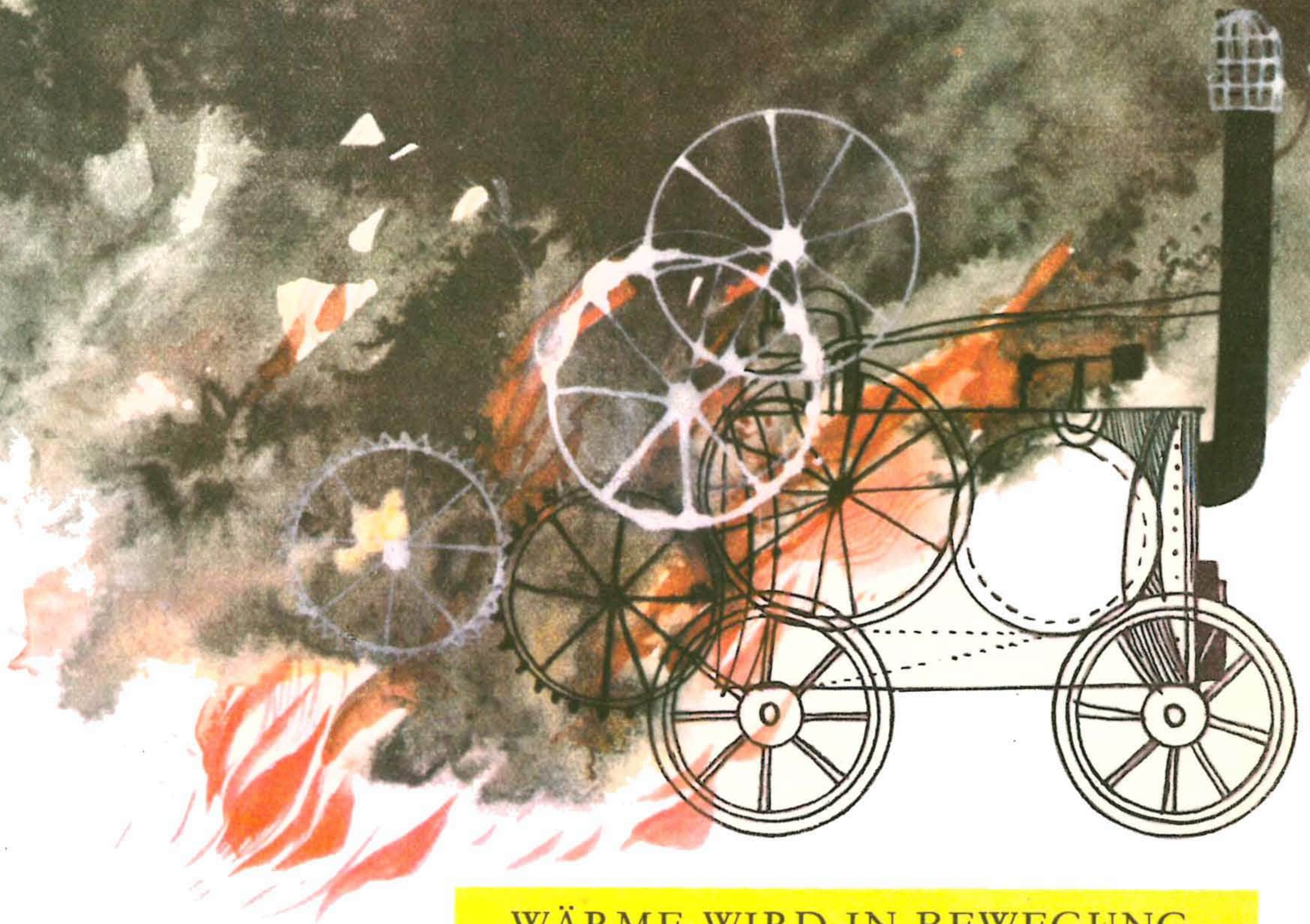


sich der Zeiger, bei anderen das Zifferblatt. So genau wie unsere Uhren gingen sie wohl auch noch nicht.

Inzwischen hatten immer mehr Menschen fremde Länder kennengelernt. Den einen verschlug der Krieg in die Ferne, den anderen führten die Handelskarawanen weit weg von seinem Geburtsland, den dritten trieb Abenteuerlust hinaus, und beim vierten schließlich war es der

Drang nach Wissen. Sie alle lernten die Arbeiten und die Geräte anderer Völker kennen. Die Schiffe brauchten nicht mehr nur in Ufernähe zu segeln, sie wagten sich auch hinaus aufs offene Meer. Die Seeleute waren nicht mehr allein auf die Beobachtung der Sterne angewiesen, denn die Magnetnadel des Kompasses zeigte ihnen den Weg. Größere Segel wurden gesetzt, und die Schiffe segelten zu neuen Erdteilen.





WÄRME WIRD IN BEWEGUNG UMGEWANDELT

Im 15. und 16. Jahrhundert hatten die kleinen Werkstätten größeren Platz gemacht, in denen die Handwerker in langen Reihen nebeneinander arbeiteten. Die Maschinen waren damals noch selten, fast alles wurde in Handarbeit hergestellt. Deshalb hießen diese Betriebe auch Manufakturen, zu deutsch eigentlich „Handfertigungs-Betriebe“.

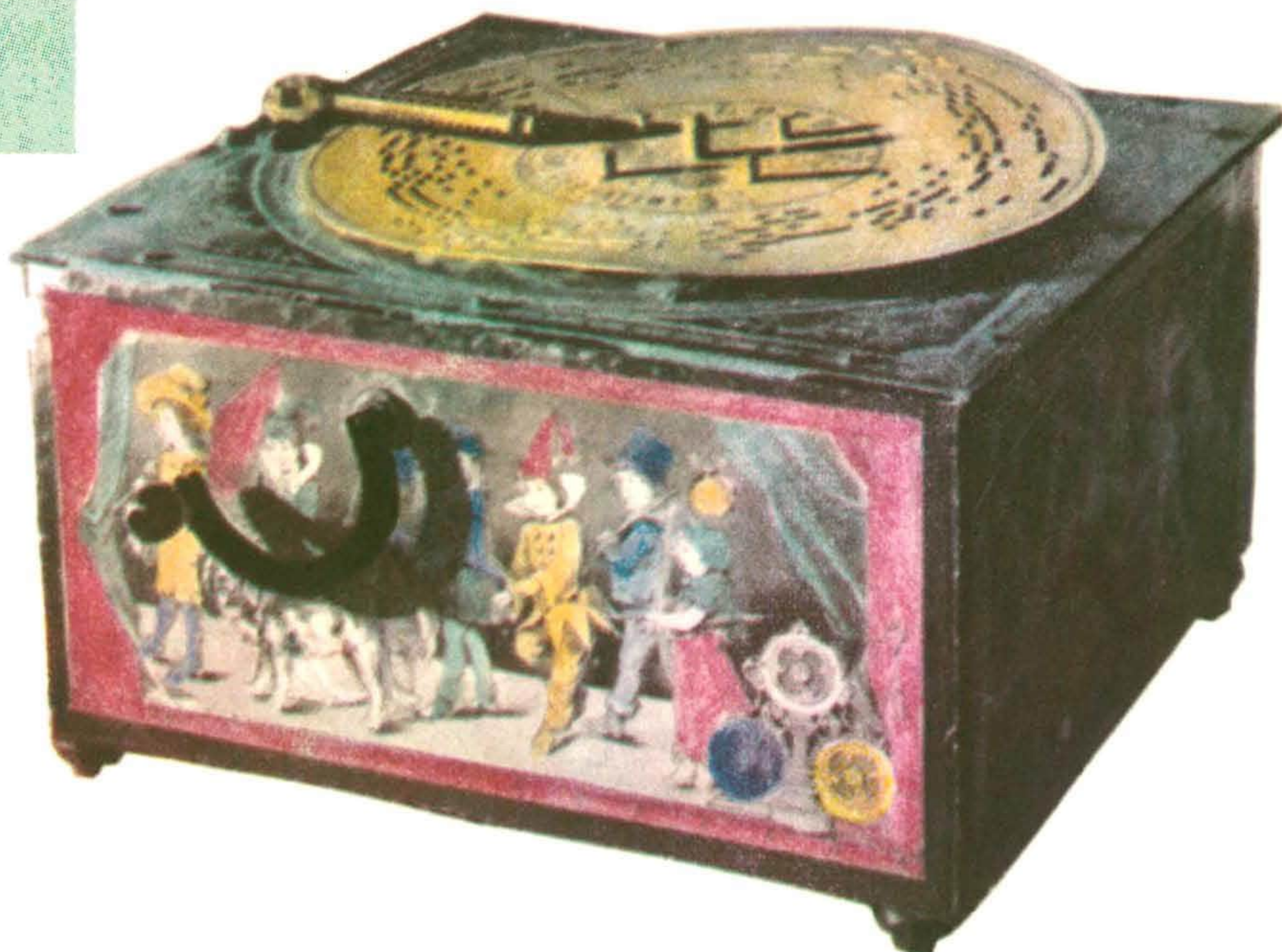
Die großen Schiffe, die über das Meer kamen, brachten viele Rohmaterialien aus den überseeischen, neuentdeckten Kontinenten. Diese Rohstoffe wurden in Europa weiterverarbeitet. Dabei wurden die Reichen noch reicher und die Armen noch ärmer.

Stellen wir uns einmal vor, daß wir uns im 18. Jahrhundert befinden. Wir sind in

Paris. Vor einem hellerleuchteten Palast fahren prächtige Wagen vor; sie bringen eine große Zahl geladener Gäste. Diener mit leuchtenden Fackeln in den Händen geleiten die Besucher in einen großen Saal. Der Glanz von Hunderten von Kerzen, die überall an den Wänden und in dem großen, von der Decke herabhängenden Kronleuchter erstrahlen, läßt den Schmuck der Damen auffunkeln und steigert die Pracht der samtenen und seidenen Gewänder.

Die Gäste setzen sich nieder, und auf ihren Gesichtern spiegelt sich gespannte Erwartung wider.

Schließlich klatscht der Hausherr in die Hände, und die Diener tragen ein großes Podest herbei, das sie in einer Ecke des Saales niedersetzen. Auf dem Podest sieht



man ein Spinett, vor dem ein kleines Mädchen sitzt. Es scheint, als warte sie ab, bis der Lärm abgeebbt ist. Aller Augen sind auf die kleine Künstlerin gerichtet; sie trägt ein schönes Kleid und ist nach der letzten Mode frisiert, sie hat hübsche, rosige Wangen, aber wie eigenartig ist die Unbeweglichkeit ihres Gesichts, wie steif ihre Haltung! Und zur größten Überraschung der Anwesenden stellt sich heraus, daß die kleine Künstlerin gar kein Mensch, sondern ein Automat ist. Auf ein Zeichen des Hausherrn erhebt sie sich, macht einen artigen Knicks, nimmt ihren Platz wieder ein und beginnt zu spielen, und man muß zugeben, daß sie sehr gut spielt. Als sie fertig ist, hebt sie die Hände und steht auf, macht auch eine Verbeugung, genau so wie es die Künstler tun, die auf den Beifall ihrer Zuhörer warten. Ein erstauntes Murmeln geht durch den Saal, und die Gäste drängen ihren Gastgeber, den Automaten noch einmal zu beleben. Er tut ihnen gern den Gefallen: Er geht auf das Podest zu und dreht einen Schlüssel. Und nun beginnt sich der

Automat noch einmal zu bewegen und zu spielen.

Zu jener Zeit waren solche menschenähnlichen Automaten oder Androiden sehr beliebt und wurden in verschiedener Gestalt hergestellt. Da gab es automatische Flötenbläser, Figuren, die schreiben oder zeichnen konnten. Man baute singende Kanarien- und andere Vögel, pickende Küken, schnatternde Enten und sogar kleine Theater, in denen Schauspieler aus Blech auftraten. Auch Spieldosen und Bilder mit angebauten Musikwerken waren sehr modern. Manche davon können wir noch heute bewundern. Wenn wir den Deckel einer solchen Dose heben oder an einer Schnur ziehen, erklingt eine zarte Melodie.

Ein kompliziertes Gewirr von besonderen Uhrwerken, Klappen, Spiralen, Schrauben, Gebläsen, Pfeifen, kleinen Windrädern, Federn, Hebeln, Pendeln, Gleitarmen, Zahnrädern und auf Achsengewickelter Fäden verbirgt sich in den beweglichen Spielsachen und Musikapparaten. Der Mechanismus wird in Bewegung gesetzt in-

dem man eine Feder aufzieht oder ein Gewicht anhebt. Heute sieht das alles sehr einfach aus, man kann sich ja für wenige Mark in jedem Spielzeugladen eine Fülle der verschiedensten mechanischen Spielsachen kaufen. Aber es bedurfte langer Zeit, bis jemand herausfand, daß man durch Aufziehen einer Feder einen Mechanismus in Gang bringen kann.

Die Menschen hatten gelernt, daß man durch die Kombination verschiedener Mechanismen, die unterschiedlichsten Bewegungen hervorrufen kann, daß es eben nur darauf ankam, die Art und Weise des Bewegungsvorganges herauszufinden. Nun konnte man auch daran denken, Maschinen anderer Art zu konstruieren, Mechanismen, mit denen man nicht nur ein amüsanter Spiel treiben, sondern eine wirkliche Arbeit leisten konnte.

Aus den eroberten Kontinenten strömten viele Rohstoffe in die Länder an den Küsten. Nach England gelangten zum Beispiel umfangreiche Baumwolllieferungen aus den Kolonien. In den Fabriken wurden daraus Stoffe gefertigt. Arbeiter spannen und webten die Baumwolle. Das Weben ging jedoch immer schneller als das Spinnen, die Weber mußten ständig auf die gesponnenen Fäden warten. Wäre es mit dem Spinnen schneller gegangen, hätten sie mehr Stoff weben können, die Spinner aber konnten nicht rascher arbeiten. So brauchte man also eine Maschine, die schneller als der Mensch und ohne die Hilfe der menschlichen Finger arbeiten konnte.

Nach kurzer Zeit gelang es auch, eine Spinnmaschine zu konstruieren, die diesen Forderungen entsprach, und so konnte die erste mit Maschinen betriebene Spinnerei eingerichtet werden. Danach wurde auch ein mechanischer Webstuhl erfunden.

Die Einzelteile der Maschinen wurden von Zimmerleuten zurechtgezimmert und von Tischlern zusammengepaßt. Diese höl-

zernen Maschinenteile knarrten und rumpelten und gingen bald entzwei. So entschloß man sich, zuerst die wichtigsten Teile, dann aber auch die ganze Maschine aus Eisen zu bauen. Und da nun die Zahl der Maschinen ständig anwuchs, brauchte man auch immer mehr und mehr Eisen.

In den Gegenden aber, in denen die Eisenverhüttungsanlagen arbeiteten, hatte man den Wald schon so weit abgeholzt, daß Hügel und Berge fast kahl waren. Man benutzte nämlich zum Schmelzen des Eisenerzes Holzkohle, und um diese herzustellen, brauchten die Köhler sehr viel Holz. So waren die Menschen gezwungen, mit Steinkohle zu heizen. Zwar war ihnen die Steinkohle schon seit Tausenden von Jahren bekannt, aber sie hatten doch die ganze Zeit nur Holz und Holzkohle als Brennmaterial verwendet. Sie glaubten nämlich,

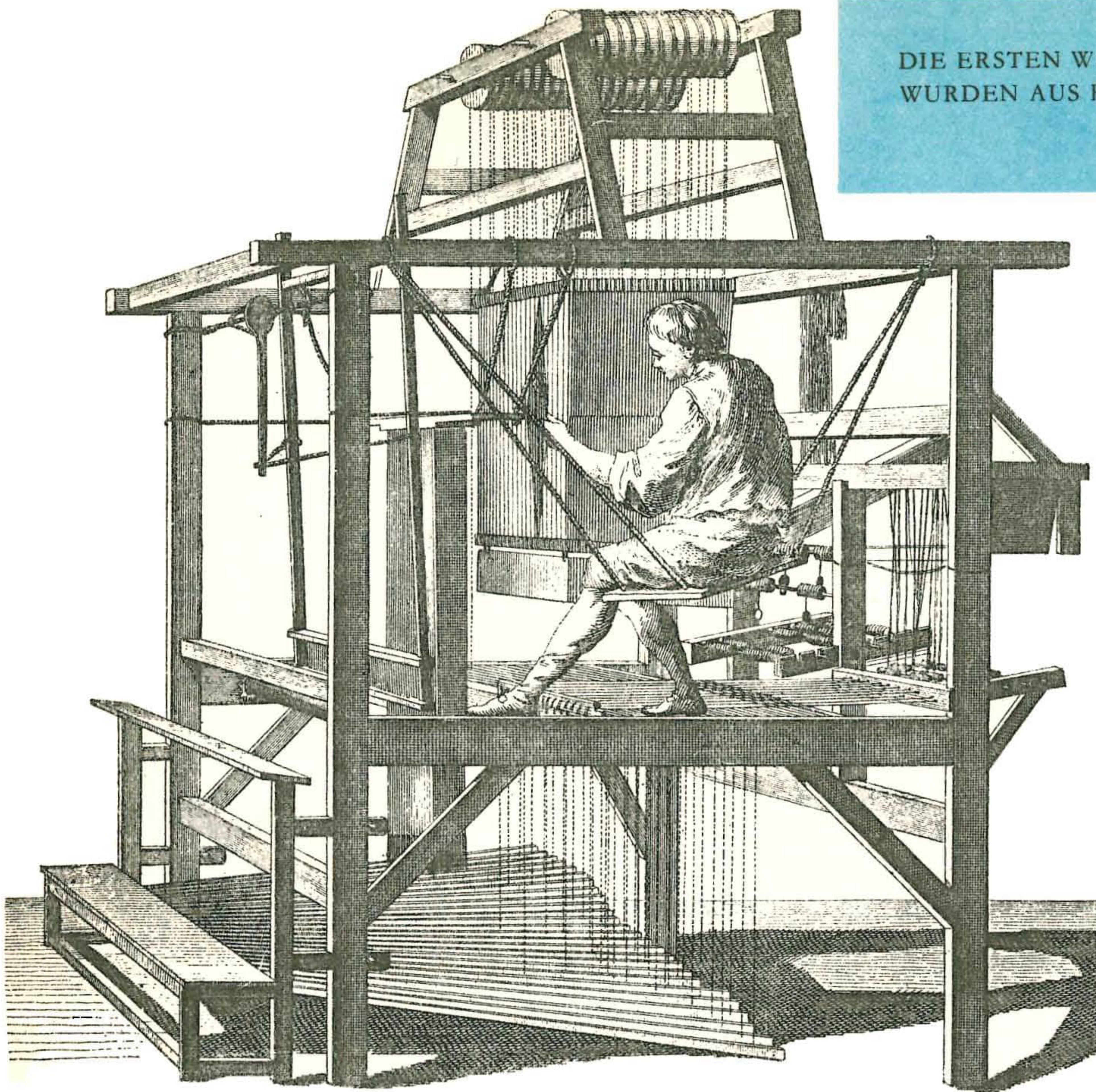


MUSIKAUTOMATEN

VORFAHREN UNSERER AUFZIEHAUTOS



DIE ERSTEN WEBSTÜHLE
WURDEN AUS HOLZ GEBAUT



daß die Steinkohle gesundheitsschädigend sei, daß ihr Qualm ansteckende Krankheiten hervorrufe. Vielfach war ihre Verwendung sogar unter Strafe gestellt worden. Nun ist der übelriechende Rauch der Steinkohle ja wirklich giftig, und man bekommt Kopfschmerzen, wenn man ihn einatmet. Als man die Steinkohle zum ersten Mal im Ofen ausprobierte, entwickelte sich ein übler Gestank, und das ausgeschmolzene Eisen war unbrauchbar. Schließlich fand man jedoch die richtige Heizmethode: Man mußte die Kohle zunächst verkoken, ehe man den Hochofen damit beschickte.

Im Laufe der Zeit fanden die Metallurgen heraus, wie man das Eisen zu dem metallisch glänzenden, elastischen, beständi-

gen und diamantharten Stahl veredeln konnte. Sie stellten fest, daß sich in dem geschmolzenen und siedenden Eisen die Kohle löst wie Würfelzucker im Tee. Deshalb ist im Eisen auch immer Kohle enthalten, nur daß man sie nicht sehen kann. Sie lernten, daß nur dann aus Eisen Stahl wird, wenn man den Anteil der Kohle in ganz bestimmten Grenzen hält.

So setzte also die Fabrikation von Maschinen aus Eisen und Stahl ein, und man erfand auch die Geräte, mit denen die harten Metalle leichter zu Maschinenteilen verarbeitet werden konnten: die unmittelbaren Vorgänger der heutigen Maschinenautomaten, die Bohrmaschine, die Gewindeschneidmaschine und die Stoßbank.

In den Fabriken nahm die Zahl der Maschinen zu. Aber noch immer wurden die Maschinen von Menschen angetrieben, sei es durch das Drehen großer Räder oder mit Hilfe einer Tretmühle. Jedoch gab es daneben auch die sogenannten Göpel, die nicht von einem Menschen, sondern von einem Pferd, das ständig im Kreise ging, angetrieben wurden. Natürlich benutzte man auch das Wasserrad als Antrieb für die Maschinen, wenn die Fabrik an einem schnell fließenden Bach oder Fluß stand.

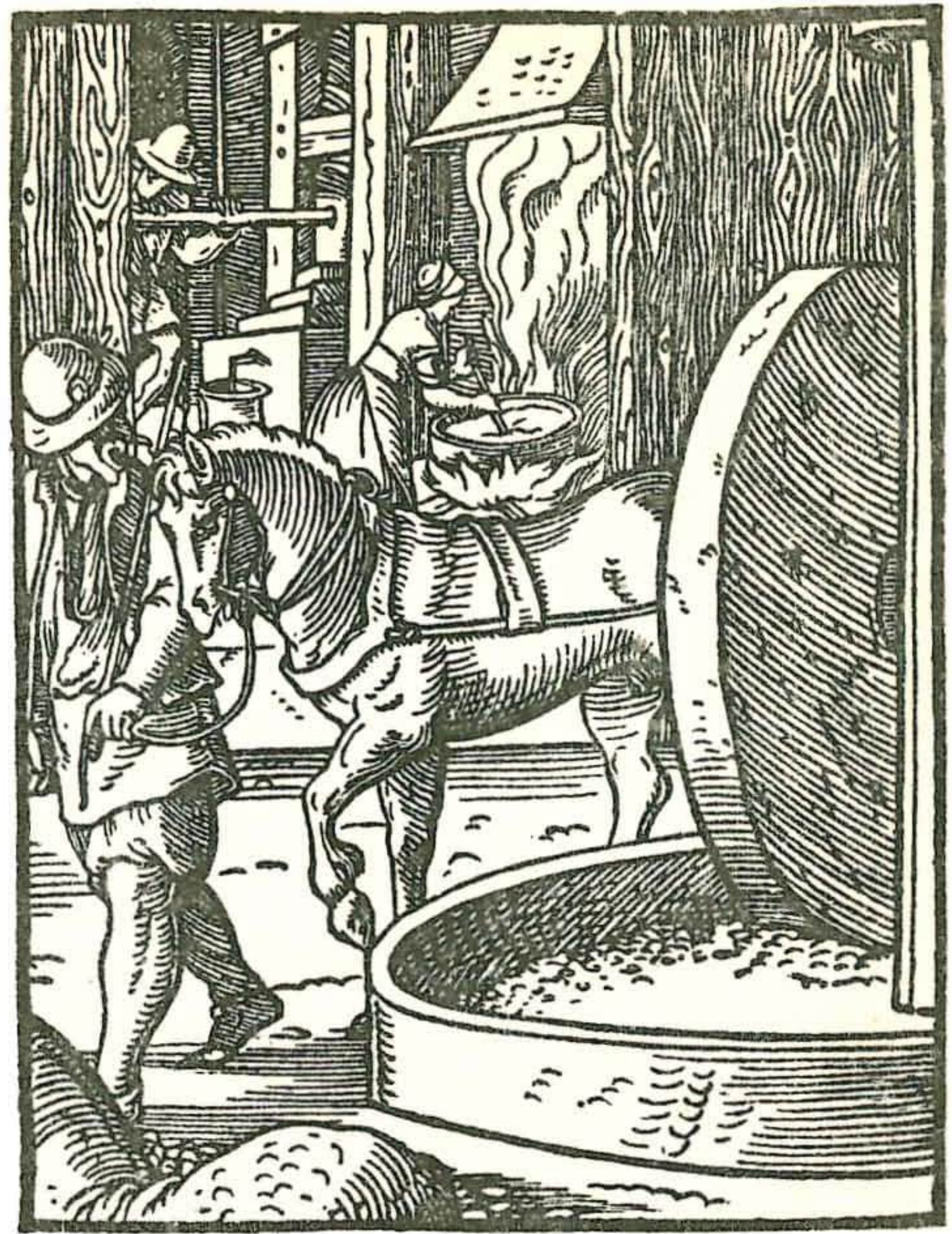
Immer mehr Eisen war für die Maschinen erforderlich, und dazu wieder brauchte man immer mehr Eisenerz. Wenn man aber mehr Eisen schmelzen will, braucht man auch mehr Kohle. So mußten die Bergleute in den Erzbergwerken und Kohlengruben immer mehr Kohle und Erz aus dem Schoß der Erde fördern, denn in den Hüttenwerken durfte das Feuer nicht ausgehen.

Noch immer bildete das Wasser in den Bergwerken das größte Problem: Wie konnte man es aus der Grube herausbekommen? Und wie konnte man mit Wärme Maschinen antreiben? Es mußte eine Kraft sein, die stärker war als der Mensch oder das Tier. Die Energie des Wassers reichte auch nicht aus, auch konnte nicht jede Fabrik an einem Fluß gebaut werden. Und die Energie des Windes war oft nicht zuverlässig genug.

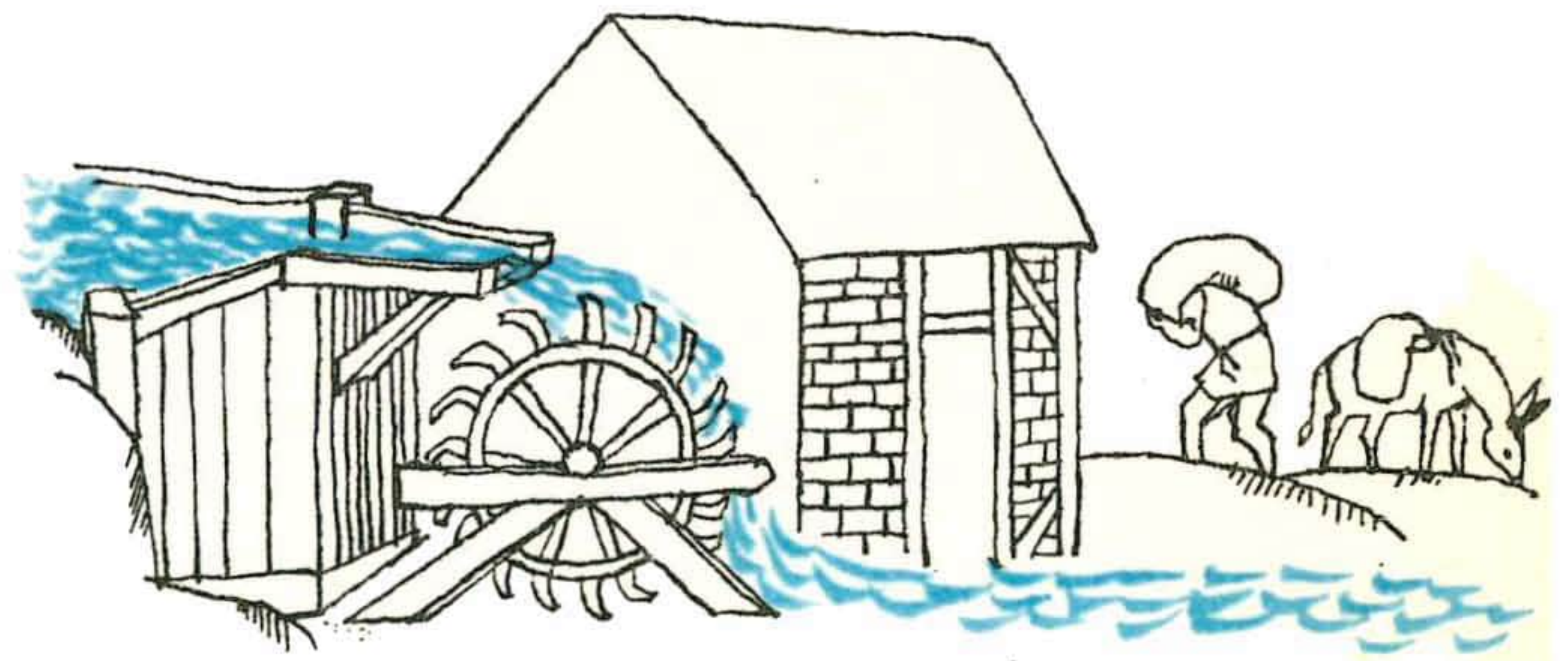
Darüber zerbrachen sich die Erfinder den Kopf.

Damals wurden die ersten Wärmekraftmaschinen, die ersten Dampfmaschinen, konstruiert. Mit solchen Maschinen wurde zuerst das Wasser aus den Bergwerken gepumpt, und dann übernahmen sie den Antrieb von immer mehr Maschinen, die vorher der Mensch, das Tier oder die Wasserkraft angetrieben hatten.

Nun wurden noch größere Hochöfen gebaut, noch mehr schwarzer Qualm wälzte sich aus den hochragenden Schornsteinen.



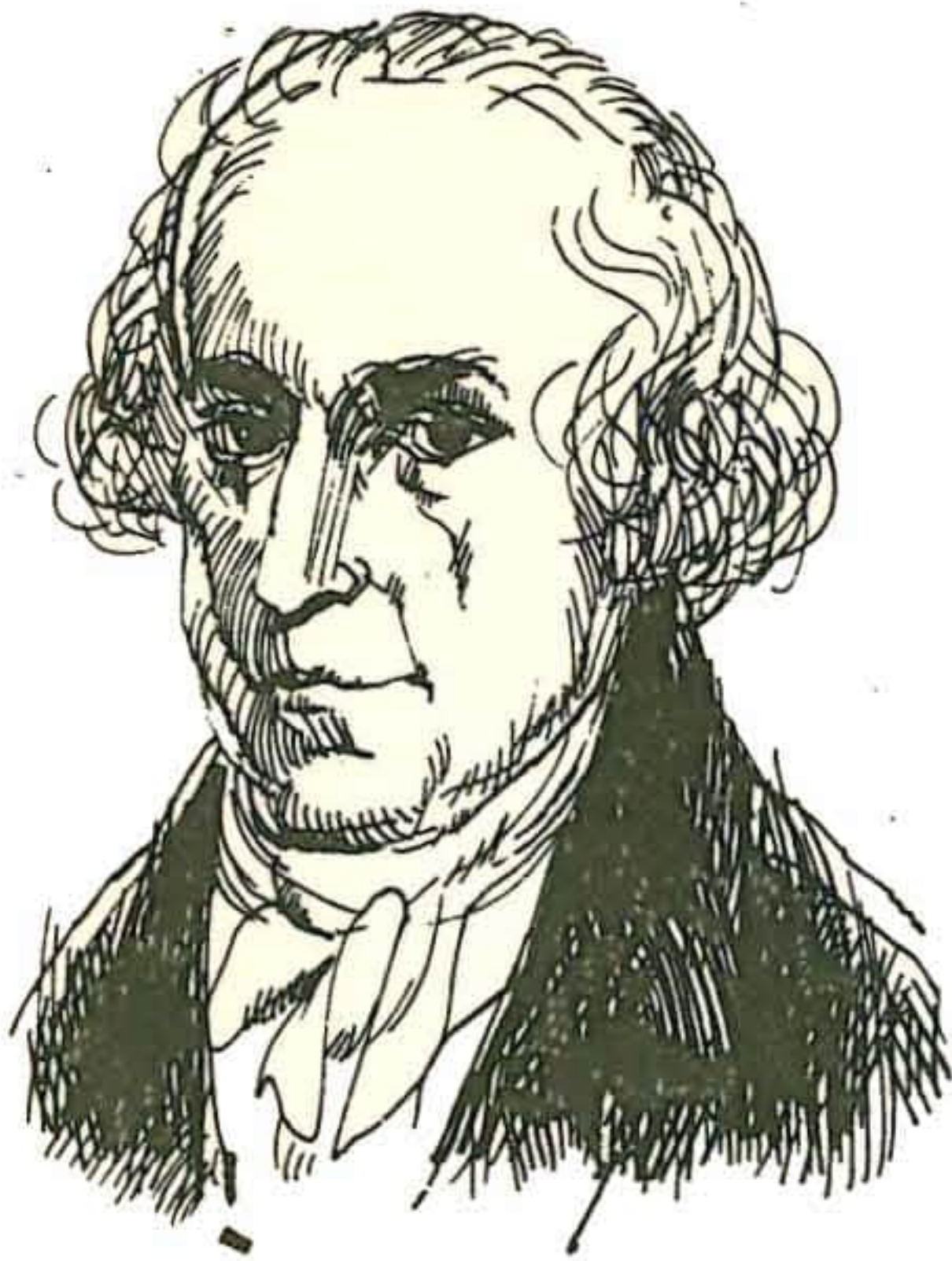
EIN PFERD, DAS IM KREISE GING,
DREHTE DEN GÖPEL



AUCH WASSERRÄDER WURDEN BENUTZT

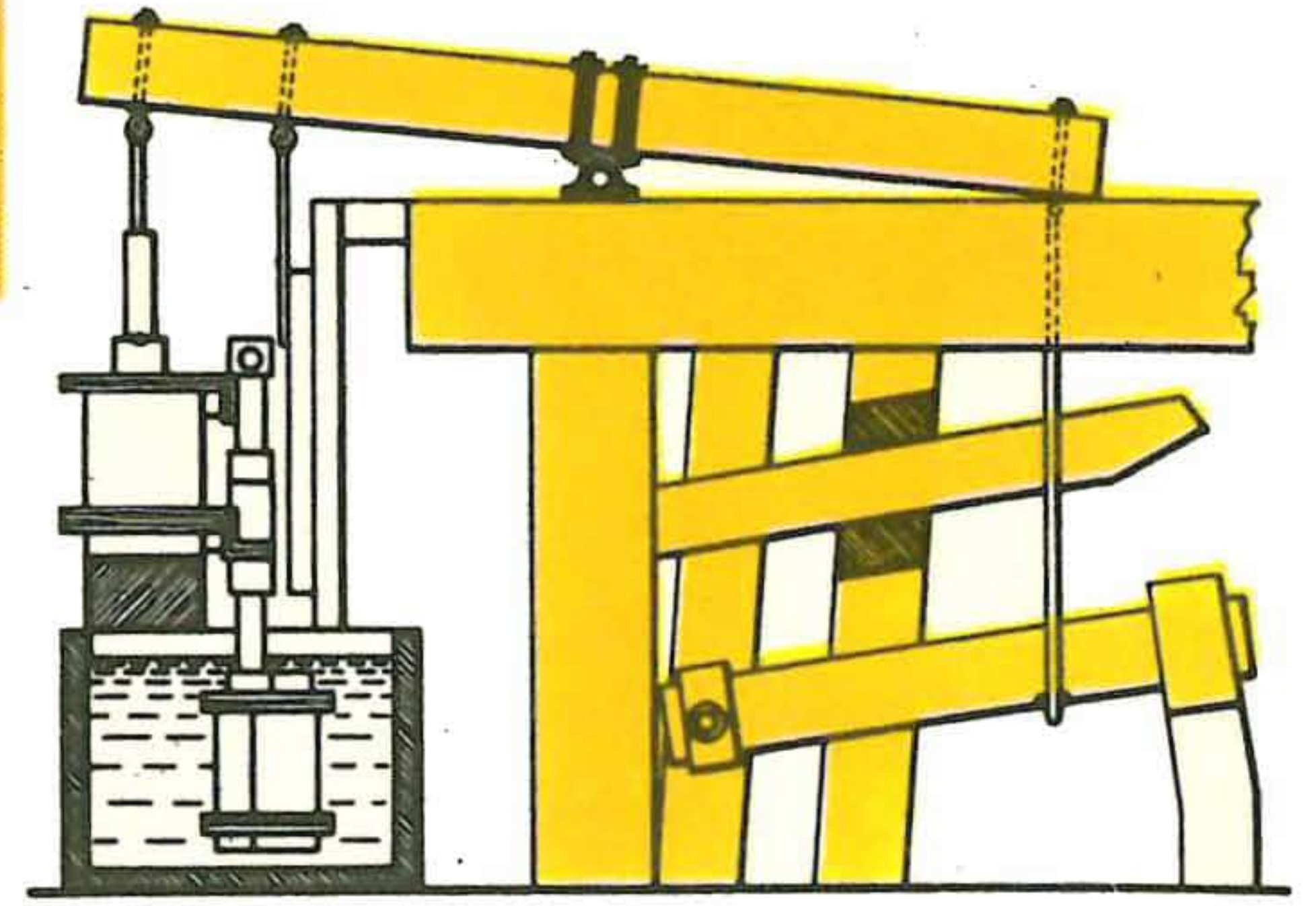
In großen Behältern kochte das Wasser, und überall zischte und pffte der Dampf. Diese Dampfmaschinen waren stockwerkhohe Konstruktionen, die ein geheimnisvolles Durcheinander von Stangen, Ketten, Rädern und Behältern zu sein schienen. Sie rasselten und klapperten und kreischten, aber sie bewegten sich, von der Kraft des Dampfes angetrieben. Die Kraft der Maschine war sofort viel größer als die des Menschen oder der Tiere.

Die Dampfmaschine ist nicht von einem einzigen Menschen erfunden worden, sie entstand als Ergebnis der Arbeit vieler Erfinder. Eine der ersten modernen Antriebsmaschinen dieser Art mit automatischer

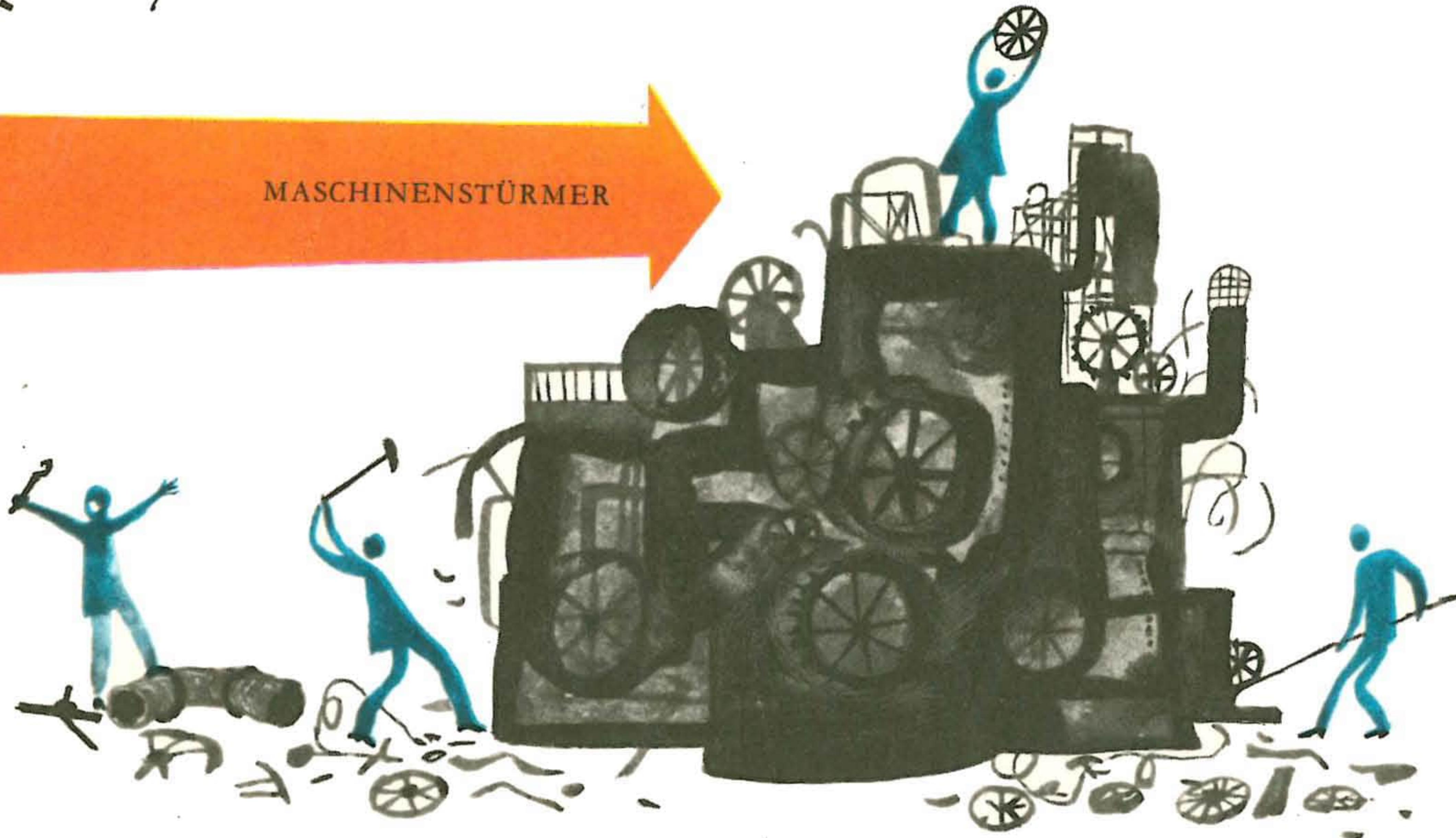


WATTS DAMPFMASCHINE

JAMES WATT, DER BERÜHMTE ENGLISCHE ERFINDER



MASCHINENSTÜRMER



Dampfbetrieb wurde bei der Eisenbearbeitung seit 1758 im Ural eingesetzt. Sie war von dem russischen Erfinder Iwan Polzunow konstruiert worden. Aber von dieser Erfindung erfuhr die Welt damals nichts.

Der englische Erfinder James Watt mußte einmal eine der Dampfmaschinen älterer Bauart reparieren, die sehr langsam liefen und überaus unwirtschaftlich arbeiteten. Aus diesem Anlaß begann er Neukonstruktionen nach eigenen Ideen zu bauen und brachte so viele Verbesserungen an, daß man ihn als den Vater der modernen Kolbendampfmaschine bezeichnen kann. Deren Siegeslauf begann etwa ab 1765.

Im Zylinder der Dampfmaschine stößt der Dampf einen Kolben vorwärts und rückwärts. Dieser Kolben ist ganz genau in den Zylinder eingepaßt. Diese Vorwärts- und Rückwärtsbewegung des Kolbens zum Antrieb von Rädern und Wellen zu nutzen war jedoch nicht ganz einfach.

Vorher hatte man versucht, mit der Dampfmaschine Wasser in einen weiter oben angebrachten Behälter zu pumpen und das Wasser von dort aus über die Schaufeln eines Wasserrades rinnen zu lassen, das sich daraufhin rasch zu drehen begann. Watt erfand jedoch einen Mechanismus, mit dessen Hilfe der Kolben die Wel-

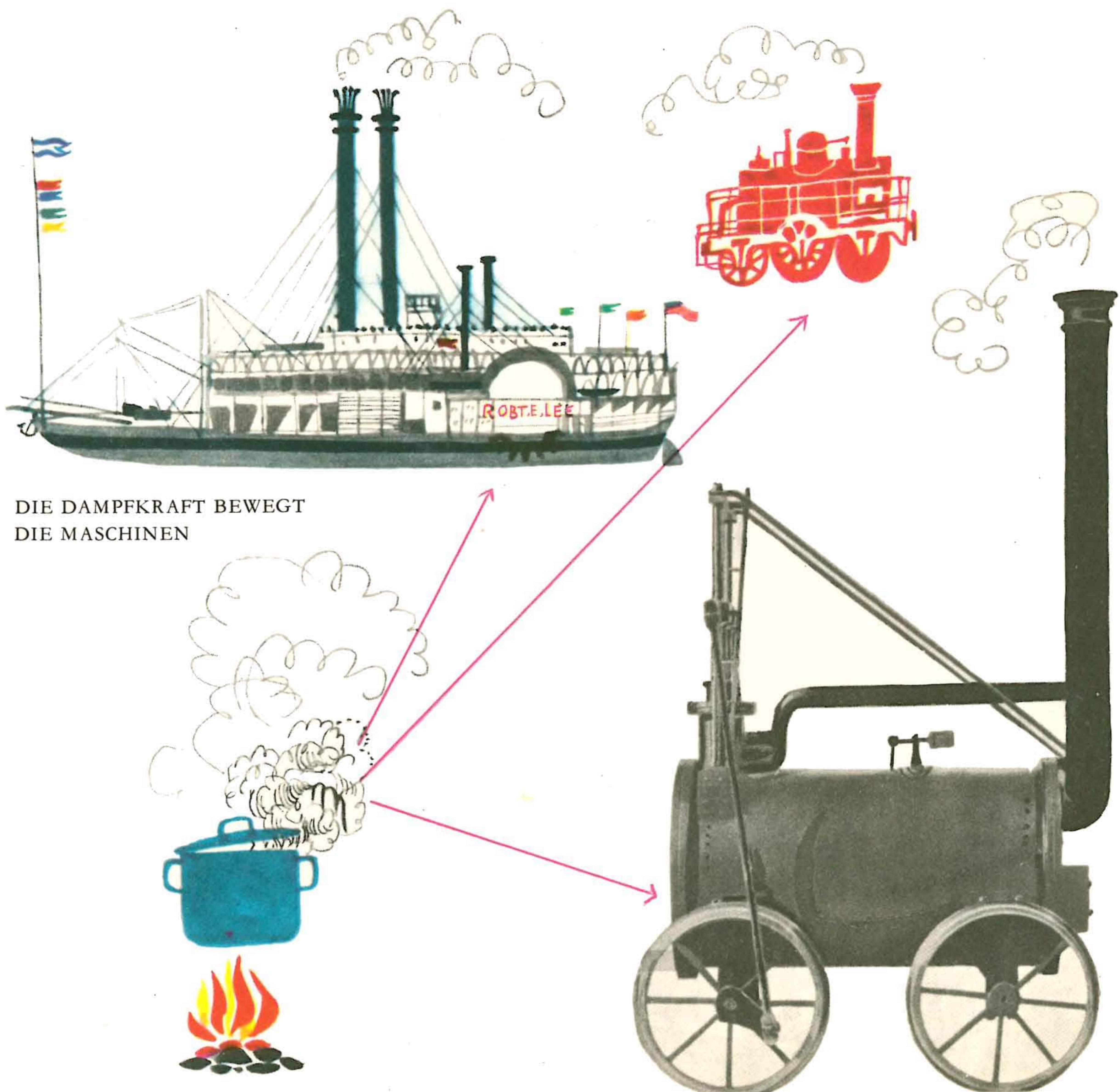
len und Räder unmittelbar zur Drehung brachte. Diese Dampfmaschine war nun wirklich geeignet, andere Maschinen in Bewegung zu setzen und die Kraft des Feuers — die Wärmeenergie — für die Arbeit auszunutzen.

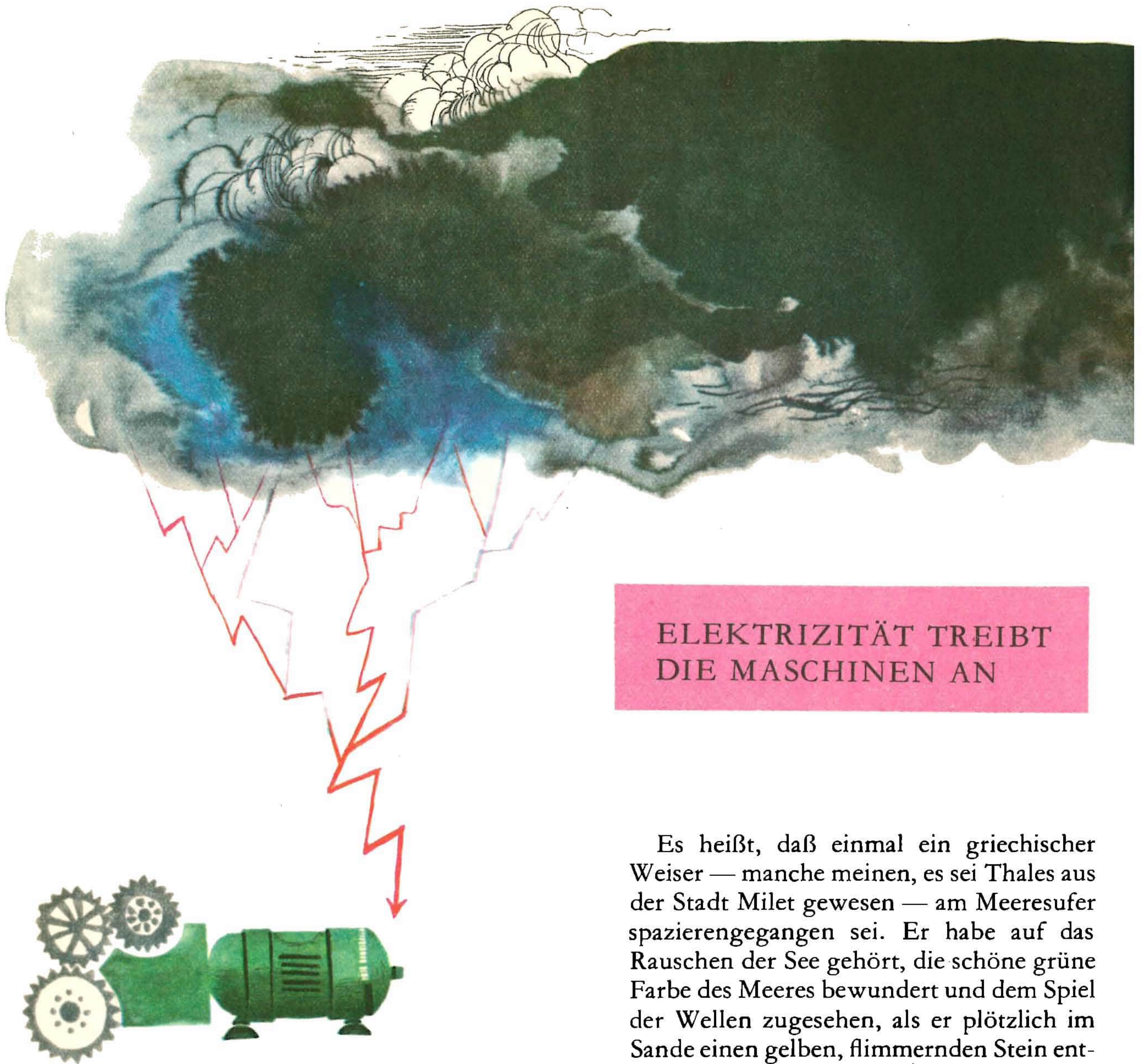
Nach der Erfindung der Dampfmaschine wuchsen rings um die Städte ganze Wälder von Fabrikschornsteinen. Es wurden immer vollkommener und bessere Maschinen gebaut.

Man könnte nun denken, daß mit der Verbreitung der Maschinen das Leben der

Menschen mit einem Schlage schöner geworden wäre.

Das war aber nicht der Fall. Es dauerte lange Zeit, bis sich die Menschen wirklich an die Maschinen gewöhnten. So zerstörten die Arbeiter sogar die ersten mechanischen Webstühle, weil sie befürchten mußten, sie könnten durch diese Maschinen arbeitslos werden. Und überhaupt hatten sie Angst vor den Maschinen, denn sie wußten ja nicht, wie sie funktionierten. Im Laufe der Zeit lernten sie jedoch, mit den Maschinen zu arbeiten.





ELEKTRIZITÄT TREIBT DIE MASCHINEN AN

Es heißt, daß einmal ein griechischer Weiser — manche meinen, es sei Thales aus der Stadt Milet gewesen — am Meeresufer spazierengegangen sei. Er habe auf das Rauschen der See gehört, die schöne grüne Farbe des Meeres bewundert und dem Spiel der Wellen zugesehen, als er plötzlich im Sande einen gelben, flimmernden Stein entdeckt habe, den die Wellen ans Ufer geworfen hatten. Neugierig hob er ihn auf. Er war auffallend leicht. Vielleicht ist es auch gar kein Stein, dachte er, und mit der Absicht, den Fund zu Hause gründlicher zu untersuchen, hielt er ihn kurz in der Hand, dann rieb er ihn, zerstreut, wie er war, eine Weile achtlos an seinem Gewand.

Lange spazierte er so, tief in Gedanken versunken, und in seiner Zerstreutheit polierte er den Stein spiegelglatt. Endlich war

er müde, er setzte sich nieder und legte den Stein neben sich. Da sah er verblüfft, daß das gelbe Steinchen aus der Nähe winzige Grashälmchen und Flaumfedern, die die Vögel verloren hatten, zu sich herangezogen hatte. Das ist ja sonderbar, dachte der Weise, und er betrachtete genauer, was er da gefunden hatte. Er kratzte daran, drehte es um und um, hielt es gegen die Sonne, beklopfte und beschnupperte es gar, und dabei stellte er fest, daß er ein Stück Bernstein gefunden hatte. Bernstein war den Menschen schon seit langem bekannt, sie schliffen ihn und benutzten ihn für die Herstellung von Schmucksachen. Aber zu Hause erzählte er seinen Bekannten und Freunden von seiner Entdeckung, von den merkwürdigen Eigenschaften des Bernsteins, oder wie ihn die Griechen nannten, des Elektrons.

Später vergaß man die interessanten Besonderheiten des Bernsteins, und erst nach vielen Jahrhunderten, zu der Zeit, als man sich bereits an den musizierenden Automaten erfreute, kam den Menschen wieder die Entdeckung des griechischen Gelehrten über das merkwürdige Verhalten des Bernsteins in den Sinn.

Man versuchte jetzt auch bei anderen Gegenständen festzustellen, ob sie etwa Flaumfedern im Tanz herumwirbeln, Grashalme oder Haare anheben konnten wie der Bernstein. Und man beobachtete, daß nicht nur dieser, sondern auch Schwefel und Harz und sogar die kostbaren Edelsteine — der blitzende Diamant, der blaue Saphir, der violette Amethyst und auch das Bergkristall — kleine Federn zum Tanzen brachten, wenn man sie rieb.

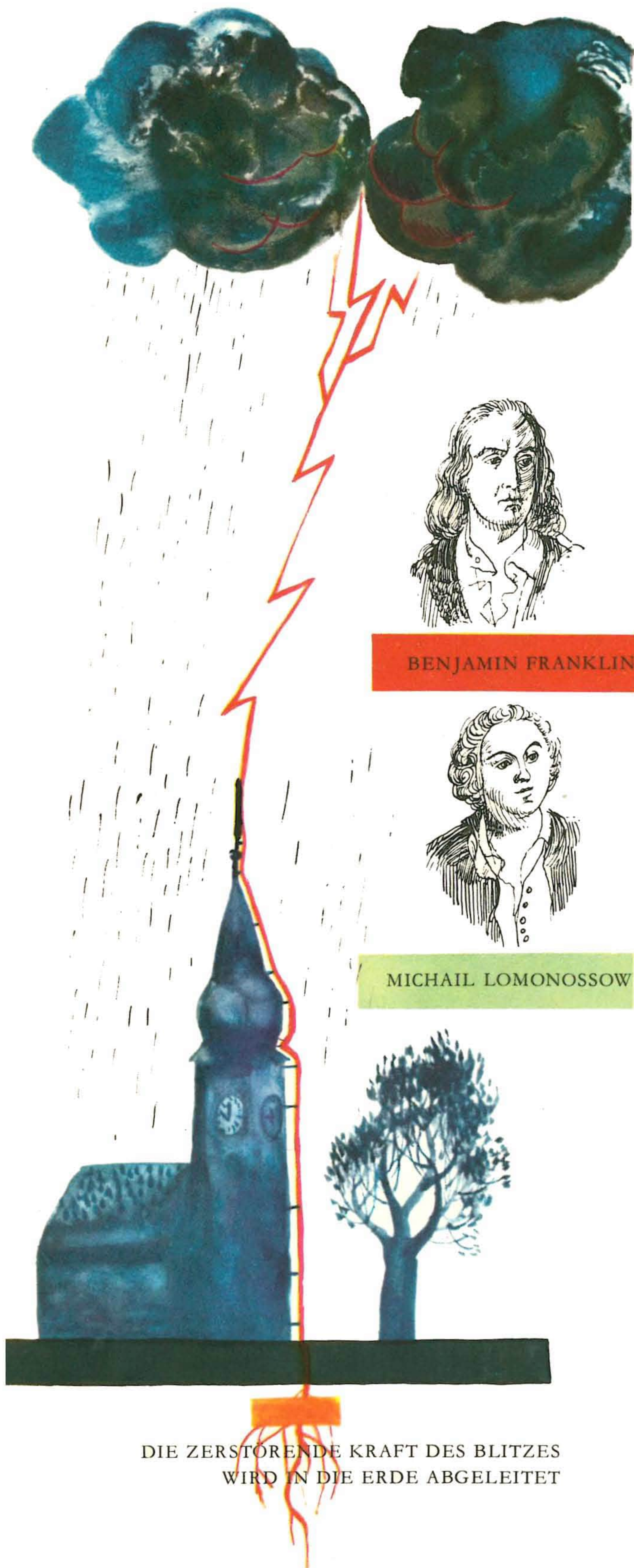
Nach vielen, vielen Jahren, an einem Abend des Jahres 1707, versammelten sich viele gelehrte Männer in einem Saal, dessen Fenster sorgfältig verhängt worden waren; der Gastgeber und seine Gäste erwarteten gespannt, daß ein englischer Gelehrter,

Francis Hawkesbee, ihnen ein interessantes Experiment vorführen würde. Man hatte ihnen versichert, daß er durch eine bloße Berührung mit der Hand eine gläserne Kugel zum Aufleuchten bringen werde.

In der Mitte des Raumes hatte man eine große Vorrichtung mit Rädern aufgebaut, darauf war eine Kugel angebracht. Der Saal war völlig dunkel. Nun begannen sich die Räder, von einem Assistenten des Gelehrten angetrieben, zu drehen, erst ganz langsam und dann immer schneller, und die Glaskugel drehte sich mit. Jetzt trat Hawkesbee an die Vorrichtung heran und legte seine beiden Hände an die Kugel, die einen zwar recht schwachen, aber doch sichtbaren Lichtschein von sich gab. Die Zuschauer waren verblüfft, und sie konnten sich gar nicht genügen, den Gelehrten zu loben. Hawkesbee erklärte ihnen dann, daß die Kugel deshalb aufgeleuchtet hatte, weil sie durch die Reibung elektrisch geworden war.

SOGAR AUS DER NASE DES KLEINEN JUNGEN SPRÜHTEN DIE FUNKEN





DIE ZERSTÖRENDE KRAFT DES BLITZES
WIRD IN DIE ERDE ABGELEITET

Um das Jahr 1730 erzählte man sich von einem noch erstaunlicheren Experiment, das der französische Wissenschaftler Dufay im Laboratorium des Abbés Nollet vorgenommen hatte. Man hatte einen mutigen kleinen Jungen auf einen Schemel gestellt und ihm eine dünne Kette aus Silber in die Hand gegeben, die von einer sich rasch drehenden Maschine herunterhing. Auf einmal standen dem Jungen die Haare zu Berge, und wenn jemand einen Finger dem Jungen näherte, sprühten ihm sogar Funken aus der Nasenspitze.

Das war schon ein interessantes, aufregendes Experiment. Die Wissenschaftler unternahmen ihre Forschungen jedoch nicht aus Sensationslust. Sie hatten begonnen, sich für das Geheimnis der elektrischen Funken zu interessieren. Bald hätte man glauben können, daß bei ihren Versuchen in den Zimmern Blitze einschlugen. Immer größere elektrische Funken entlockten sie ihren Versuchsgeräten.

Sie fürchteten sich nicht vor dem Donner und dem Einschlag der Blitze. Zwar — so manches Haus war vom Blitz in Brand gesteckt und mancher Mensch von ihm erschlagen worden. Sie aber sahen im Blitz nur einen riesengroßen elektrischen Funken, den man erforschen mußte. Sie wollten um jeden Preis wissen, wie man sich vor dem Einschlag des Blitzes schützen konnte. Und so erfanden den Blitzableiter gleichzeitig in Amerika Benjamin Franklin und in Rußland Michail Lomonossow. Seitdem steht auf dem Giebel hoher Gebäude ein Eisenstab, von dem aus ein starker Metalldraht an der Außenwand des Hauses entlang in die Erde führt. Der Blitz kann nur in den Blitzableiter einschlagen, er kann keinen Schaden mehr anrichten. Seine zerstörerische Kraft wird in die Erde abgeleitet.

Wie war das eigentlich mit dem kleinen Jungen, dem die Funken aus der Nase

sprühten? Nun, gar nichts Geheimnisvolles. Es hatte sich nur bestätigt, daß auch im Körper der Lebewesen Elektrizität auftreten kann.

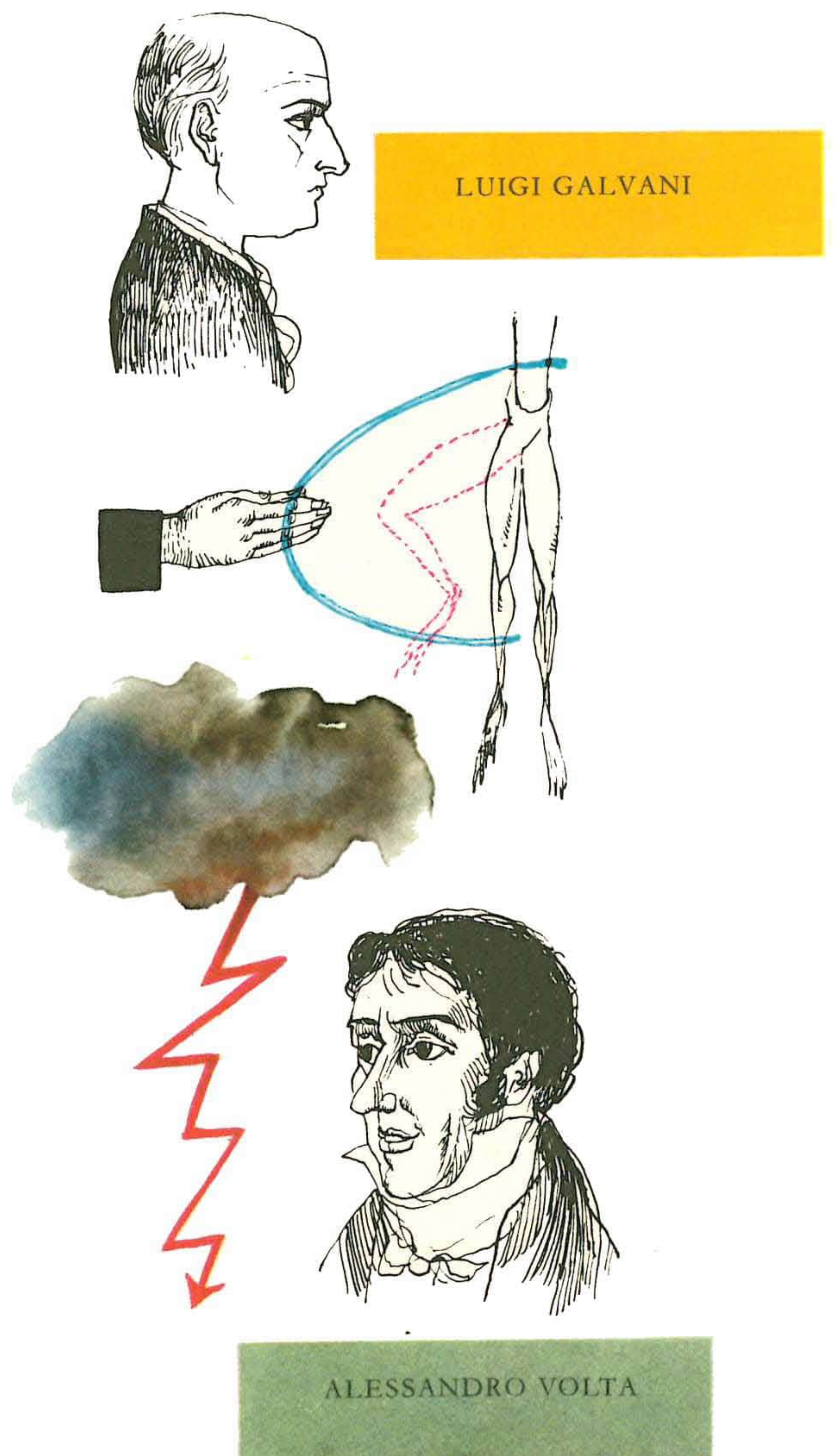
Die Wissenschaft fand heraus, daß der elektrische Funke eine Zusammenziehung der Muskeln hervorruft. Diese Wirkung wurde im letzten Drittel des 18. Jahrhunderts von dem italienischen Arzt und Naturforscher Luigi Galvani entdeckt, als er mit Froschschenkeln Versuche anstellte. Was Galvani veranlaßte, gerade Froschschenkel als Objekte für seine Versuche mit der Elektrizität auszuwählen, ist nicht mit Gewißheit auszumachen. Einige meinten, er wollte für seine erkrankte Frau eine Stärkungssuppe kochen. Andere sind davon überzeugt, daß lediglich Forscherdrang und Wißbegierde Galvani zu den Froschschenkeln greifen ließ. Jedenfalls stellte Galvani fest, daß die Froschschenkel krampfartig zusammensuckten, wenn deren Nerv mit einer elektrisch geladenen Messerspitze in Berührung kam oder aber wenn die in Salzwasser abgewaschenen Schenkel mit beiden Enden verschiedenartige Metalle berührten. Dann aber dachte er nach: Weshalb bewegte sich der Froschschenkel? In ihm war doch kein Leben mehr! Aber er konnte keine befriedigende Erklärung finden.

Das gelang erst einem anderen italienischen Gelehrten, Alessandro Volta. Er untersuchte diese Erscheinung lange und kam schließlich darauf, daß die Kontraktion des Froschschenkels nur anzeigte, daß sich in ihm ein Strom bildete, wenn der Kupferdraht, an dem er hing, über den feuchten Körper des Frosches mit einem eisernen Gitter in Berührung kam.

Nun konstruierte Volta einen Apparat, in dem Tuchfetzen die Stelle des feuchten Körpers einnahmen. Mit diesem Apparat, der ähnlich funktionierte wie die Batterie unserer Taschenlampe, konnte er schon

einen Strom von einer gewissen Dauer erzeugen.

Nach Volta beschäftigten sich Gelehrte wie der Franzose André Marie Ampère und der Engländer Michael Faraday mit dem Problem des elektrischen Stroms; in weniger als dreißig Jahren wurden nun Entdeckungen gemacht, die bei einer praktischen Nutzung zu den größten Hoffnungen berechtigten.



Fast neben jeder Werkstatt standen damals Dampfmaschinen in besonderen Maschinenräumen und lieferten die Antriebsenergie. Die Wände der Werkstätten waren durchbrochen worden, und von der Dampfmaschine her führte eine gewaltige Welle in die Werkstatt. An dieser Welle und an den Antriebsrädern der Maschinen wurden Riemen aufgezo- gen, die die Kraft der Dampfmaschine auf die anderen Maschinen übertrugen. Wenn man eine Maschine anhalten wollte, mußte man den Riemen abnehmen, doch die Welle drehte sich weiter, und wenn man die Umlaufgeschwindigkeit der Maschine ändern wollte, wurde der Riemen über ein anderes Antriebsrad ge-

legt. Die Dampfmaschinen verschlangen viel Kohle und Wasser. Deshalb konnte man neben jeder Werkstatt, das heißt neben jeder Dampfmaschine, einen riesigen Kohlenhaufen und einen großen, bis zum Rande gefüllten Wasserbehälter sehen.

Es wurde immer deutlicher, daß der Dampfmaschinenbetrieb doch sehr umständlich war. Man suchte nach einem neuen Verfahren, das leichter zu handhaben war und doch genügend Energie lieferte, daß man damit die schwersten Arbeiten ausführen, gleichzeitig aber auch die empfindlichsten Maschinen in Bewegung setzen konnte.

Die Wissenschaftler waren unablässig bemüht, dieses Problem zu lösen, und es gelang dreien von ihnen fast gleichzeitig, die ersten Gleichstrommaschinen zu konstruieren, die als Generator oder Motor dienen konnten: dem Ungarn Jedlik im Jahre 1861, dem Deutschen Siemens im Jahre 1867 und dem Belgier Gramme im Jahre 1870.

Der elektrische Generator ist eine Maschine, deren Achse von einer anderen Maschine in Drehung versetzt wird, so daß in ihren Drahtwicklungen elektrischer Strom erzeugt wird. Aus dem Generator wird dann der Strom in den Elektromotor geleitet, und der Strom setzt diesen Motor in Gang.

In Leitungen kann der elektrische Strom über weite Strecken transportiert werden. Die Leitungen verzweigen sich tausendfach und bringen die Elektrizität überallhin.

Elektromotoren können stark genug sein, daß sie Lokomotiven antreiben, sie können aber auch so schwach sein, daß sie nur den winzigen Mechanismus einer kleinen Uhr bewegen.

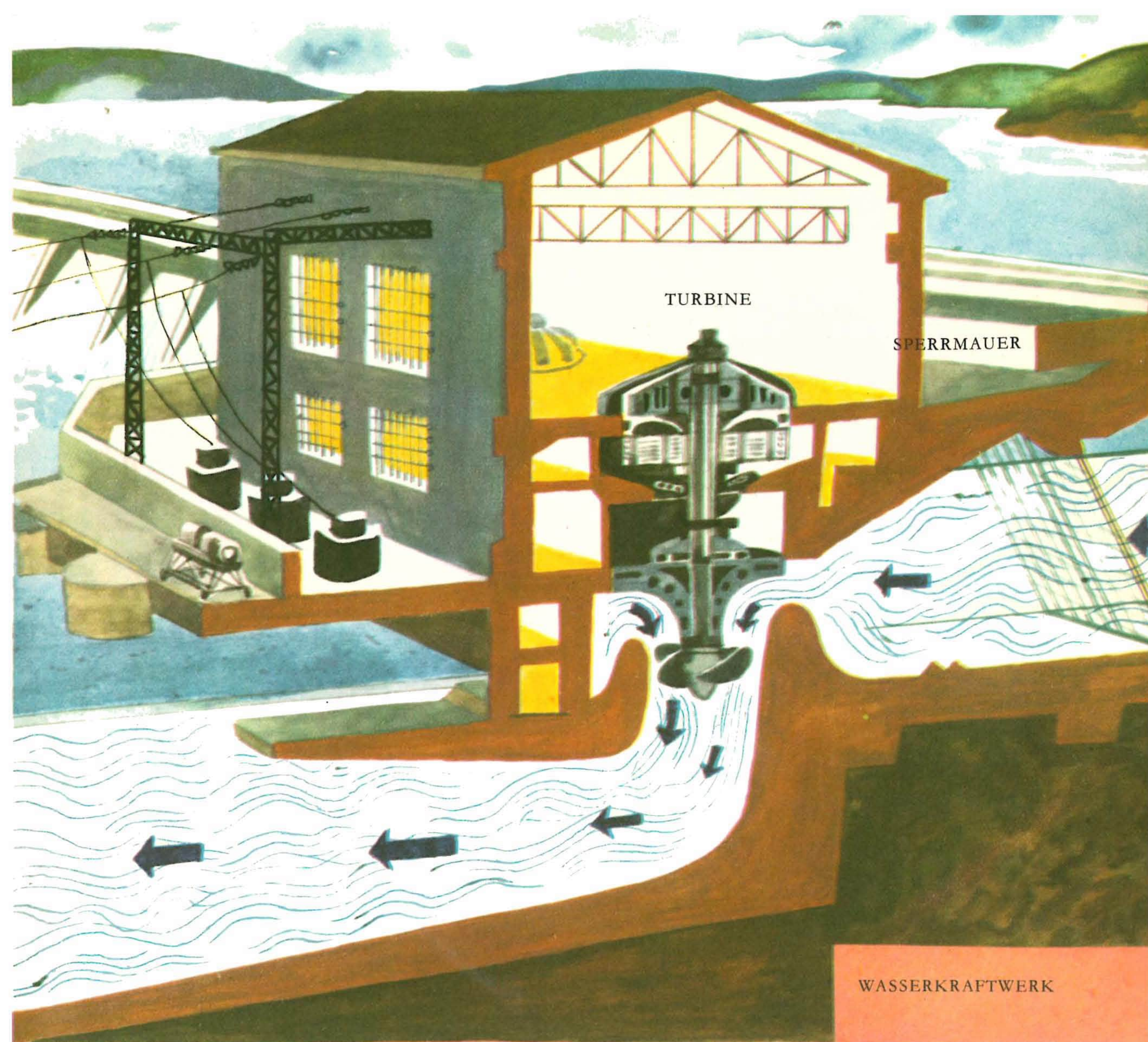
Dank dieser Eigenschaft haben sie allmählich überall in den Fabriken die schwerfälligen Dampfmaschinen verdrängt und



WERNER SIEMENS



ANYOS JEDLIK



WASSERKRAFTWERK

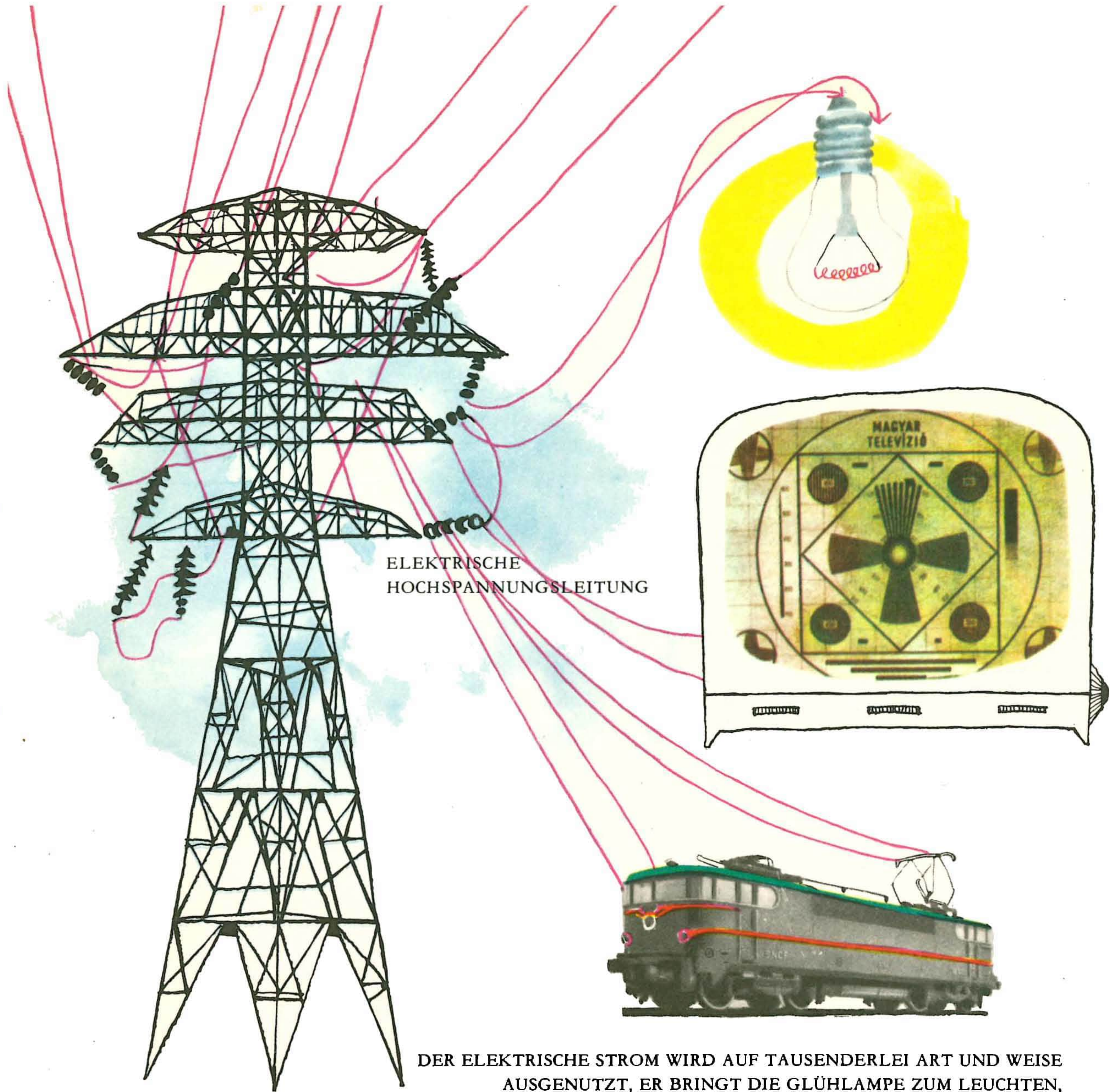
die Treibriemen überflüssig gemacht: In jede Maschine wurde der Motor eingebaut, der für ihren Antrieb gerade am besten geeignet war. Nun brauchte man die Maschine nur an die Stromleitungen anzuschließen, und mit einem einfachen Knopfdruck begann sie zu arbeiten.

Wie gelangt aber der elektrische Strom in die Leitungen?

In Kraftwerken wird der Strom erzeugt. Ein solches Kraftwerk erkennt man

schon von weitem. Neben manchen sieht man große Kühltürme und hohe Schornsteine. Die Kühltürme sehen aus wie riesige Hüte, die man auf die Erde gestellt hat. Sie sind in weiße Dampfwolken eingehüllt. Die Schornsteine sind sehr hoch, meist stehen fünf oder sechs von ihnen nebeneinander, und hellgrauer Rauch steigt aus den Schloten empor.

In diesen Kraftwerken arbeiten gewaltige Maschinen. Das Feuer in den riesigen Kes-



ELEKTRISCHE
HOCHSPANNUNGSLEITUNG

DER ELEKTRISCHE STROM WIRD AUF TAUSENDERLEI ART UND WEISE
AUSGENUTZT, ER BRINGT DIE GLÜHLAMPE ZUM LEUCHTEN,
DEN FERNSEHAPPARAT ZUM SPIELEN, ER TREIBT LOKOMOTIVEN AN

seln der Kraftwerke ist heiß wie im Schlund eines Vulkankraters, und es erzeugt Dampf, der einen sehr hohen Druck aufweist. Der Dampf wirkt auf die Schaufelräder der Turbine und dreht sie mit großer Kraft und Schnelligkeit. Die Turbinen übertragen die Drehbewegung auf die Wellen der stromerzeugenden Generatoren, und diese liefern

den Strom in die Leitungen.

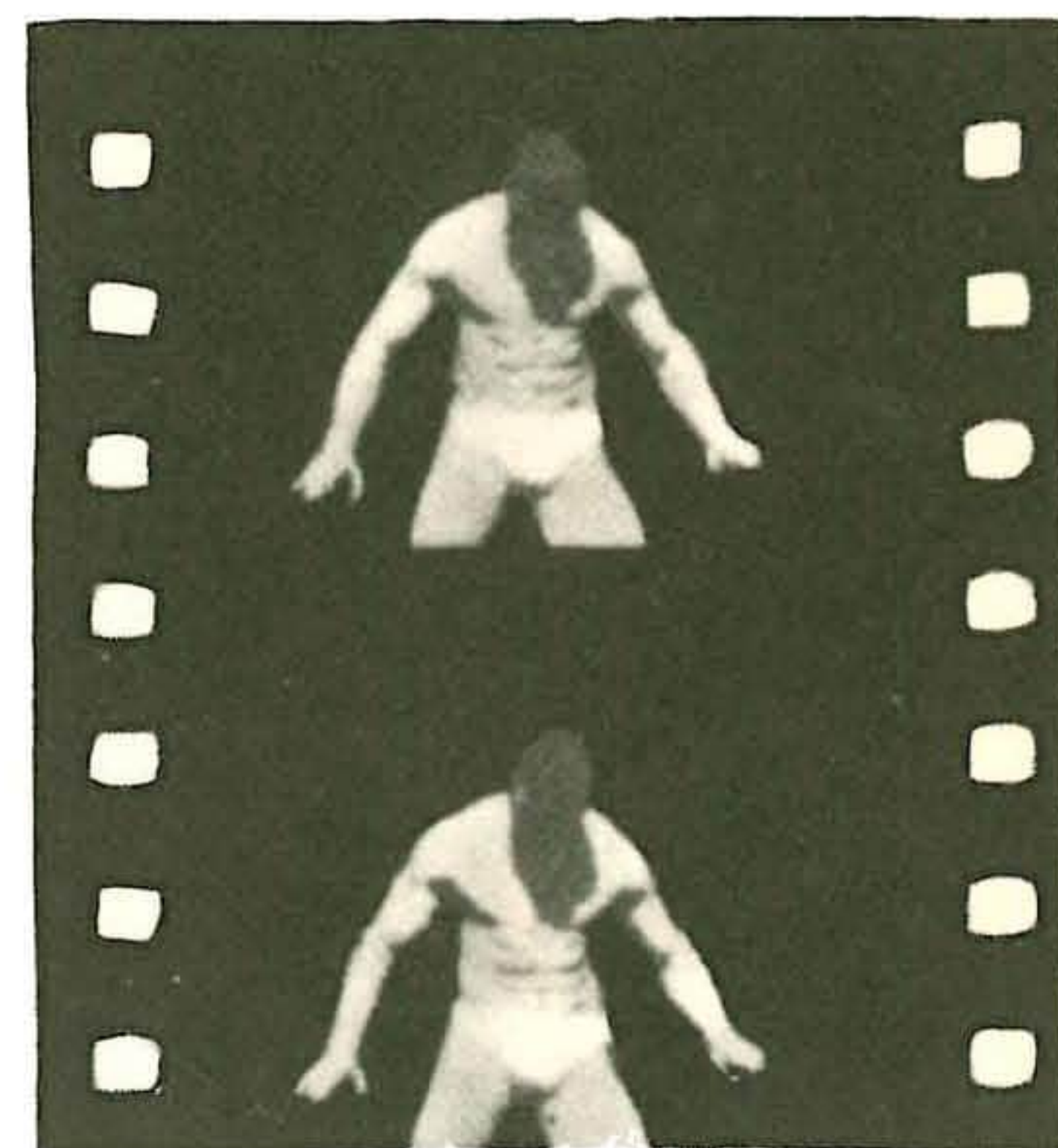
Es gibt aber auch Kraftwerke, bei denen man nach großen Türmen und hohen Fabrikschornsteinen vergeblich Ausschau halten würde. Dafür findet man in ihrer Nähe große Wasserflächen. Gewaltige Dämme versperren den Flüssen den Weg und zwingen das Wasser, über die Turbinen zu flie-



DIE ERSTEN BEWEGLICHEN BILDER ERSCHIENEN AUF SCHEIBEN, DIE MIT DER HAND GEDREHT WURDEN



FILMBILDER



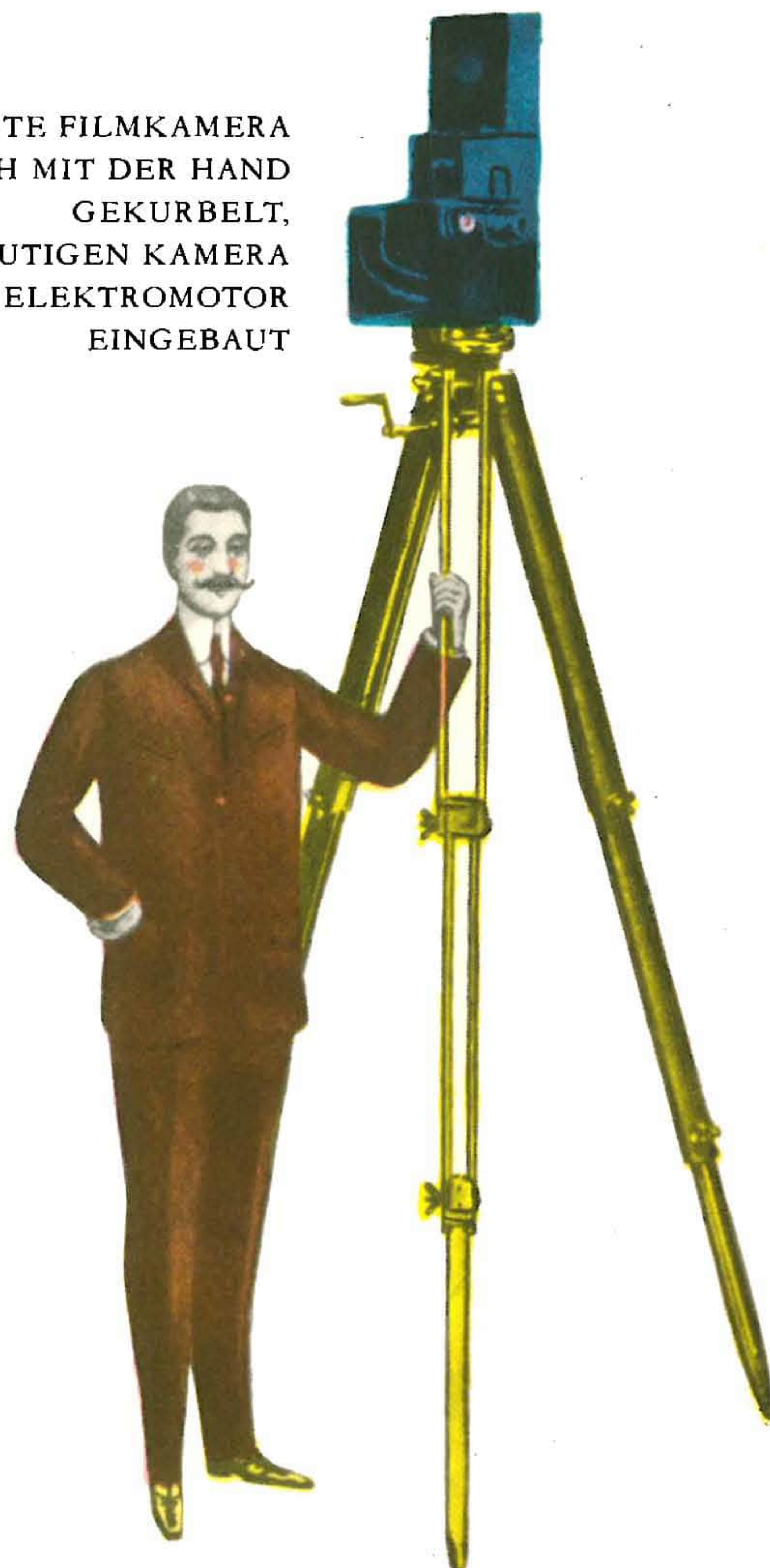
Ben. Diese Turbinen mit ihren mächtigen Schaufeln sind den Dampfturbinen nicht allzu ähnlich, sie erinnern eher an die Schiffsschrauben der großen Dampfer. Elektrizitätswerke dieser Art heißen Wasserkraftwerke.

Auf diese Weise also wandeln die Maschinen der Kraftwerke die Wärmeenergie des Feuers und die Strömungsenergie des Wassers in elektrischen Strom um, der dann irgendwo in den Betrieben die Maschinen arbeiten läßt.

Doch heute arbeitet der elektrische Strom ja bei weitem nicht nur in den Fabriken. Wir finden ihn in der Stadt und auf dem Lande, in jedem Haus, in jeder Wohnung und in jedem einzelnen Zimmer der Wohnung. Die Stromleitungen durchziehen kreuz und quer jeden Winkel in Stadt und Land.

Die elektrischen Maschinen helfen uns auf tausenderlei Art und Weise. Das Radio ist eine elektrische Maschine ebenso wie der Fernsehapparat oder das Telefon. Elektrizität wirkt im Vorführapparat des Kinos ebenso wie in der Verkehrsampel oder in den medizinischen Geräten des Arztes.

DIE ERSTE FILMKAMERA WURDE NOCH MIT DER HAND GEKURBELT, IN DER HEUTIGEN KAMERA IST EIN ELEKTROMOTOR EINGEBAUT





IM RAUSCHE DER GESCHWINDIGKEIT

Unsere Großeltern staunten über ein Auto, wenn es einmal — selten genug — auf der Straße daherkam. Ältere Leute erinnern sich noch an die Pferdebahn. Das war eine Art Straßenbahn: Sie lief auf Schienen, nur wurde sie eben nicht von einem Motor angetrieben, sondern von Pferden gezogen. Auf dem Lande gab es damals überhaupt nur Pferdewagen. Flugzeuge im Linienverkehr kannte man noch nicht, einige Flugpioniere unternahmen gerade die ersten Flugversuche. Und wenn sich der silbern schimmernde Leib eines Luftschiffs vom Himmel abzeichnete, war das eine Sensation ersten Ranges.

Es ist erst hundert Jahre her, seit die Maschinen überall eingeführt wurden, und erst fünfzig Jahre, seit sie in unserem Leben eine so große Rolle spielen. Ihnen verdanken wir es, daß wir im Auto die Landstraßen entlangsausen können, die Ozeane so schnell überqueren, zu den Tiefen des Meeres vordringen und uns über die Wolken erheben können. Sogar das Tor zum Weltall haben uns die Maschinen aufgestoßen.

Früher waren die Entfernungen zu den benachbarten Ländern, ja zu den nächsten Städten sehr groß, und man mußte viel Zeit und Mühe aufwenden, um zu seinem Ziel zu gelangen.

Viele hunderttausend Jahre lang war der Mensch einzig und allein auf seine Füße angewiesen. Dann ist vielleicht, vor langen, langen Jahren, einmal ein Hirtenjunge beim Weiden seiner Tiere auf den Gedanken gekommen, auf den Rücken eines Pferdes zu steigen. Das Tier warf seinen Reiter nicht ab, sondern es galoppierte mit ihm los. Wie groß muß die Überraschung der Zuschauer gewesen sein. Ein Mensch auf dem Rücken eines Tieres, das hatte man noch nie gesehen!

Es kann auch sein, daß sich ein Jäger bei der Verfolgung eines wilden Tieres in dessen Mähne festhielt und dann auf den Rücken des Tieres sprang. Das erschreckte Tier mochte sich sträuben, so sehr es wollte, es raste doch mit dem Menschen auf seinem Rücken dahin...

So lernte der Mensch, daß man beim Reiten rascher von der Stelle kommt.

Wir wissen nicht genau, wann und wie der Mensch das Reiten lernte. Es ist aber sicher, daß er schon seit Urzeiten Pferde als Last-, Zug- und Reittiere hielt.

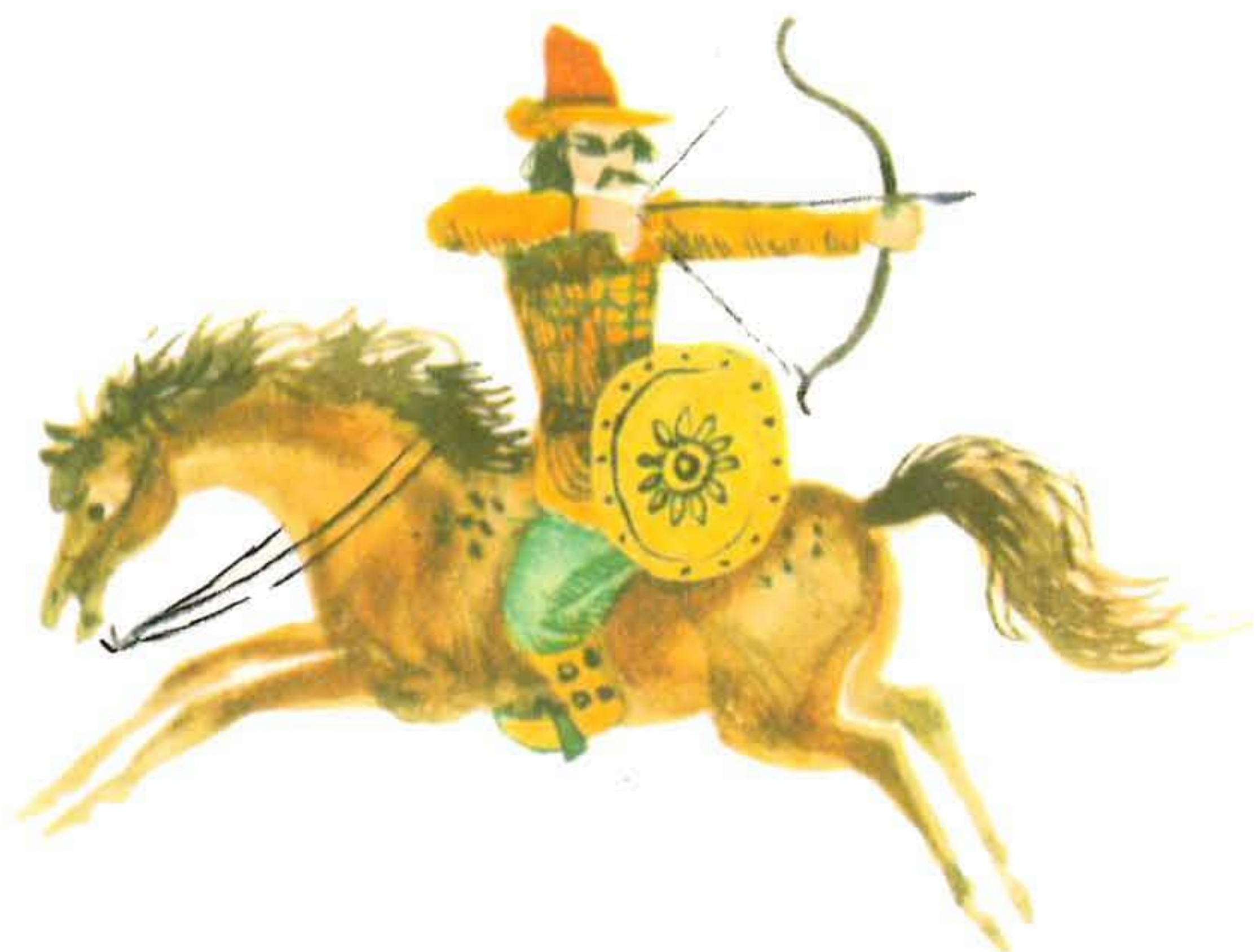
In den heißen Wüsten, in den kalten Ländern des Nordens und zwischen steilen Felsen können Pferde aber nicht eingesetzt werden. So mußten in diesen Gebieten andere Tiere, das Kamel, das Ren und das Maultier, das Pferd ersetzen.

Viele tausend Jahre lang war das Reiten die schnellste Art, sich von einem Ort zum anderen fortzubewegen.

Von Pferden und vom Reiten erzählen uns schon die Jahrtausende alten Höhlenzeichnungen und die „Bücher“, die man einst in Mesopotamien mit der merkwürdigen Keilschrift auf Tontafeln schrieb. Die Armeen Attilas, des Königs der Hunnen, bestanden aus Reitern, und auch die Vorfahren der Ungarn, als sie vor tausend Jahren nach Mitteleuropa kamen, waren ein Reitervolk. Sogar lange Zeit, nachdem maschinell angetriebene Transportfahrzeuge



VIELE JAHRTAUSENDE

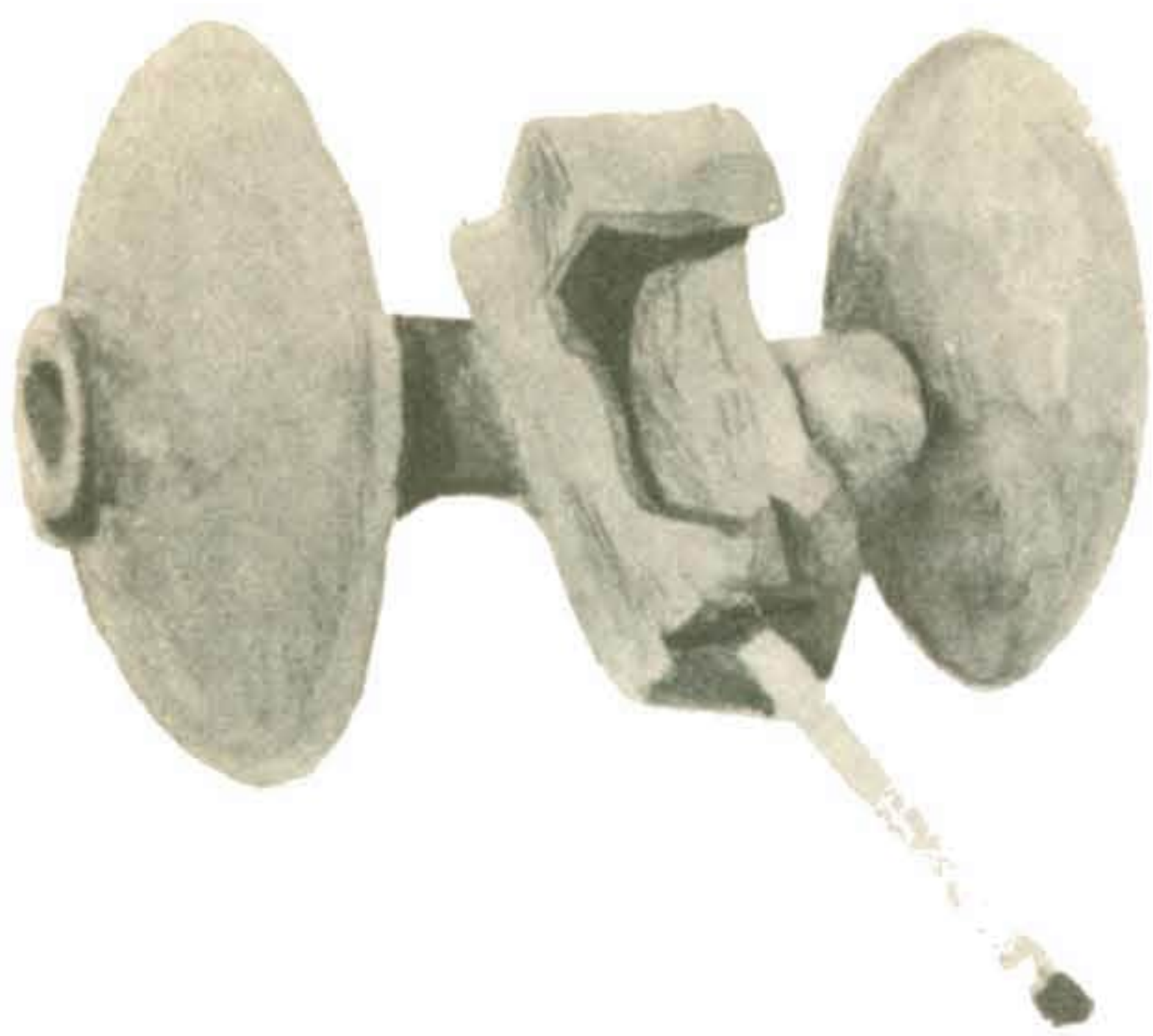


WAR DAS PFERD

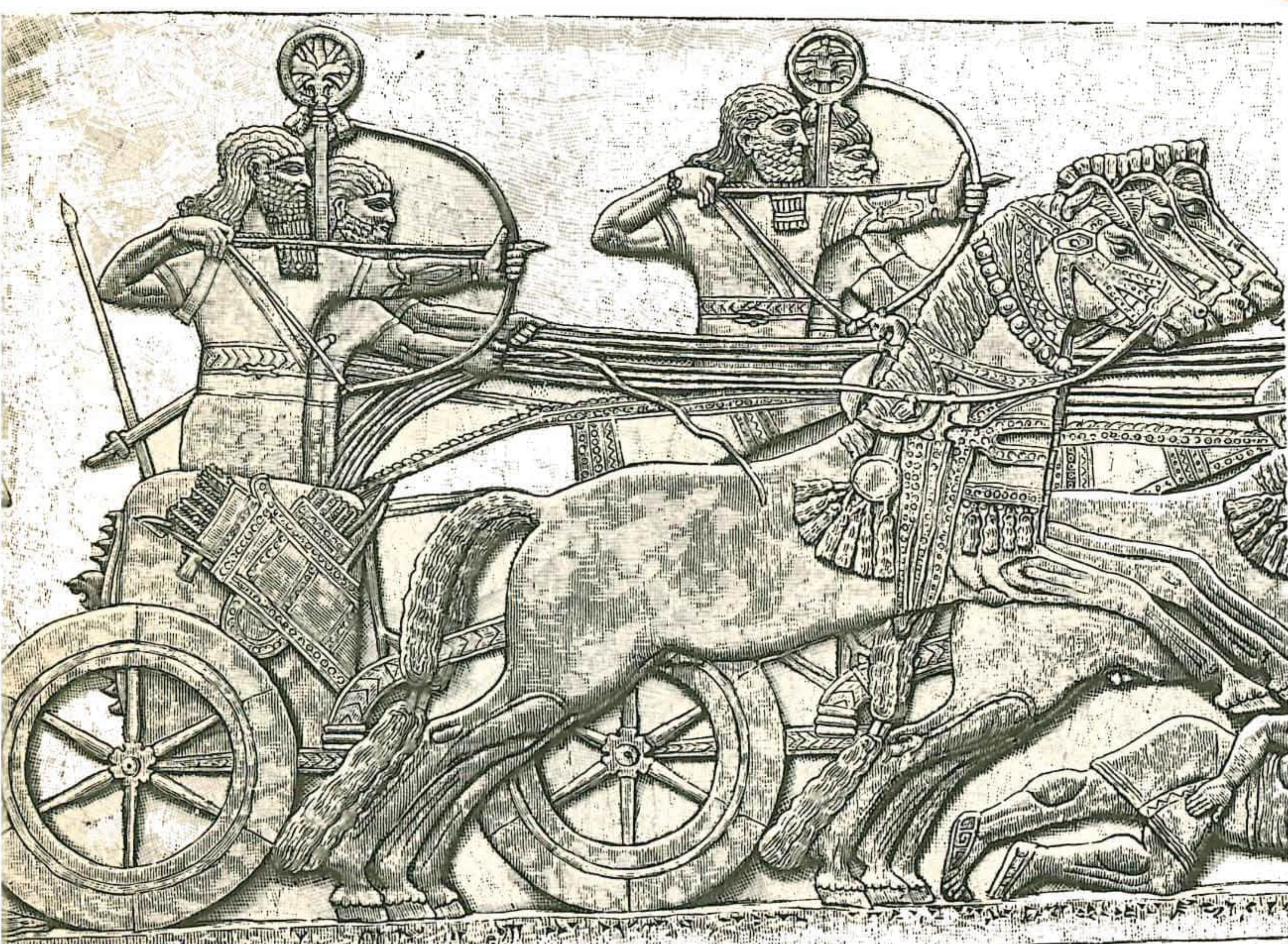


DAS SCHNELLSTE BEFÖRDERUNGSMITTEL





RESTE EINER ANTIKEN KUTSCHE

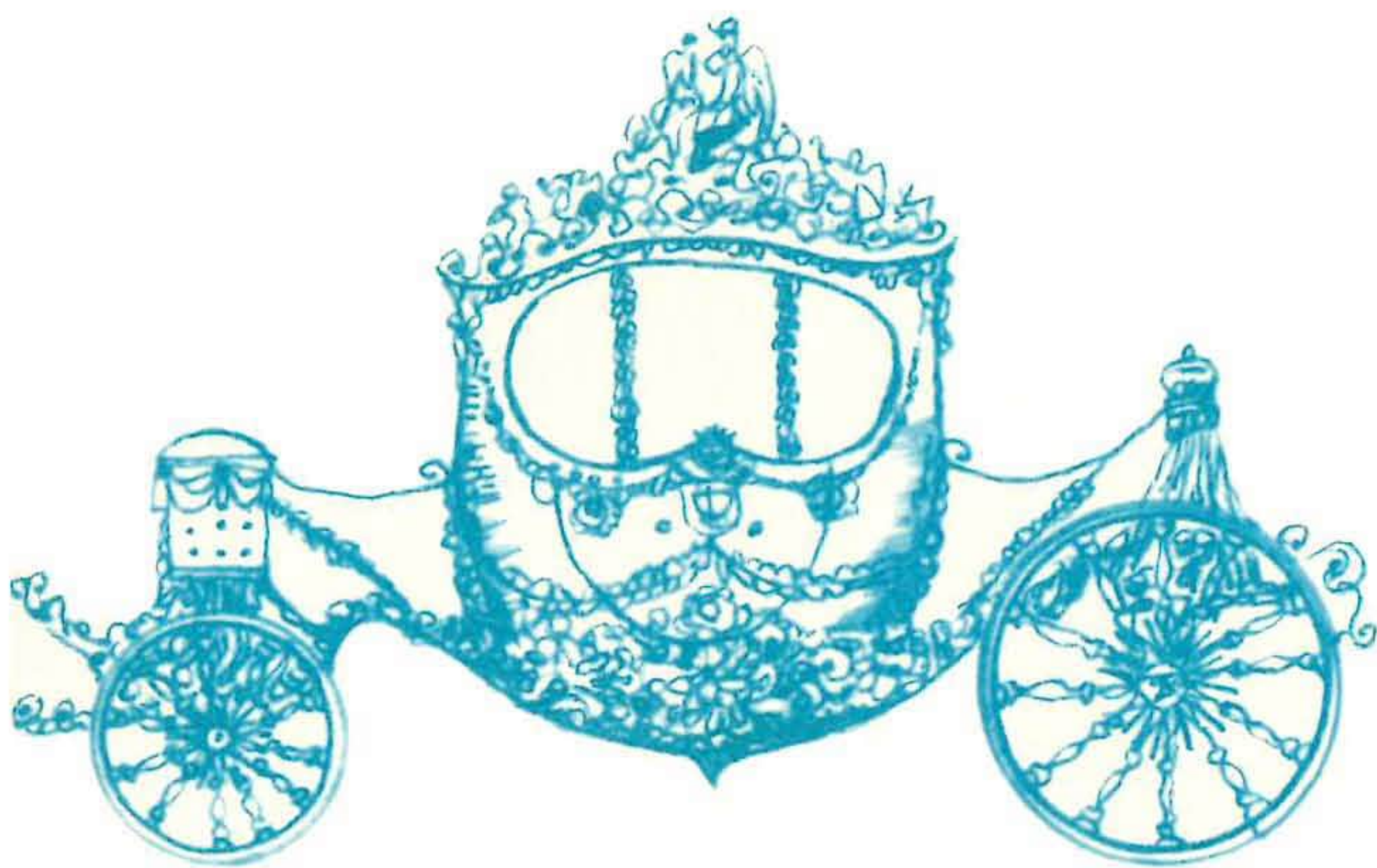
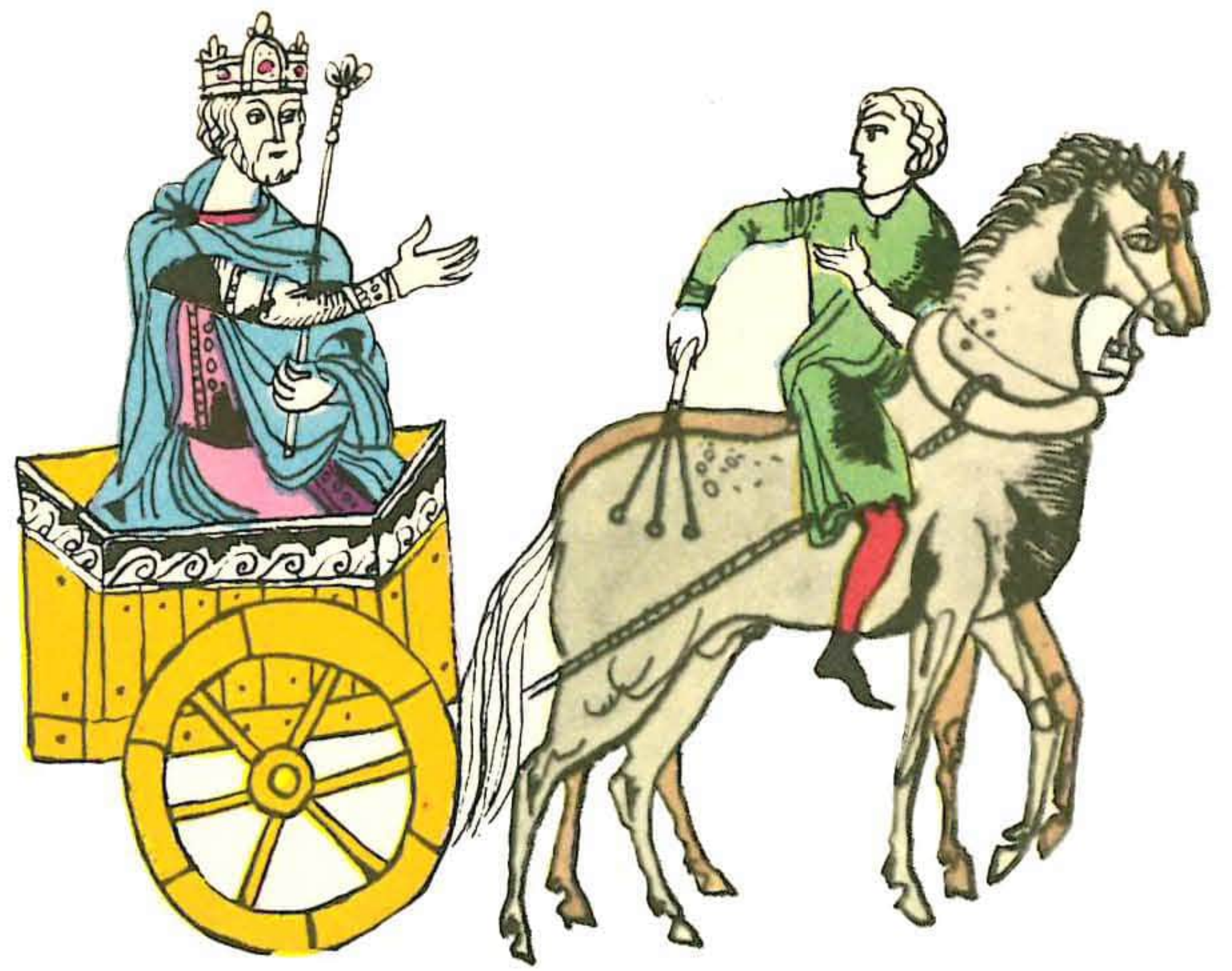
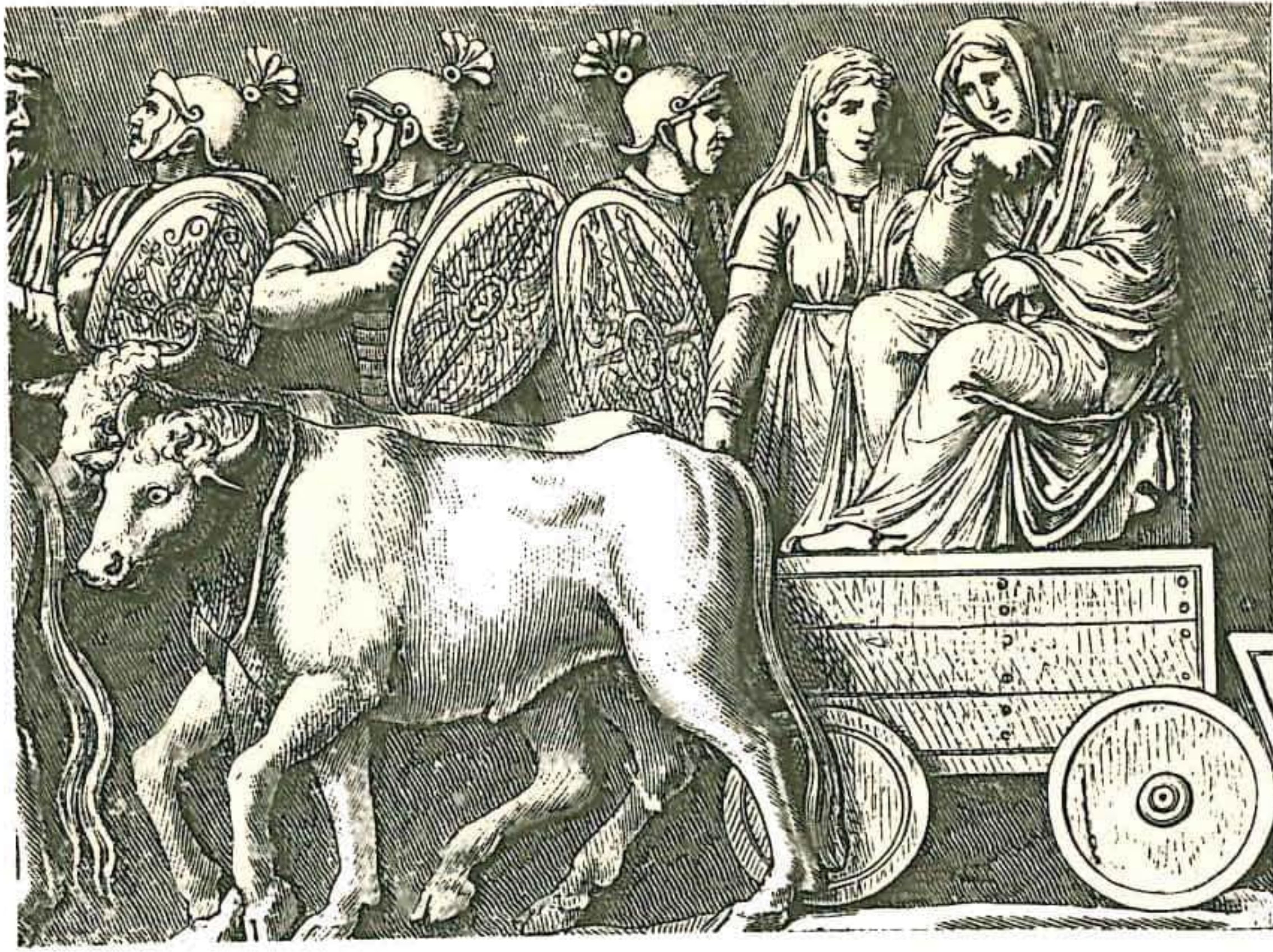


WAGEN IM ALTERTUM:
IN GRIECHENLAND (OBEN),
IN ASSYRIEN (LINKS)

schon existierten, waren die Reiter immer noch die Schnellsten. Wer es eilig hatte, reiste auf dem Rücken des Pferdes oder, wenn es sich um weite Entfernungen handelte, in der von Pferden gezogenen Kutsche.

Jahrtausendlang waren so Wagen und Kutsche die schnellsten Verkehrs- und

Transportmittel. Vor Tausenden von Jahren schon warfen sich die assyrischen Krieger im Streitwagen in den Kampf. Vor etwa zweitausend Jahren reisten die reichen Römer in Kutschen, die mit bequemen Liegebänken ausgestattet waren. Und vor einigen Jahrhunderten fuhren die Könige in Equipagen, die mit Seide und Samt aus-



MAN KANNTEN NUR DAS ZWEIRÄDRIGE VEHIKEL,
DEN VIERRÄDRIGEN WAGEN UND DAS PRUNKFAHRZEUG

geschlagen und mit Gold, Silber und Elfenbein verziert waren. Wer aber keinen hohen Rang einnahm. und kein Geld hatte, mußte mit dem Mietwagen oder später mit der Postkutsche vorliebnehmen, die langsam über die staubigen Straßen rumpelte.

In den Märchen ist von Läufern die Rede, die schneller sind als der Wind, von Siebenmeilenstiefeln und Zauberrossen. Sie verraten uns, daß man sich immer danach sehnte, schneller als mit dem Pferd reisen zu können. Um das zu erreichen, mußte aber die Wärmeenergie eingespannt werden.

Als die ersten Dampfmaschinen gebaut

wurden, hat wohl kaum jemand geglaubt, daß man mit ihnen als Antrieb einmal Länder und ganze Kontinente durchqueren könnte und daß solche Feuermaschinen bald schneller sein würden als der Wind.

Die Zahl der Dampfmaschinen vergrößerte sich immer mehr, und zahlreiche Gelehrte waren damit beschäftigt, sie zu verbessern. Bald darauf wurden die ersten Fahrräder erfunden. Wenn sich allerdings heute jemand mit einem solchen Fahrrad auf die Straße wagte, müßte er damit rechnen, daß die Leute ihn auslachten. Die um 1790 gebauten Fahrräder hatten einen hölzernen Rahmen, und die Räder sahen aus

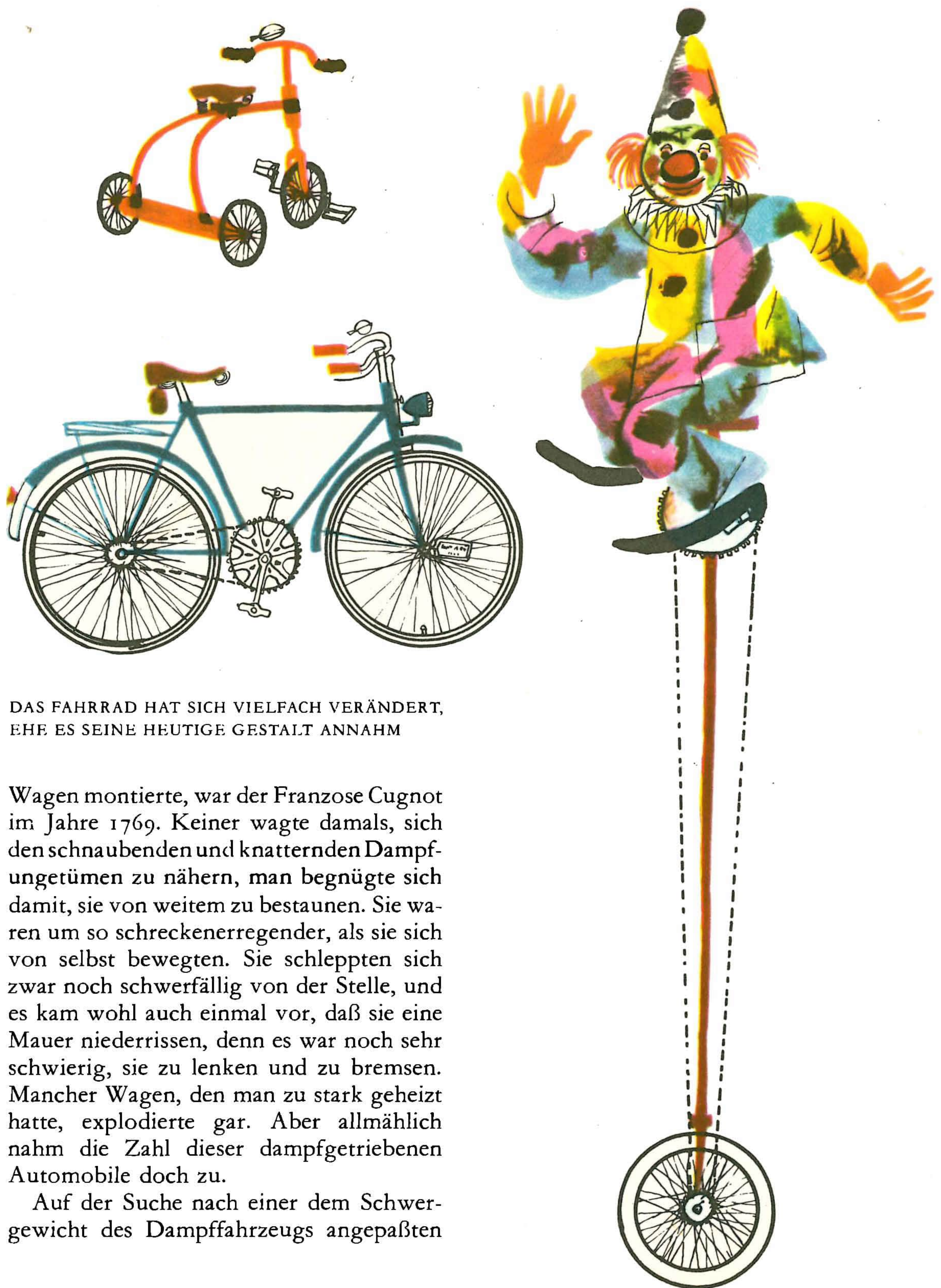


wie Wagenräder. Da das Gefährt keine Pedale besaß, mußte man sich mit den Füßen abstoßen. Dann kamen Fahrräder auf, die zwar schon Pedale an der Achse des Vorderrades hatten, daher war bei ihnen das Vorderrad riesengroß, das Hinterrad dagegen ganz klein. Der Sattel befand sich über dem hohen Vorderrad! Radfahren war damals sicher nicht leicht. Heute können wir solche Hochräder nur noch in der Zirkusmanege bewundern.

Aber das Fahrrad ging von Hand zu Hand, und jeder Erfinder verbesserte eine Kleinigkeit an ihm. Trotzdem dauerte es mehrere Jahrzehnte, bis das Fahrrad entstanden war, das wir heute kennen.

Der erste Erfinder, der eine Kolbendampfmaschine auf einen richtigen großen

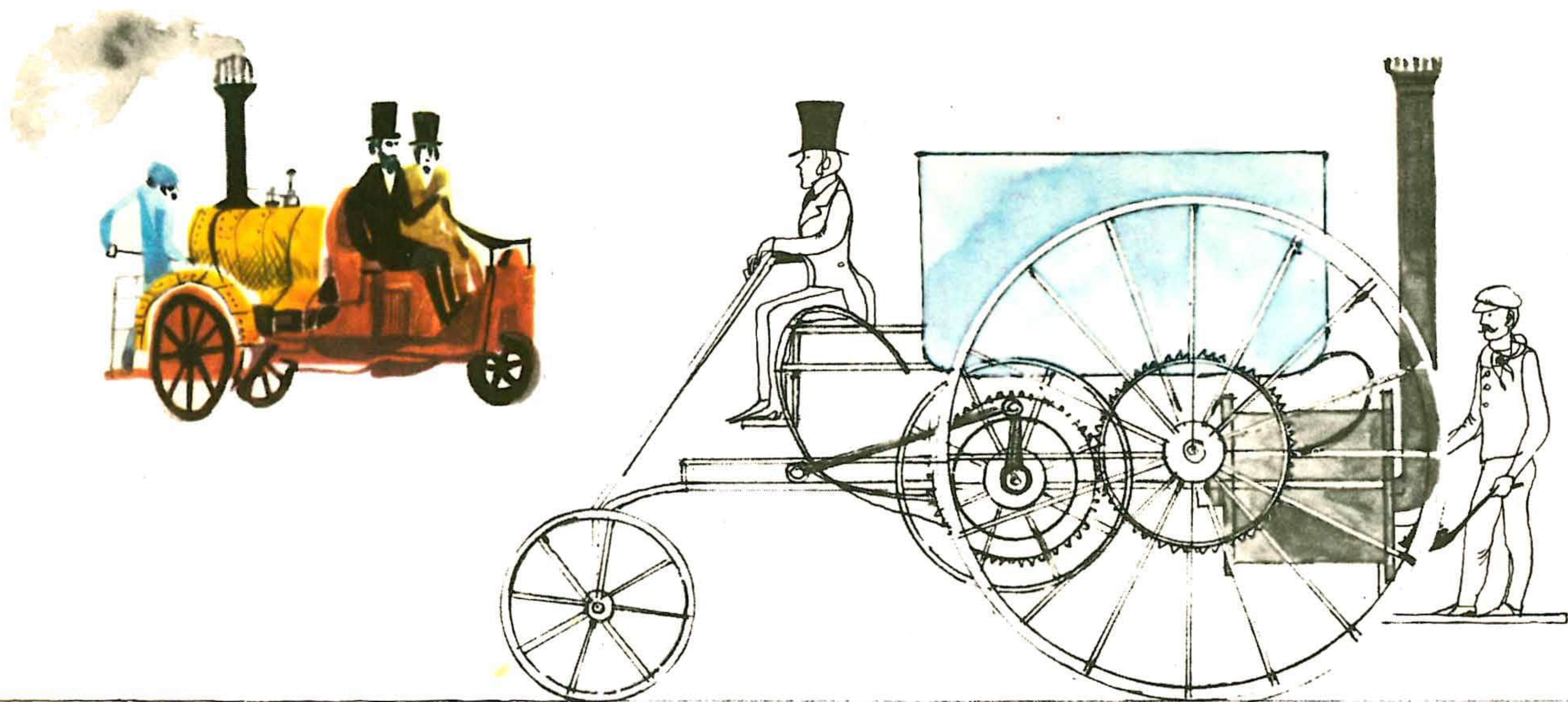




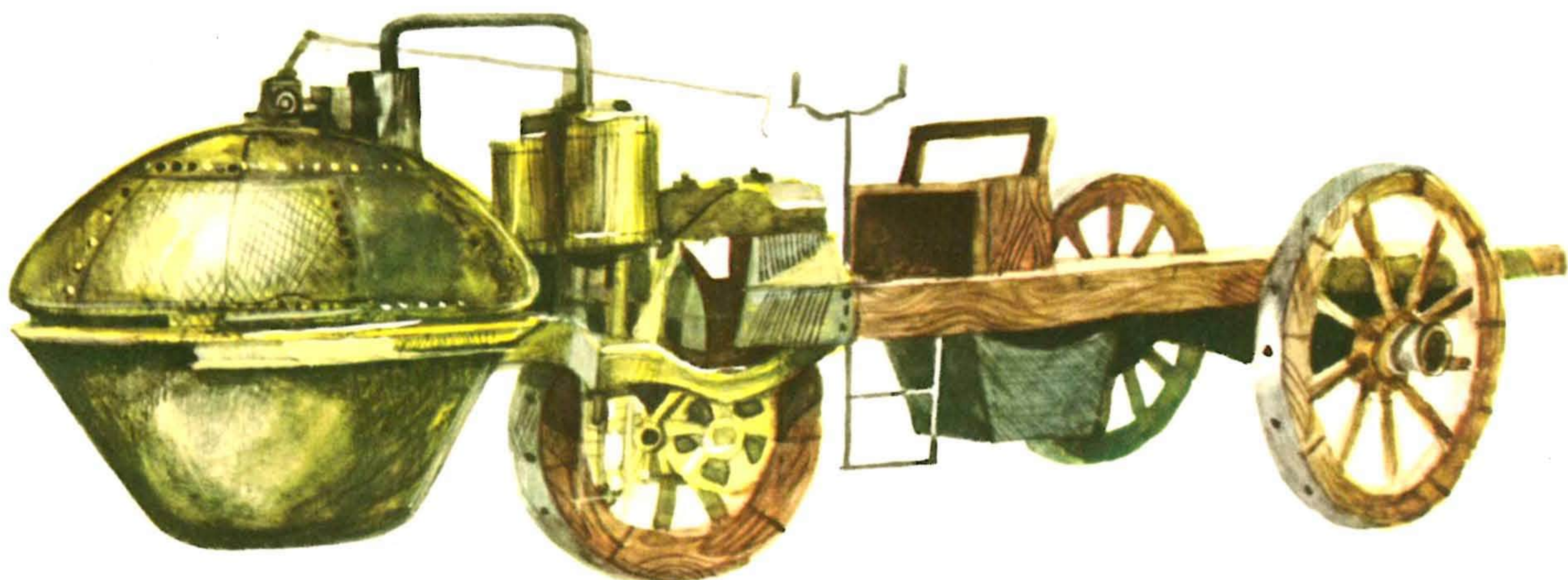
DAS FAHRRAD HAT SICH VIELFACH VERÄNDERT,
EHE ES SEINE HEUTIGE GESTALT ANNAHM

Wagen montierte, war der Franzose Cugnot im Jahre 1769. Keiner wagte damals, sich den schnaubenden und knatternden Dampf- ungetümen zu nähern, man begnügte sich damit, sie von weitem zu bestaunen. Sie waren um so schreckenerregender, als sie sich von selbst bewegten. Sie schleppten sich zwar noch schwerfällig von der Stelle, und es kam wohl auch einmal vor, daß sie eine Mauer niederrissen, denn es war noch sehr schwierig, sie zu lenken und zu bremsen. Mancher Wagen, den man zu stark geheizt hatte, explodierte gar. Aber allmählich nahm die Zahl dieser dampfgetriebenen Automobile doch zu.

Auf der Suche nach einer dem Schwergewicht des Dampffahrzeugs angepaßten



DIE ERSTEN DAMPFWAGEN



Fahrbahn griff man auf die schon lange bekannte Idee des Schienenweges zurück. Nach vielen unfruchtbaren Versuchen, zahllosen Berechnungen, Plänen und mühevollen Arbeiten wurde von dem Engländer George Stephenson die erste Lokomotive gebaut. Im Jahre 1825 setzte sich der erste Zug auf glänzenden Schienen in Bewegung. Die Menschen waren zunächst weit davon entfernt, sich über diese großartige Erfindung zu freuen. Sie glaubten, der menschliche Organismus könne die große Geschwindigkeit nicht vertragen und fürchteten, die Raserei werde die Leute

krank machen oder der Rauch sie vergiften. Und dann kamen die Überängstlichen: Was wird wohl der Zugführer machen, wenn plötzlich eine Kuh vor dem dahinrasenden Zug erscheint und er den Zug nicht anhalten kann? Und wenn die Pferde vor dem rotglühenden Feuerloch der Lokomotive scheu werden?

Heute können wir darüber nur noch lächeln.

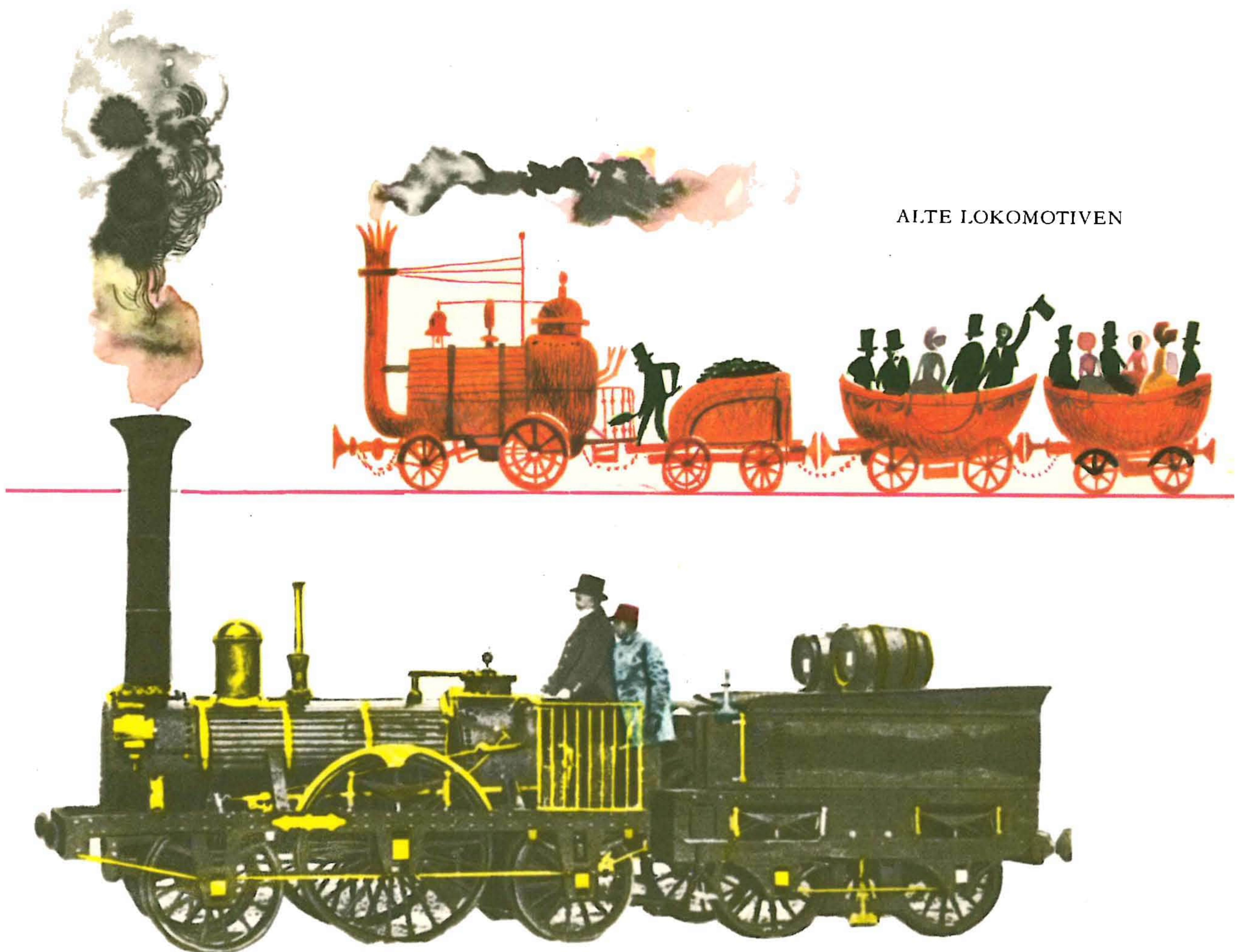
Die Züge fahren doch, denn die aufstrebende Industrie brauchte sie zu dieser Zeit sehr dringend für ihre Gütertransporte. Die Menschen wurden allmählich auch mit der

Eisenbahn gut Freund. Und wenige Jahrzehnte später durchzog schon ein ganzes Netz von Schienen die Länder, und das „Feuerroß“ schnaufte über Berge und Täler, durch Tunnel und über Brücken mit kühn geschwungenen Bogen, durch dichte Wälder und endlose Wüsten.

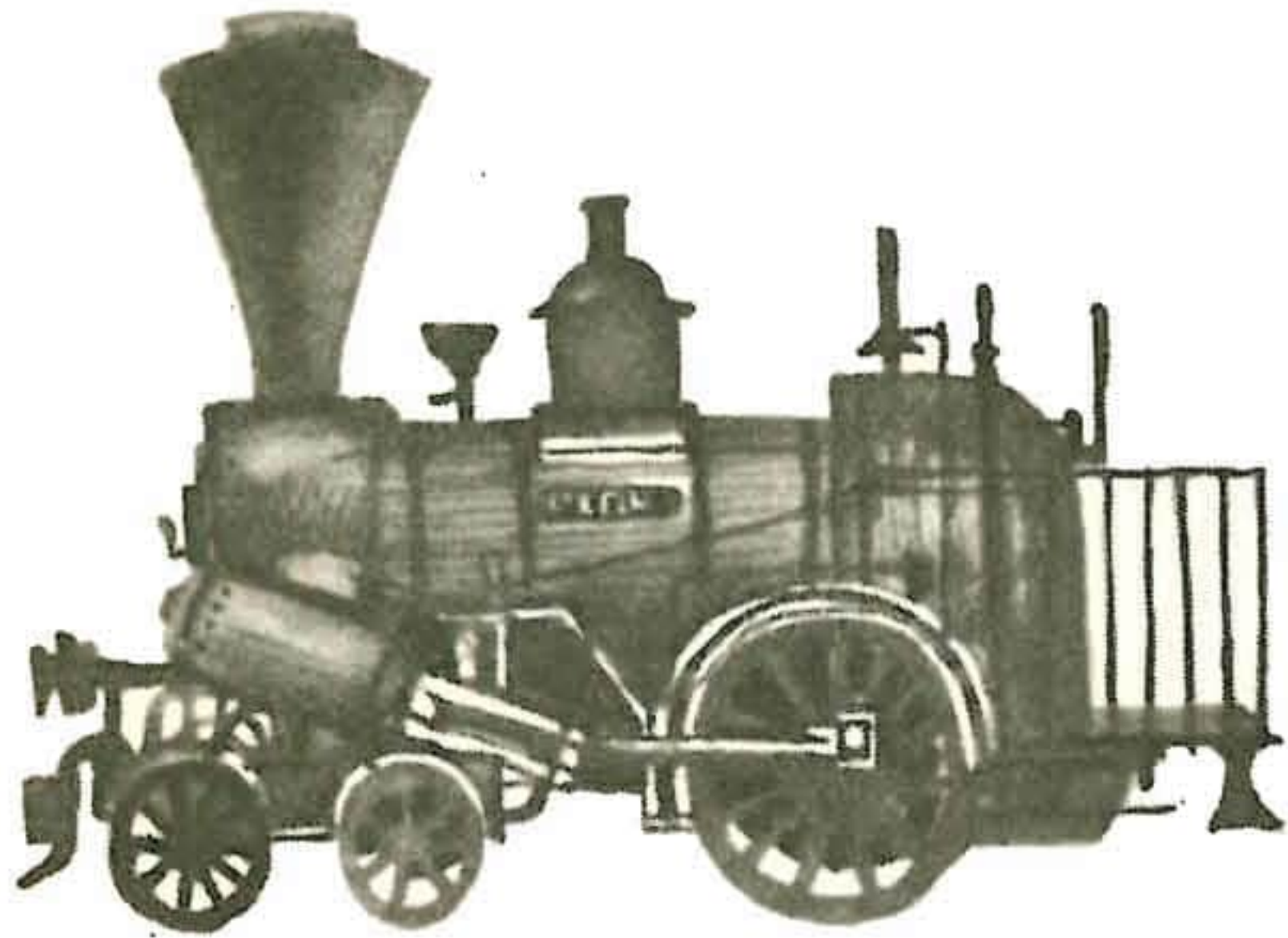
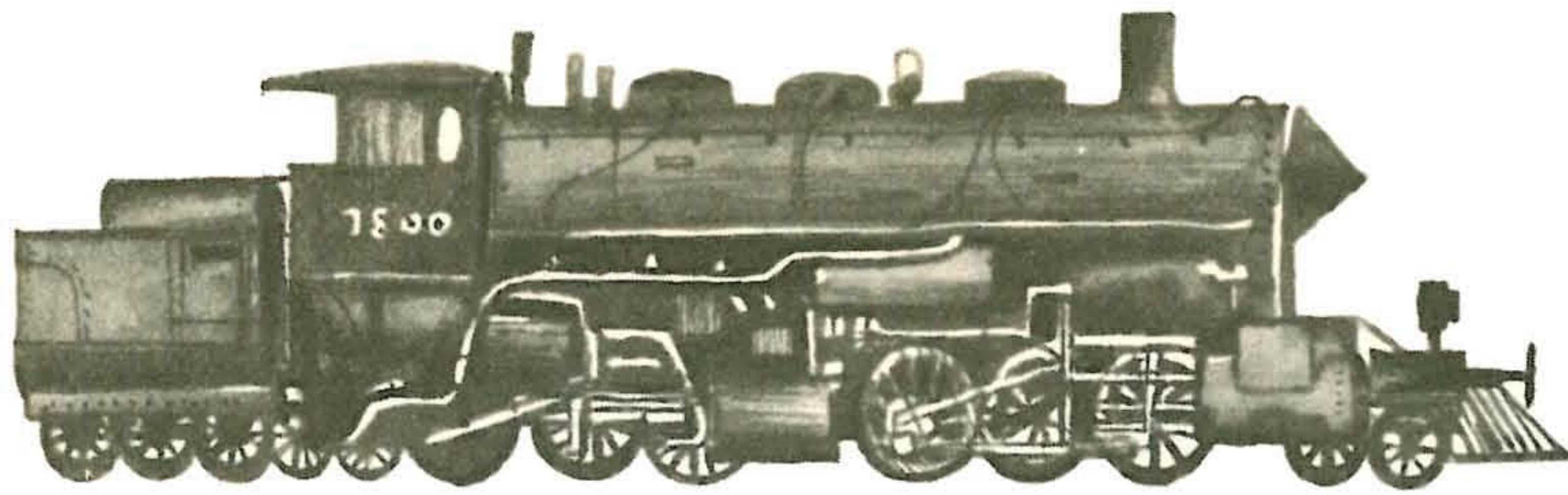
Damit war die Eisenbahn zum schnellsten Verkehrsmittel geworden. Die Lokomotiven wurden immer mehr vervollkommnet, sie haben sich schließlich zu mächtigen, harmonisch geformten Maschinen entwickelt, und ihre Geschwindigkeit hat immer mehr zugenommen. Heute können sie eine Reisegeschwindigkeit von

150 km pro Stunde durchhalten, sogar 200 Stundenkilometer erreichen und überbieten.

Ein Erfinder, der Amerikaner Robert Fulton, verwirklichte im Jahre 1807 eine Idee von Denis Papin: Er baute die Dampfmaschine in einen Schiffsrumpf ein. Er brachte breite Schaufelräder auf beiden Seiten des Schiffsrumpfes an, die von der Dampfmaschine angetrieben wurden. Diese Schaufelräder ersetzten die früheren Ruder, und das Schiff fuhr schneller als je zuvor. Masten und Segel verschwanden, und dafür erschienen Schornsteine, die schwarzen Rauch in den Himmel pafften.

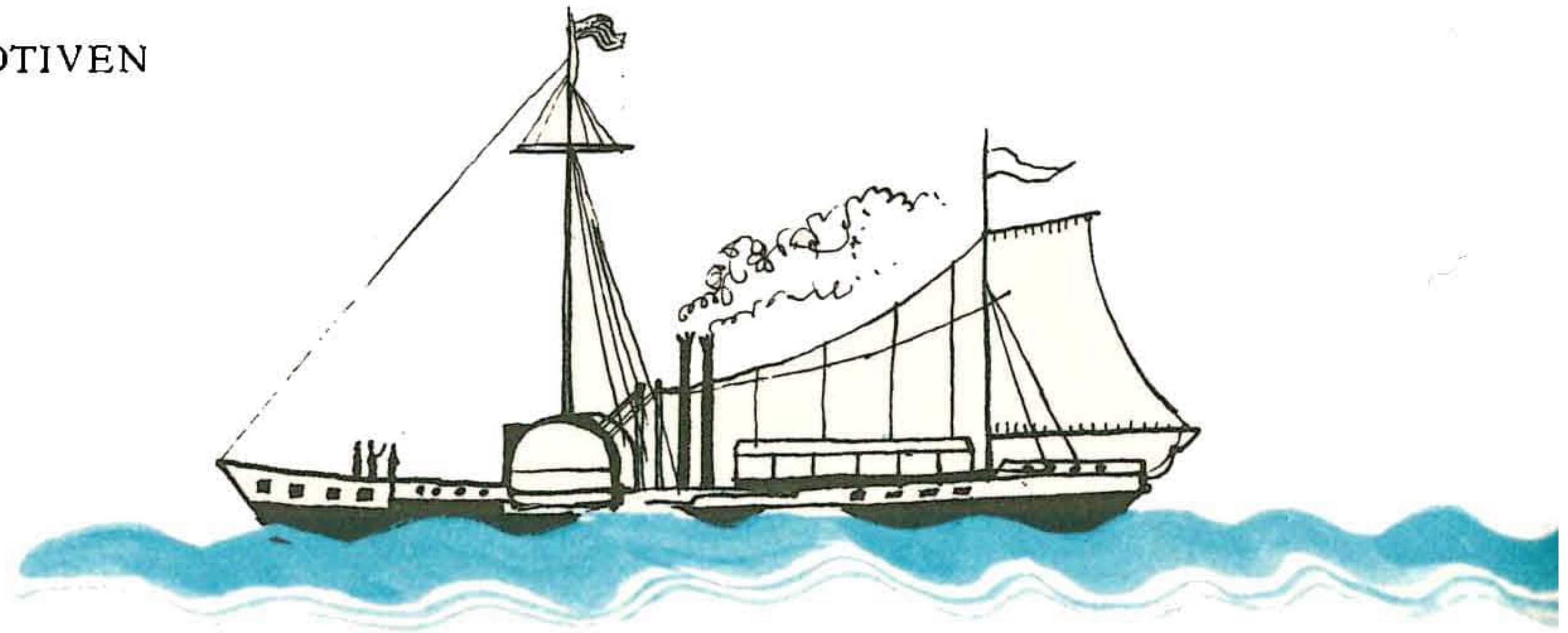
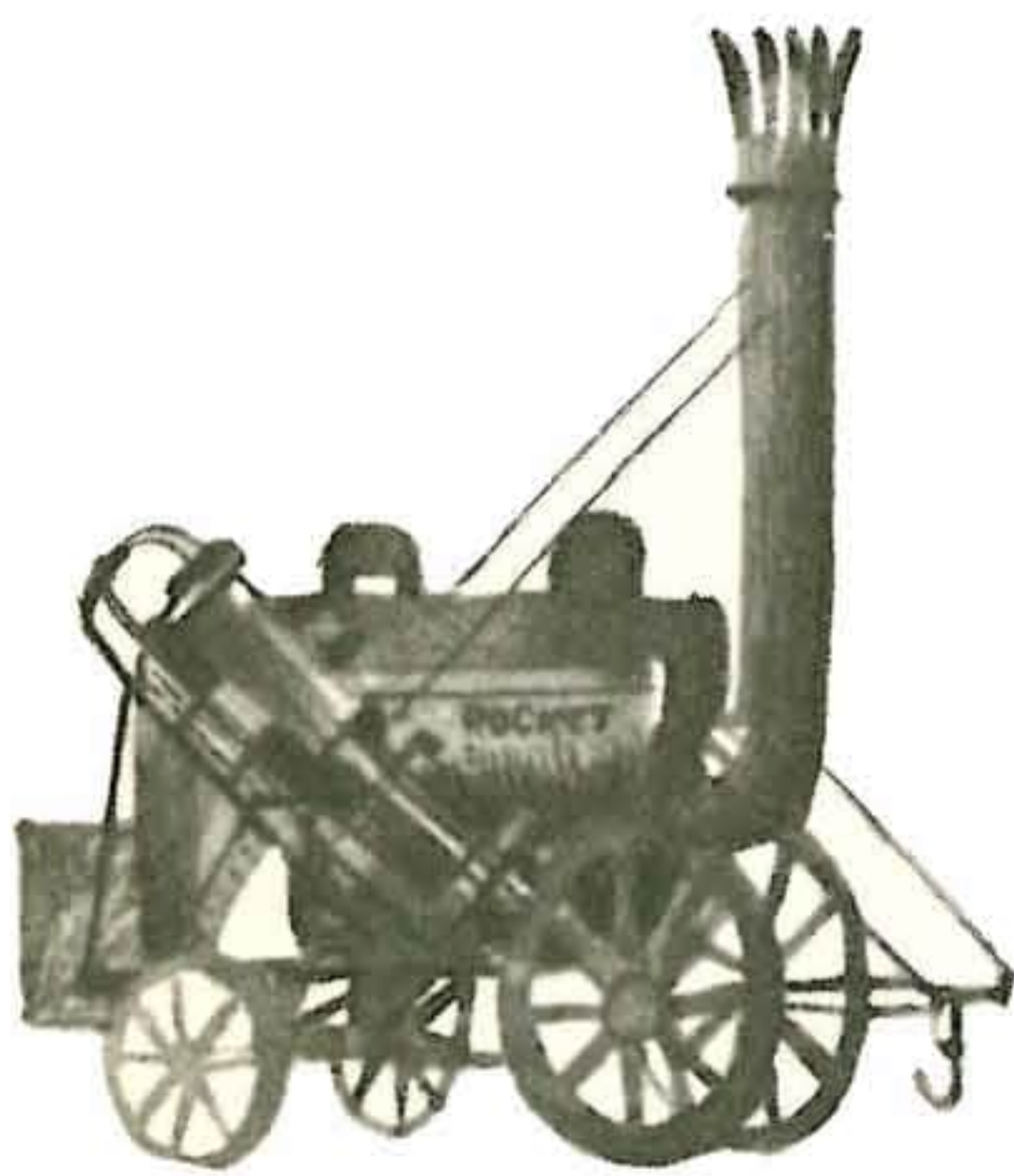


ALTE LOKOMOTIVEN



ROBERT FULTON
UND SEIN DAMPFSCHIFF

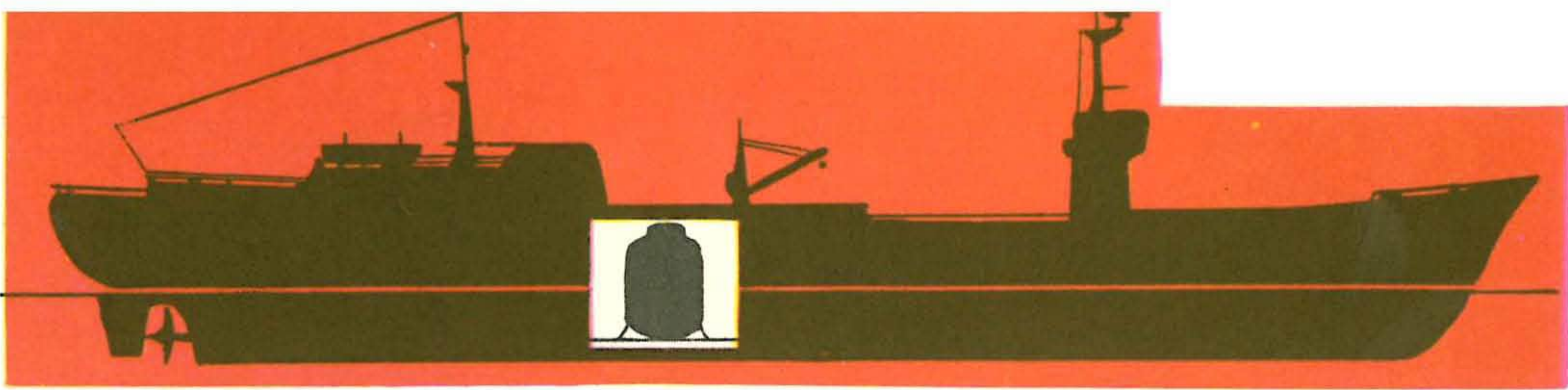
ALTE LOKOMOTIVEN



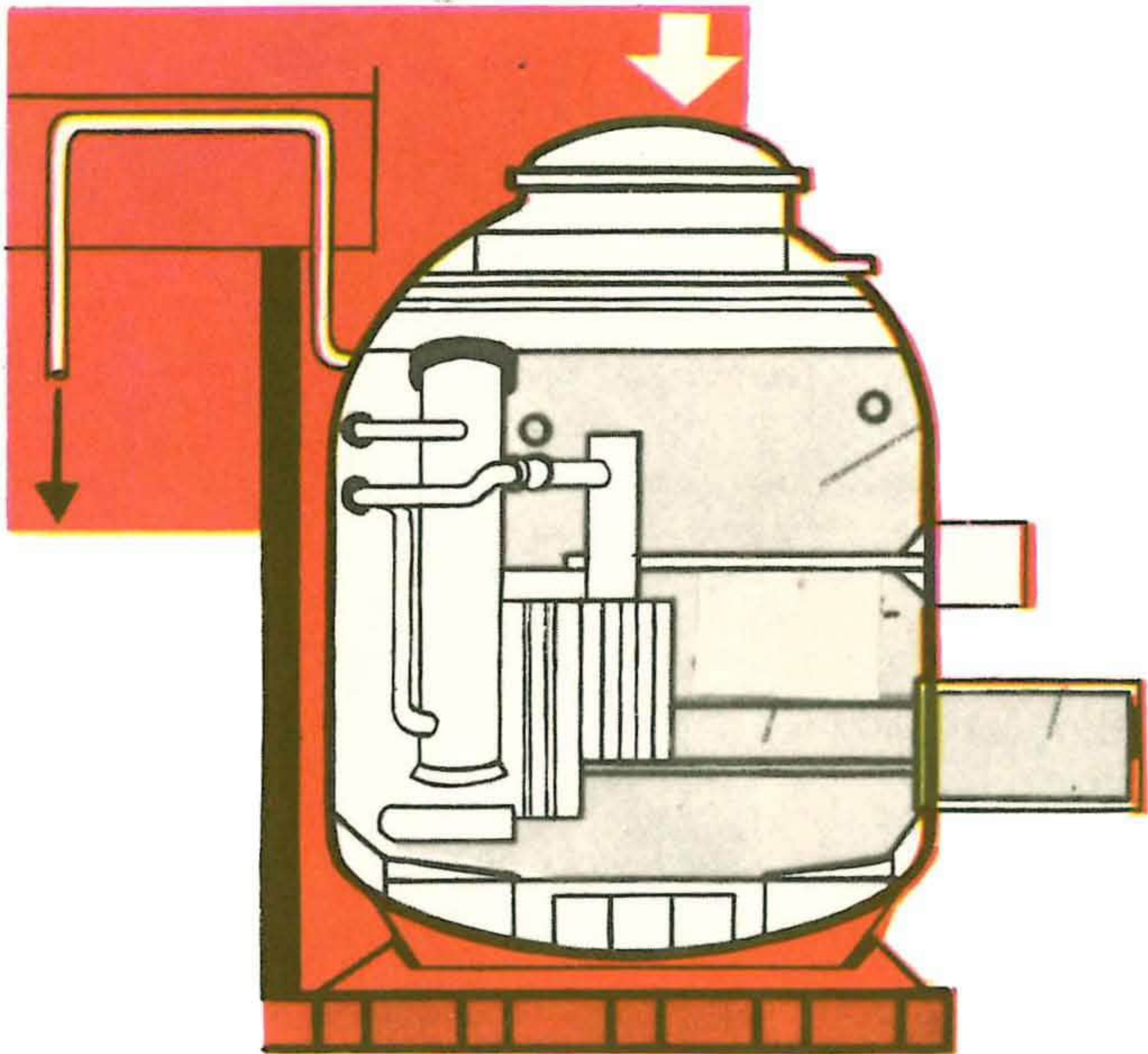
Später, im Jahre 1858, verschwanden auch die Schaufelräder, denn ihre Aufgabe wurde von Schiffsschrauben übernommen. Eine solche Schiffsschraube bohrt sich im Wasser vorwärts und schiebt so das Schiff vor sich her.

Nach einigen Jahrzehnten wurden die Schiffe bereits so groß gebaut, daß sie auch den mächtigsten Wellen trotzen konnten. Nun brauchten die Matrosen nicht mehr einen so aufopferungsvollen Kampf gegen das stürmische Meer zu führen wie auf den alten Segelschiffen. Sie wurden vom stählernen Leib des Schiffs und den zahlreichen Maschinen, mit denen es ausgerüstet war, geschützt.

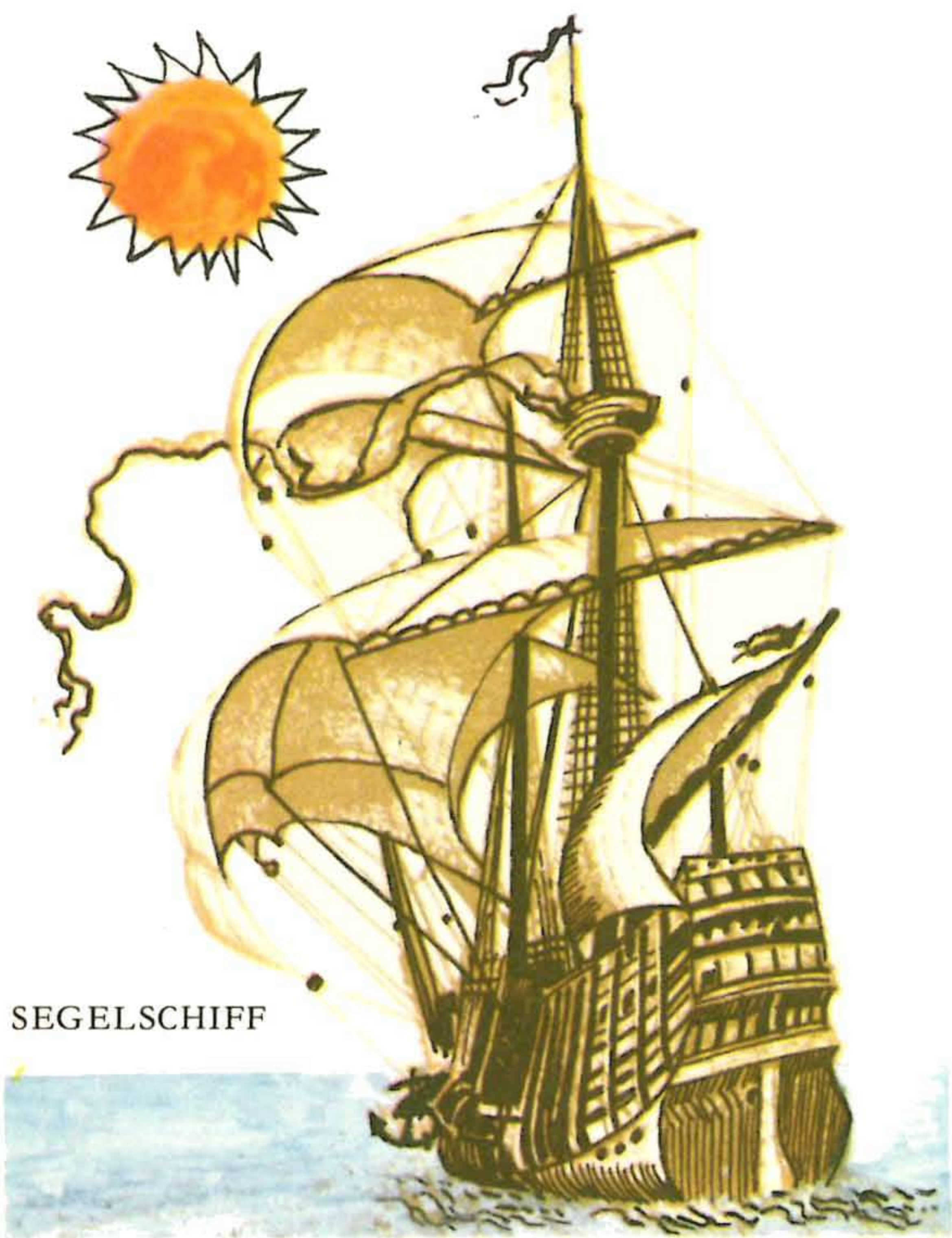
Auch der Wunsch zur Eroberung der Luft, den die Menschen seit langem gehegt hatten, sollte bald in Erfüllung gehen. Seit Jahrtausenden hatten die Menschen den Flug der Vögel beobachtet, und sie hatten geträumt, daß sie sich eines Tages auf ähnliche Weise in die Luft erheben könnten. Zuerst hatten sie sich das so vorgestellt, daß sich die Menschen Vogelflügel an die Arme binden müßten, um fliegen zu können. Doch andere, wie der geniale Leonardo da Vinci (1452–1519), versuchten schon, Flugmaschinen zu konstruieren, die unseren Hubschraubern ähnlich waren. Sie unternahmen auch Versuche, mit dem Wind durch die Luft zu segeln.



SCHIFF MIT ATOMANTRIEB



SCHAUFELRADSCHIFF



SEGELSCHEIFF

Doch viele Jahrhunderte lang blieben alle diese Experimente ohne den gewünschten Erfolg.

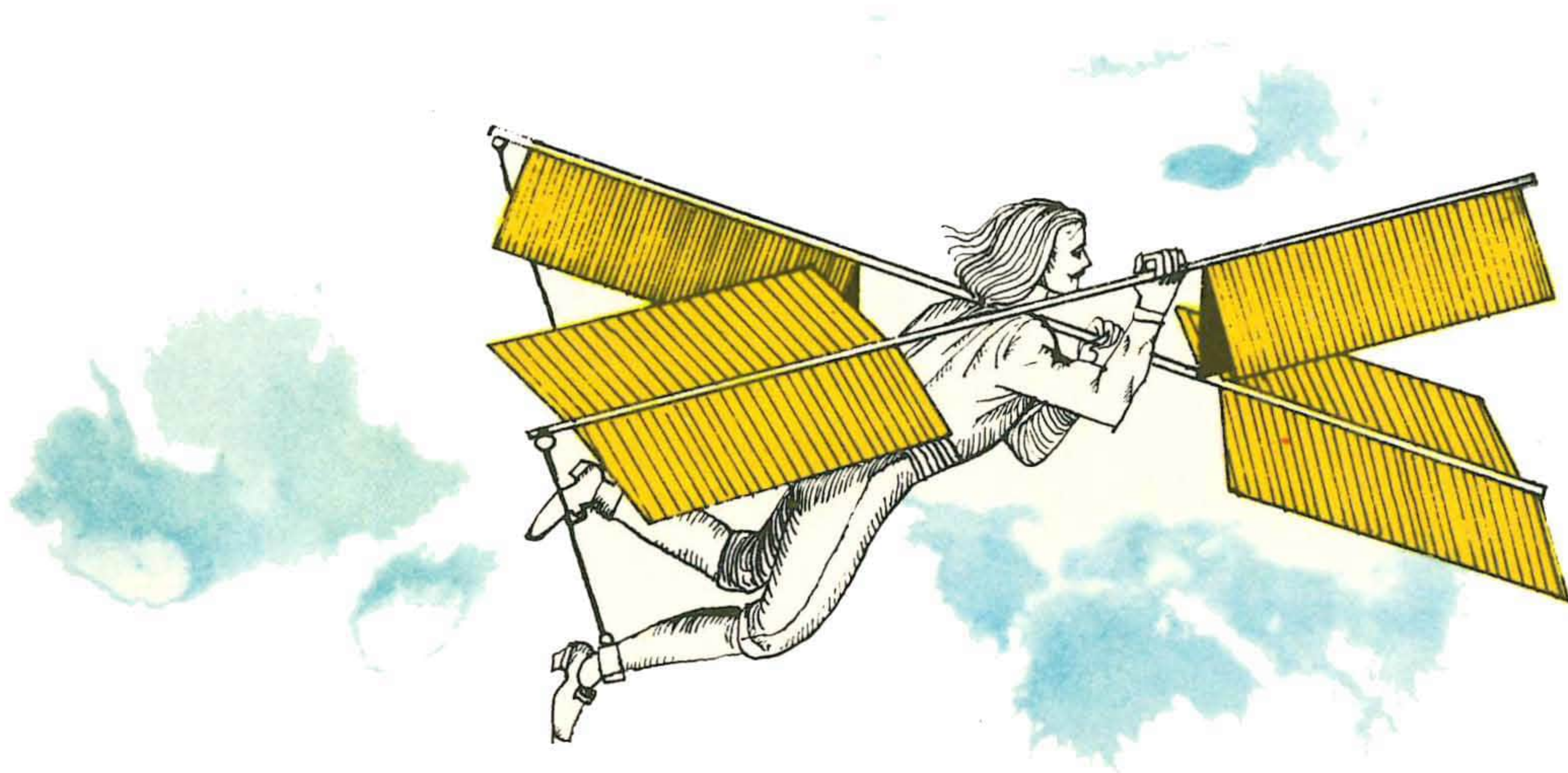
Dann hatte man die Idee, sich mit Hilfe eines Ballons in die Luft zu erheben. Sie wurde zuerst von den Brüdern Montgolfier verwirklicht. Ihr Ballon war unten offen, und unter der Öffnung wurde ein Feuer entzündet, damit die warme Luft den leichten Ballon in die Höhe hob. Später wurden auch geschlossene Ballons gefertigt und mit Gasen gefüllt, die leichter waren als die Luft, genauso wie die Luftballons, die man im Spielzeugladen kaufen kann. Aber alle diese Ballons waren von den Launen des Windes abhängig, sie flogen nicht da hin, wo die Menschen es wollten.

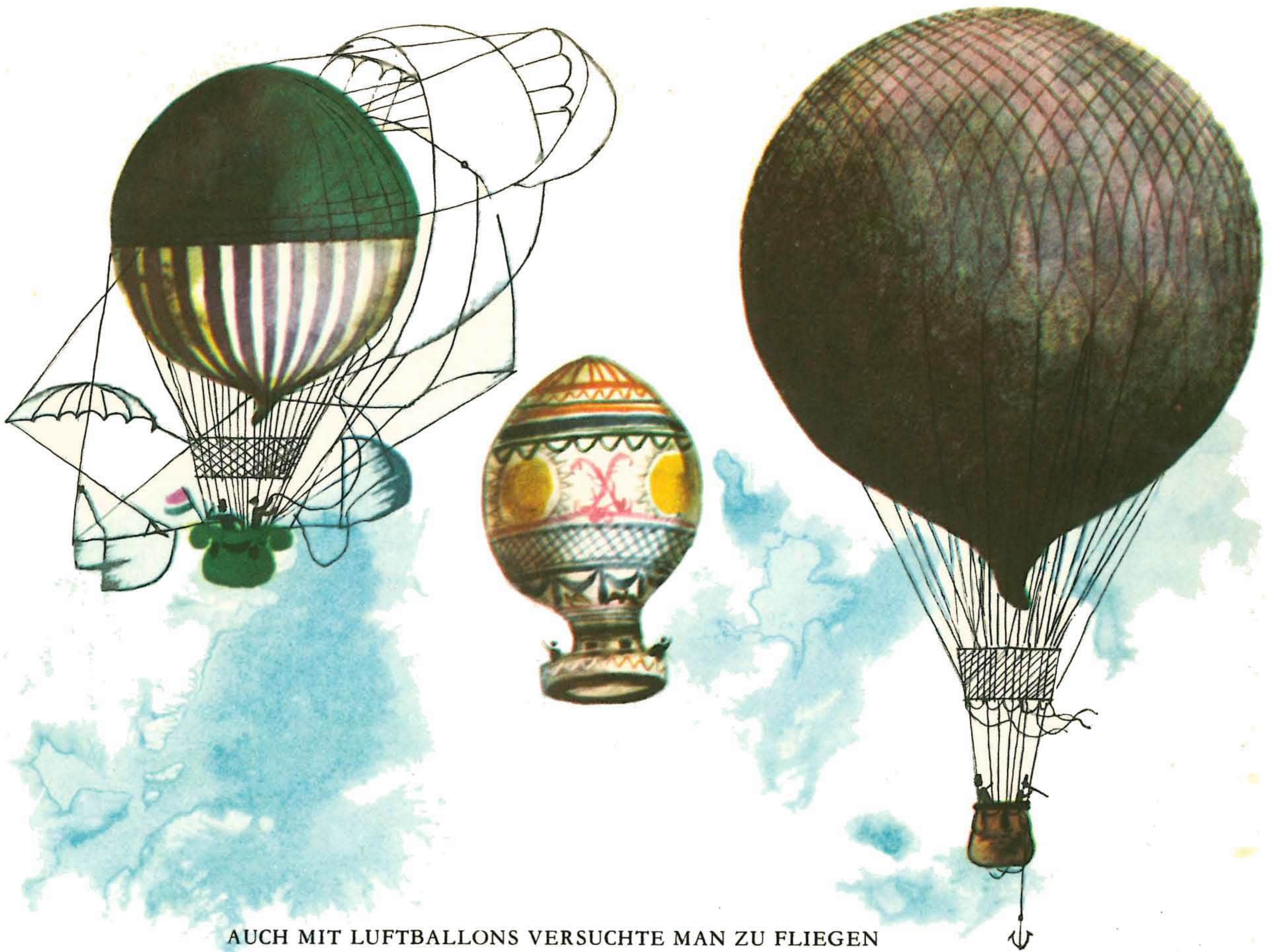
Später baute man — 1898 Santos-Dumont und 1900 Graf Zeppelin — riesige, zigarrenförmige Luftschiffe, die von einem



DIE MENSCHEN TRÄUMTEN IMMER VOM FLIEGEN.
MANCHE GLAUBTEN, DASS MAN SICH VON VÖGELN ZUM MOND TRAGEN LASSEN KÖNNE,

ANDERE WOLLTEN MIT AUFKLAPPBAREN FLÜGELN FLIEGEN

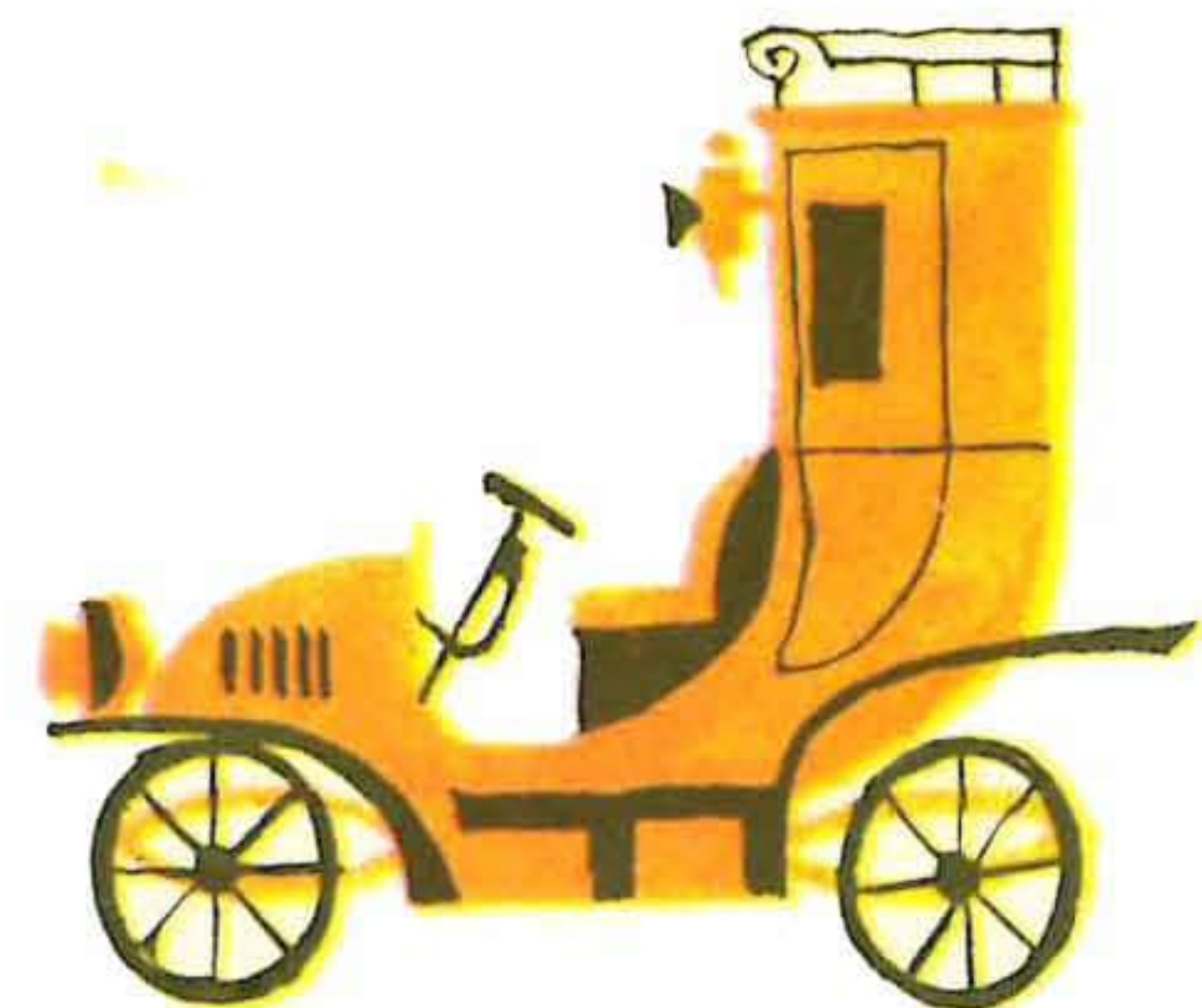
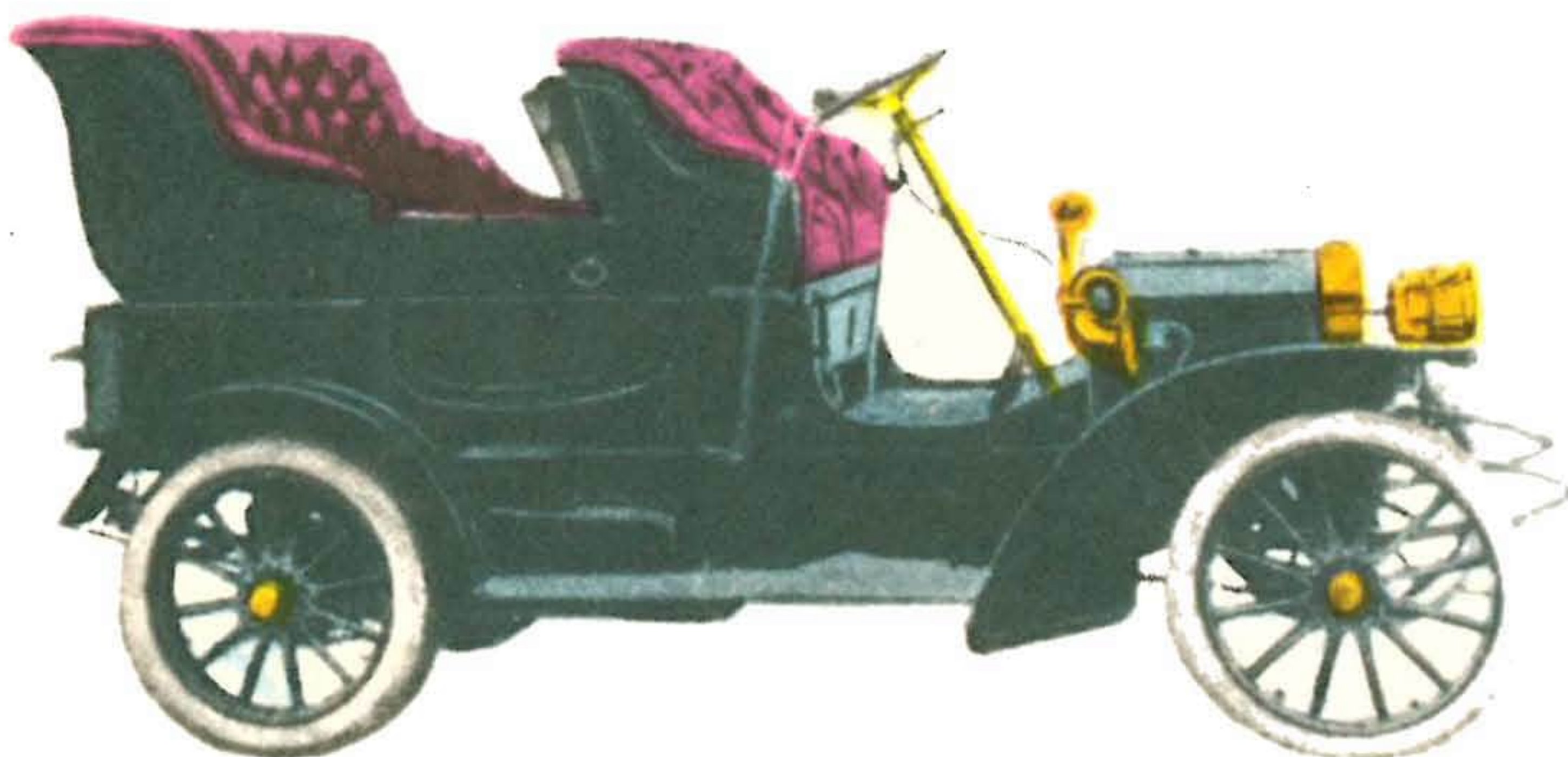
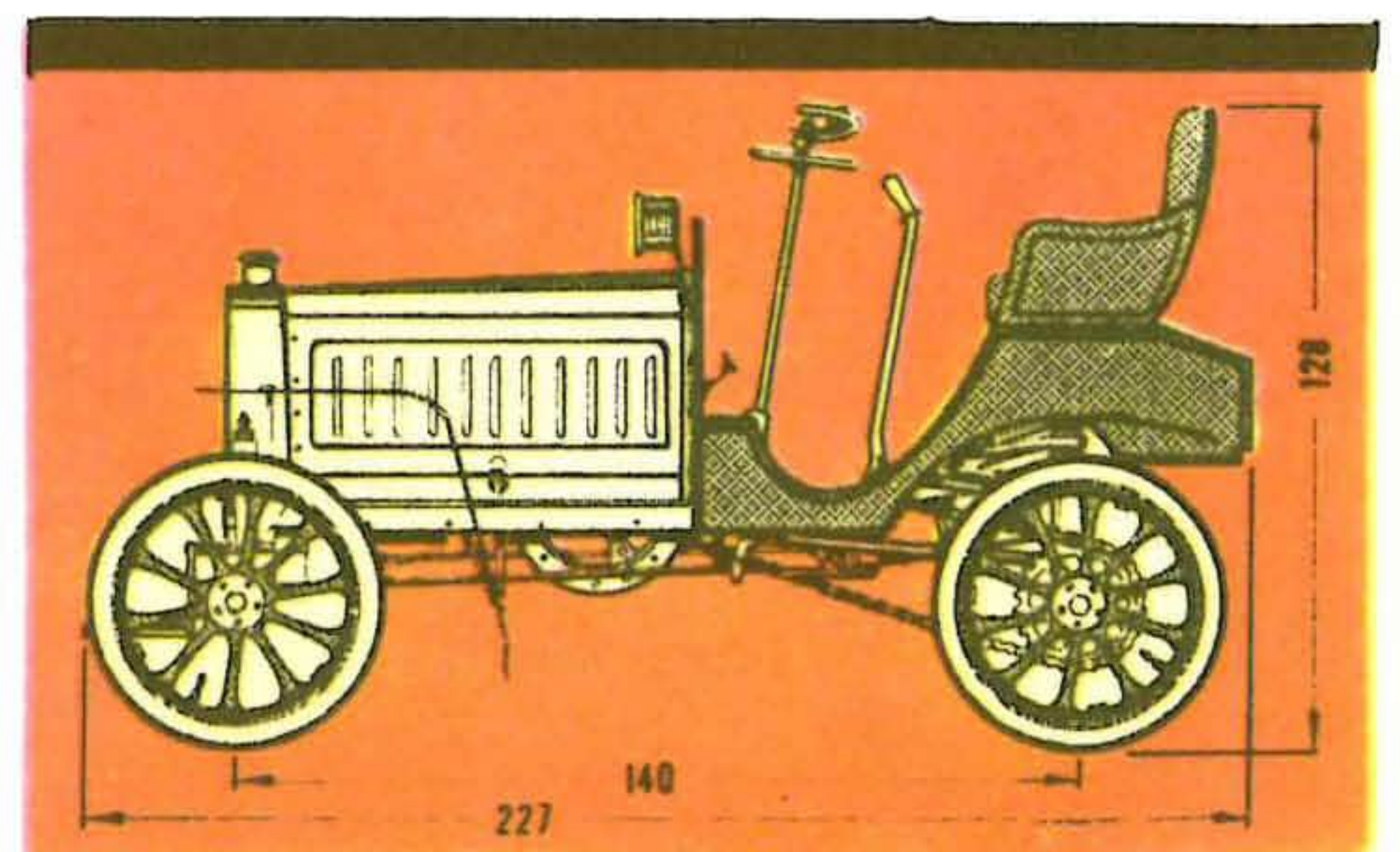
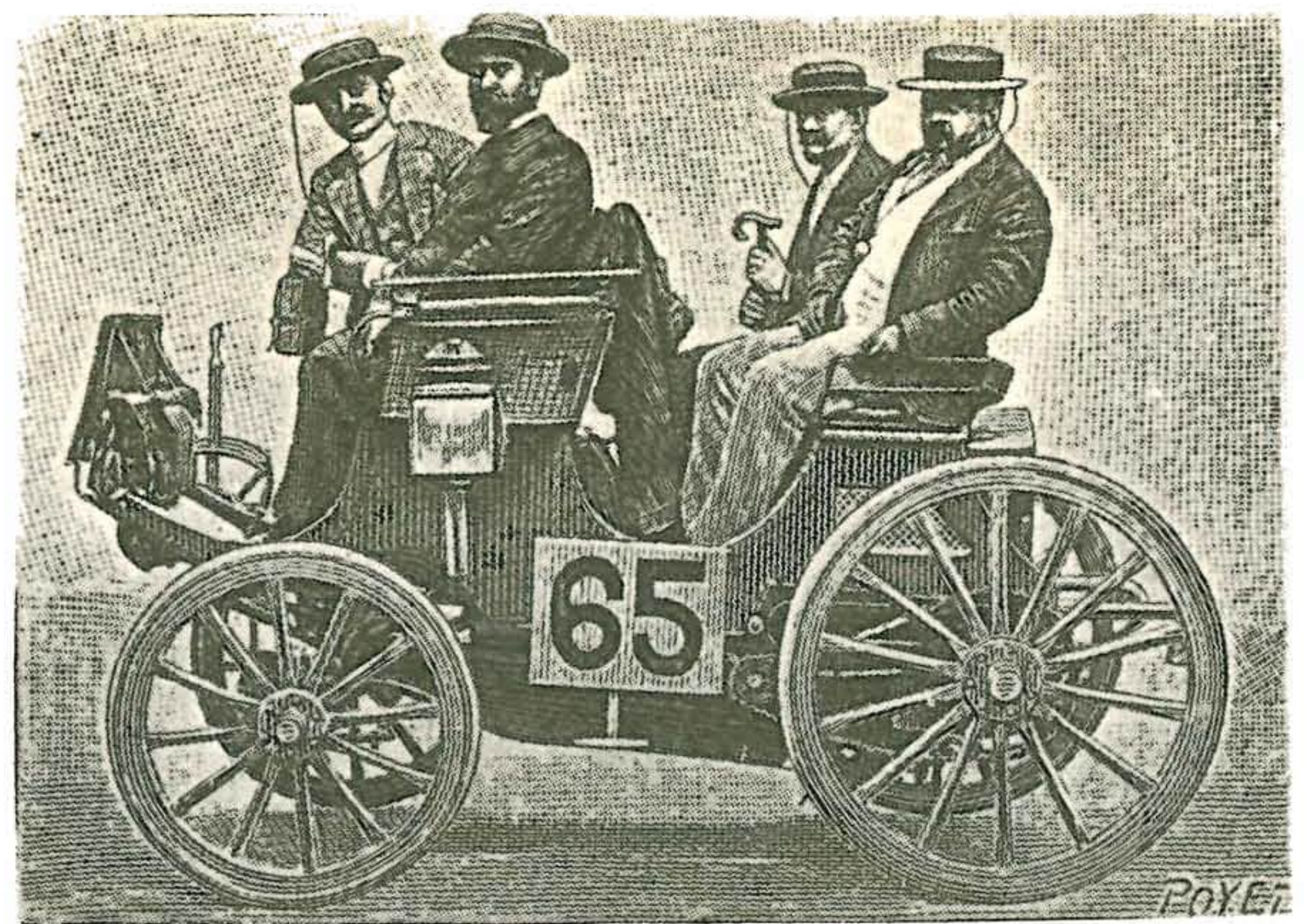
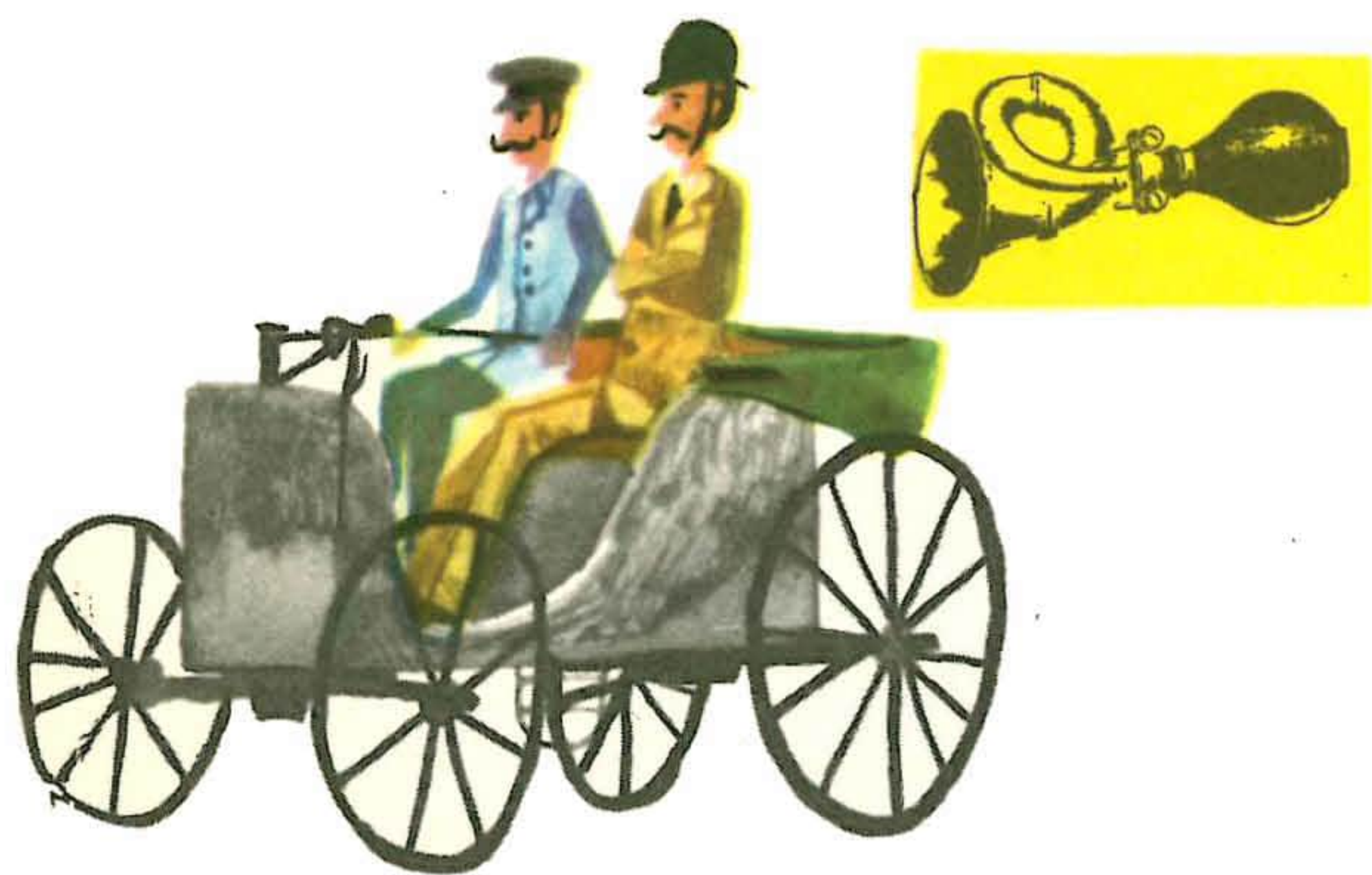




AUCH MIT LUFTBALLONS VERSUCHTE MAN ZU FLIEGEN

LUFTSCHIFF





leichten, mit einer Kraftmaschine verbundenen Propeller angetrieben wurden.

Man versuchte es auch damit, daß man die Dampfmaschine und den Propeller unter großen Drachenflügeln befestigte. Damit kam man aber auch nicht weiter, denn die Dampfmaschine war zu schwer und zu langsam.

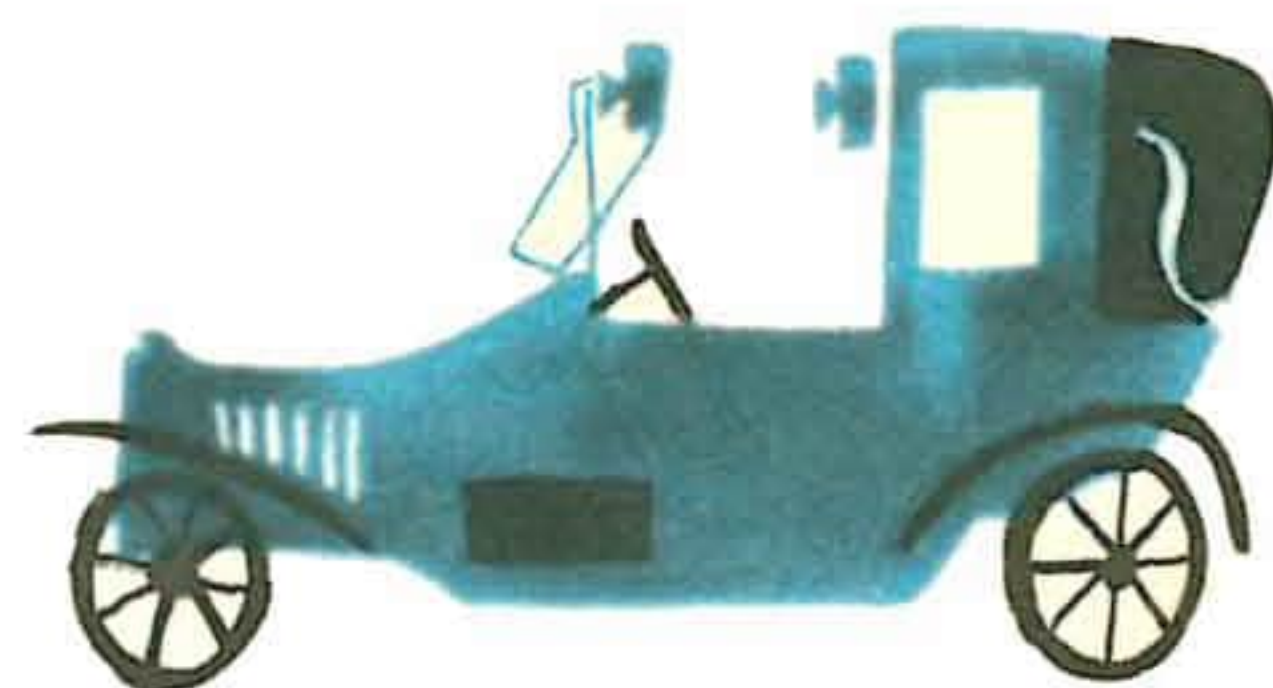
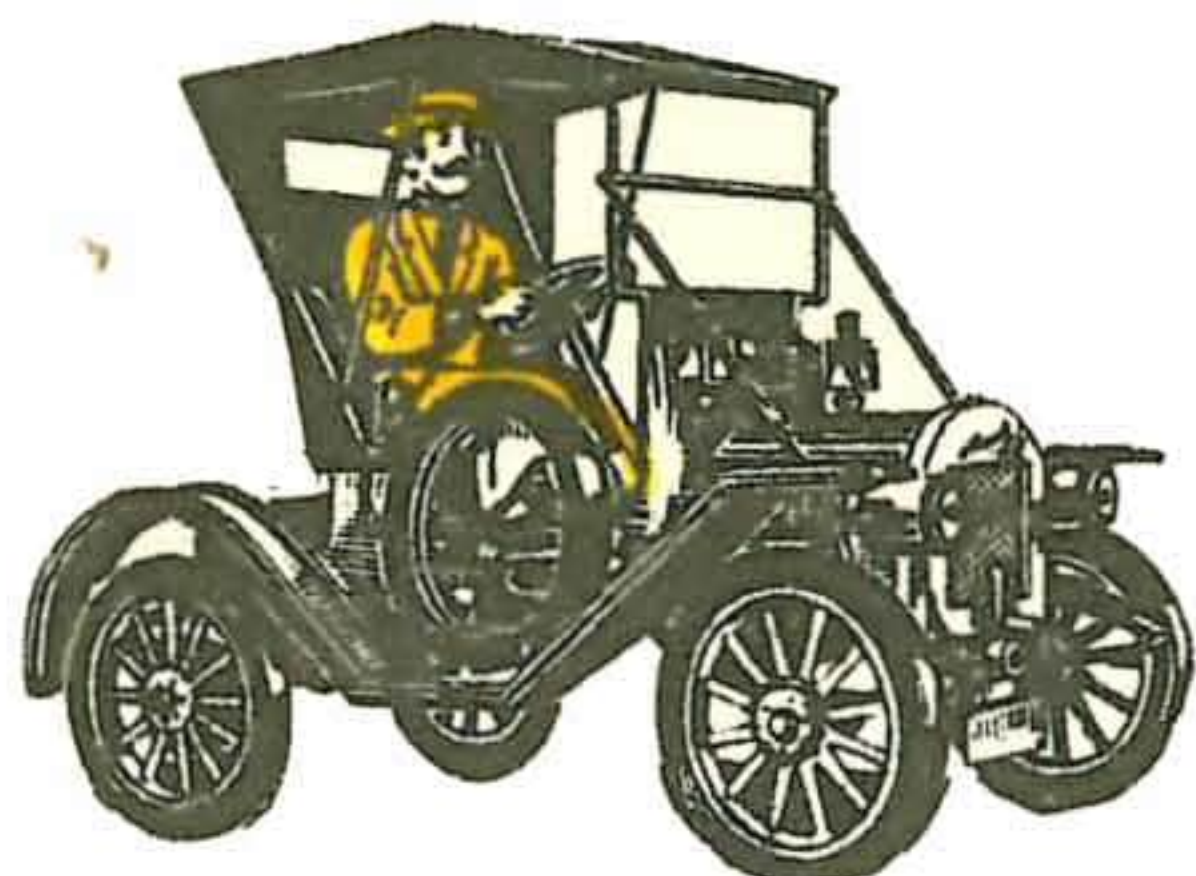
Es sind unterdessen über 80 Jahre vergangen, seit zwei Ingenieure in zwei verschiedenen Städten Deutschlands mit der Konstruktion von Motorfahrzeugen begannen. In beiden Städten wurden die sonst so stillen Straßen eines schönen Tages

durch ein furchtbares Geknatter aufgeschreckt. Die Leute stürzten entsetzt zum Fenster: Was war geschehen?

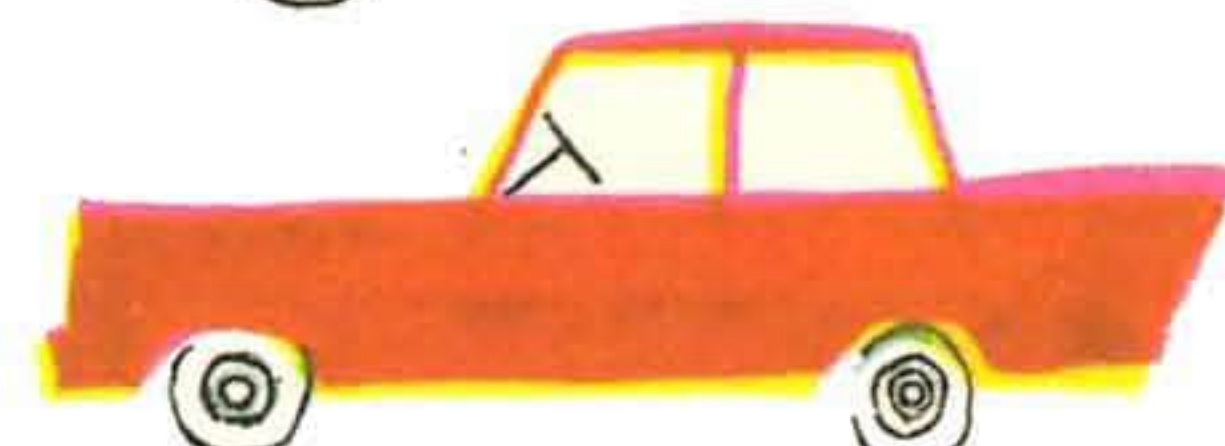
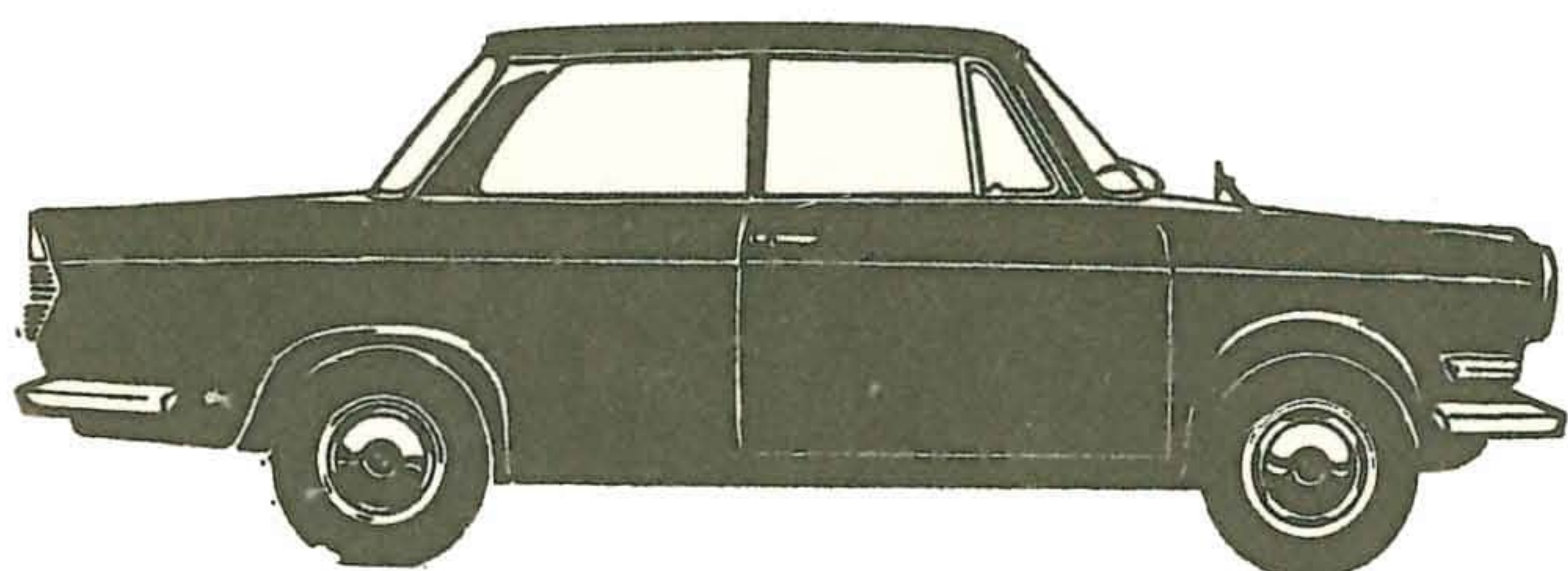
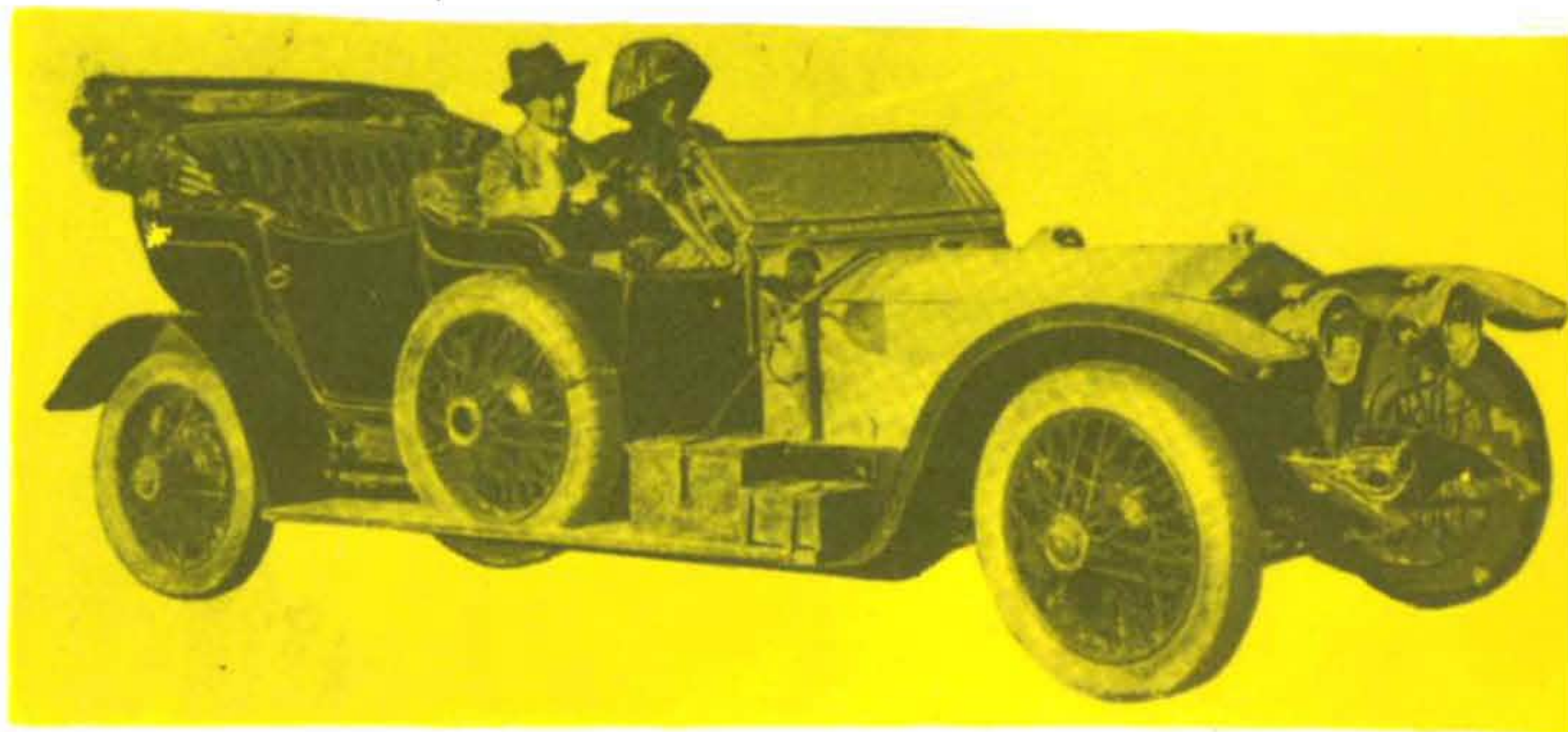
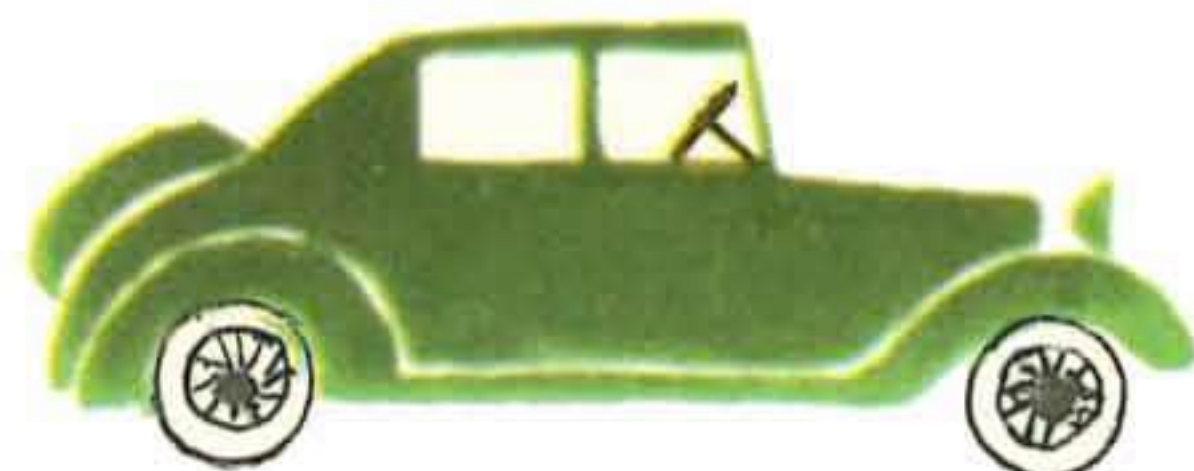
In der einen Stadt war der erste Automotor auf eine einem dreirädrigen Fahrrad ähnelnde Karosserie montiert worden, in der anderen Stadt aber hatten die Leute miterlebt, wie durch die Verbindung eines Motors mit einem stabil gebauten Zweirad das erste Motorrad entstanden war.

Mit dem Verbrennungsmotor war eine neue Kraftmaschine geschaffen worden, die der Dampfmaschine Konkurrenz machte.

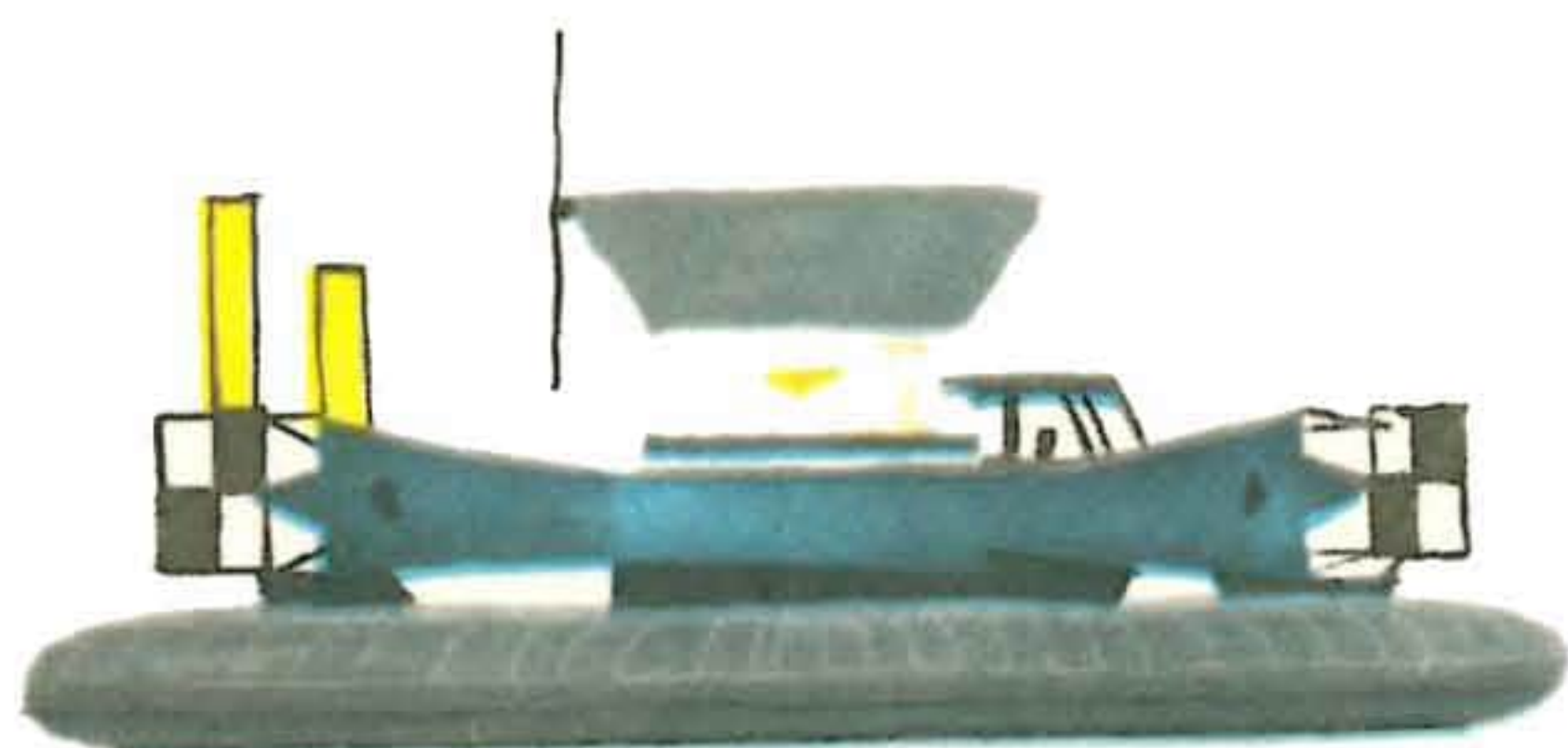
Auch diesmal glaubten die Menschen,



DAS AUTO HAT SEINE FORM STÄNDIG VERÄNDERT



LUFTKISSENFAHRZEUG



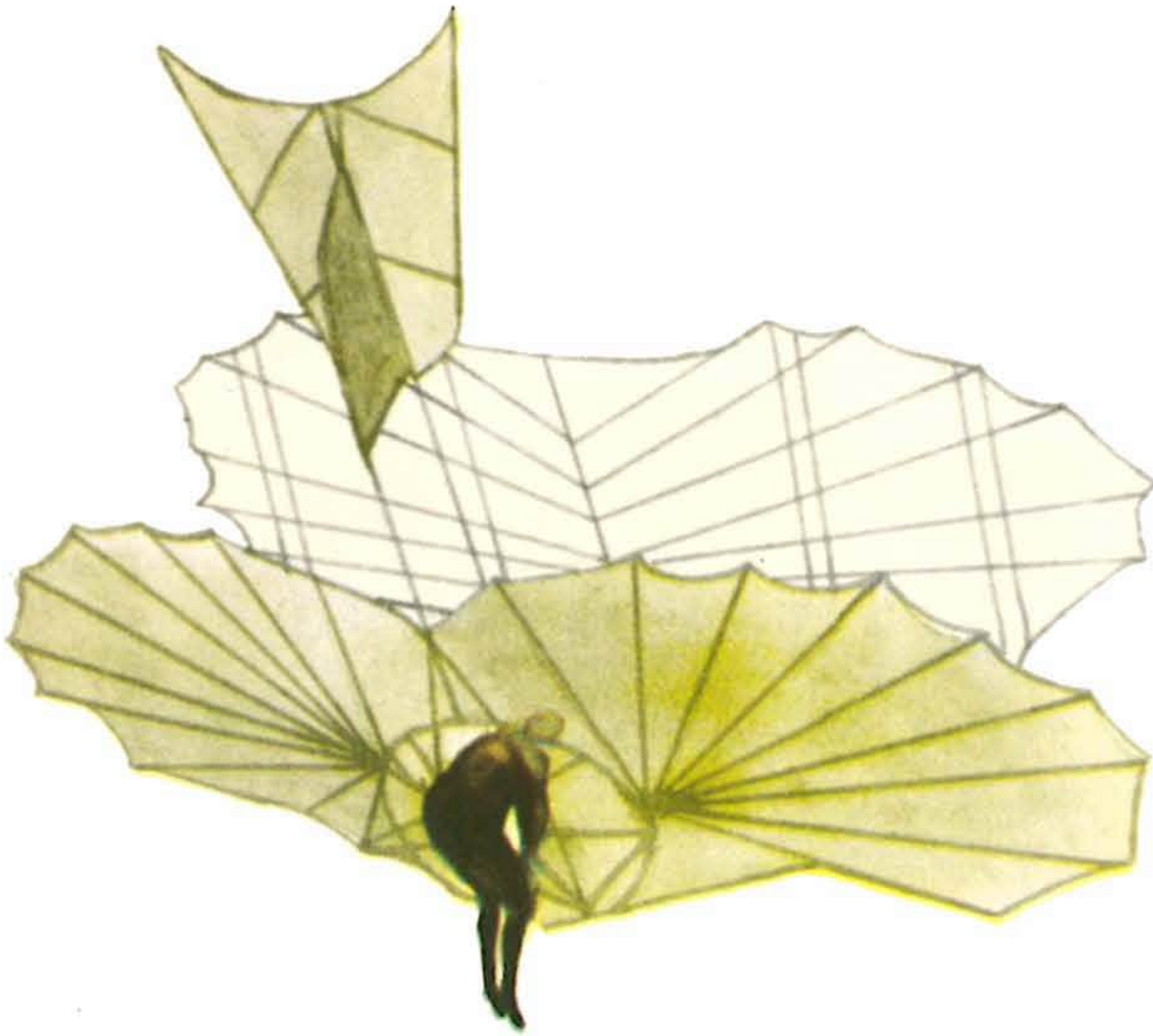
daß es eine Teufelsmaschine sei, und sie verspotteten die in blauen Rauch und Staub gehüllten Erfinder, die sich mit der knatternden Maschine abmühten. Doch es bedurfte nur noch weniger Jahre, um den Motorwagen zu vervollkommen. Und bald riß man sich um das neue Gefährt.

Die ersten Autos ähnelten noch den alten Pferdekutschen, nur daß sie eben nicht von Pferden gezogen wurden. Auf dem Kutschbock saß der Chauffeur, vor ihm war das Steuer und hinter ihm der Motor. Aber es dauerte gar nicht lange, da änderte sich das Aussehen des Autos gründlich. Die Karos-

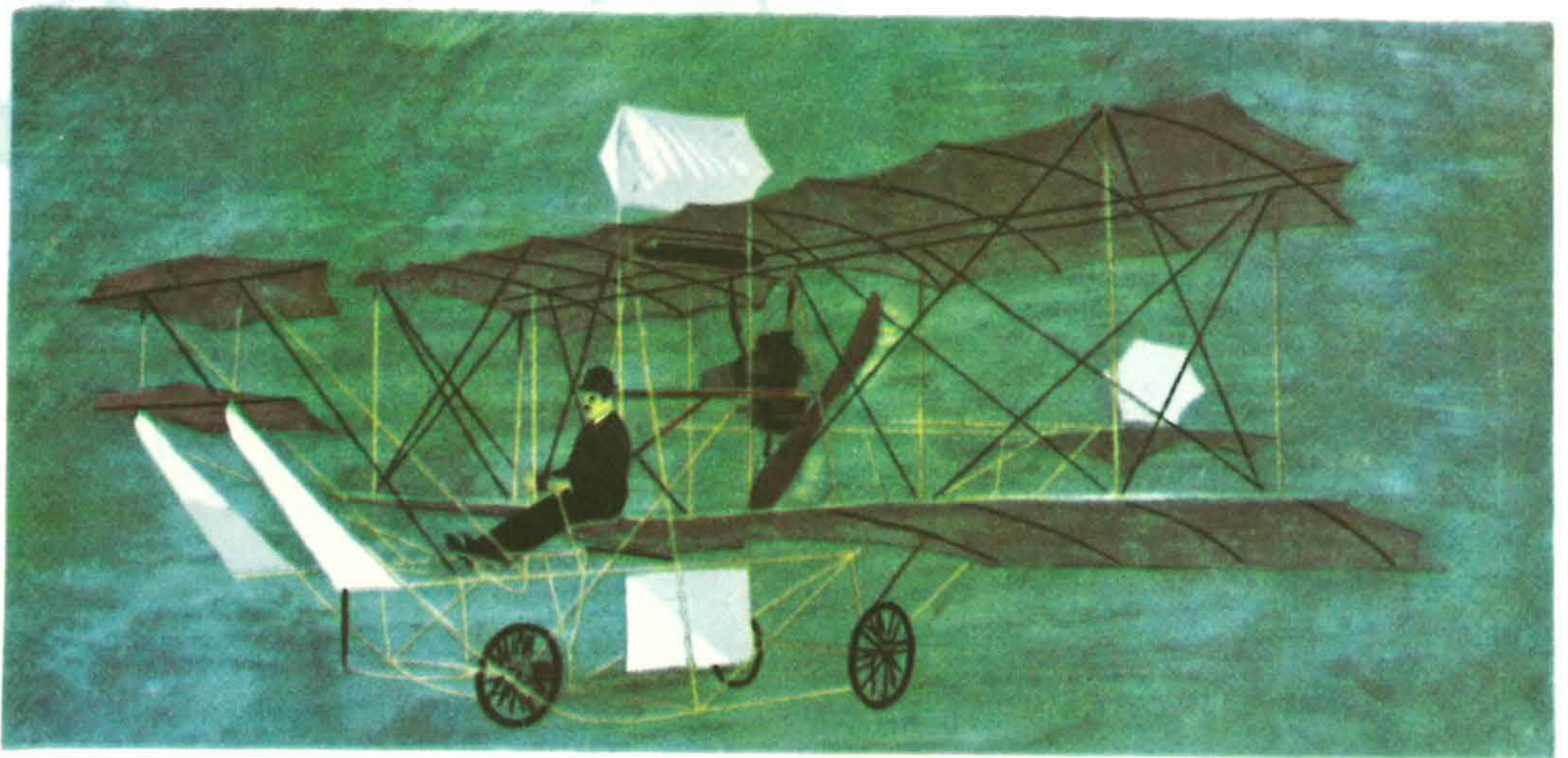
serie nahm eine geschlossene Stromlinienform an.

Es gibt jetzt Rennwagen, die in der Stunde mehr als 600 km fahren, und auf dem Großen Salzsee in den USA wurden bei einem Versuch sogar 800 Stundenkilometer registriert.

Nach der Vervollkommnung des Explosionsmotors konnte nun der Mensch daran gehen, die Luft zu erobern, denn dieser Motor ließ sich in Flugzeuge einbauen! Die ersten Flugzeuge sahen allerdings noch aus wie aus Draht gebastelte Drachen mit Flügeln. Die Wissenschaftler, Konstrukteure



DIE ERSTEN FLUGZEUGE SAHEN NOCH WIE AUS DRAHT GEBASTELTE DRACHEN MIT FLÜGELN AUS



und Piloten experimentierten und probierten immer weiter. Und so wurden der mit großer Geschwindigkeit dahinrasende Rumpf des Flugzeugs, die Tragflächen und die Innenausstattung entwickelt. Nun konnte man bereits weiter in die Höhe, über die Wolken hinaus, fliegen, wo die Luft zum Atmen nicht mehr ausreicht und wo es kälter ist als unten auf der Erde im kältesten Winter.

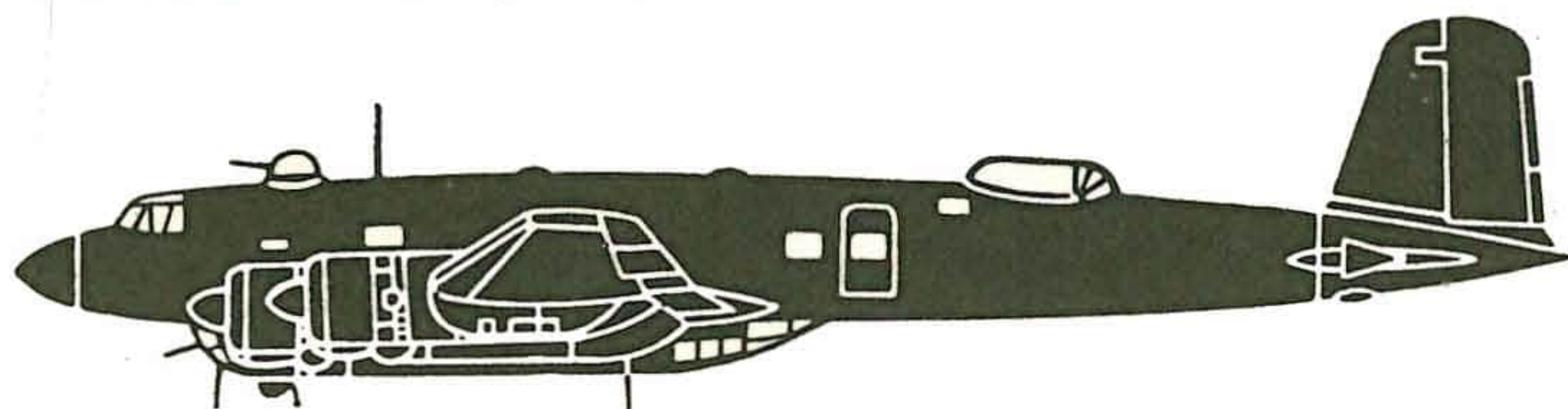
Dann kam eine Zeit, wo sich die Wissen-

schaftler und Konstrukteure vergeblich den Kopf zerbrachen: Das Motorflugzeug ließ sich nicht weiter vervollkommen. Sie mußten etwas ganz Neuartiges erfinden. Und bald erschienen am Himmel die weißen Streifen der Flugzeuge mit Strahltriebwerken.

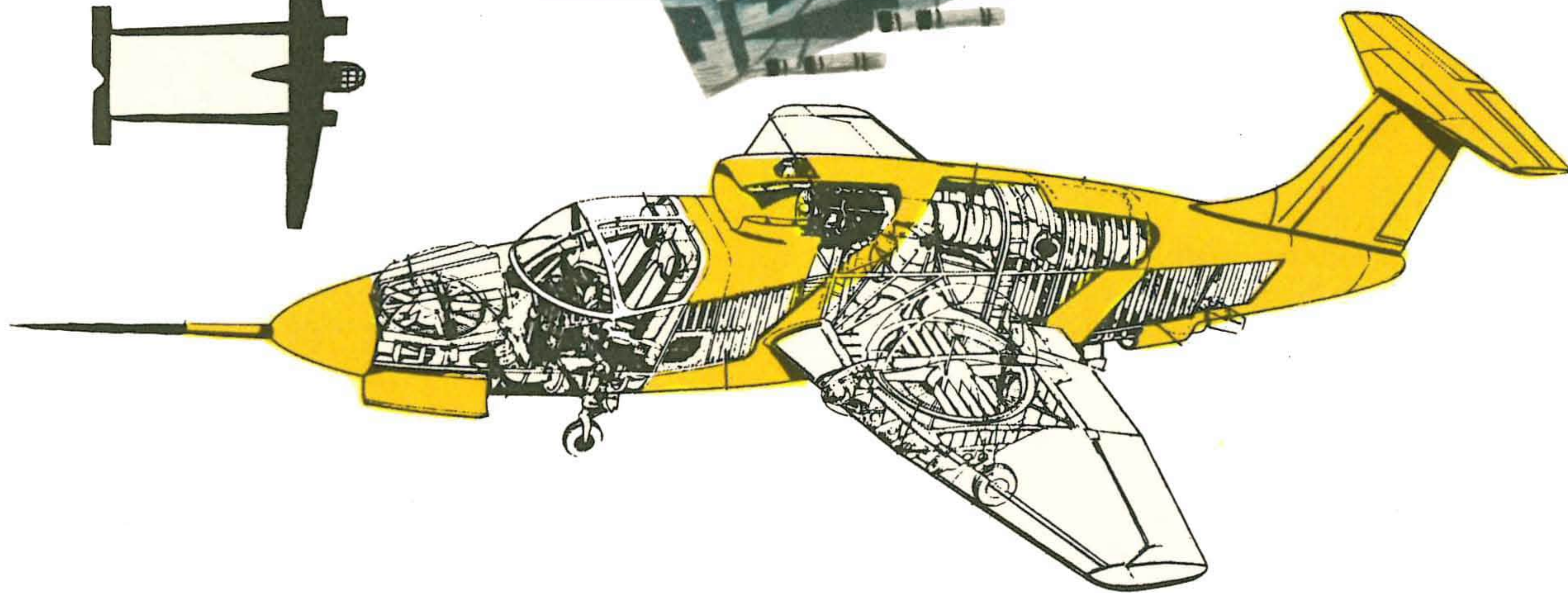
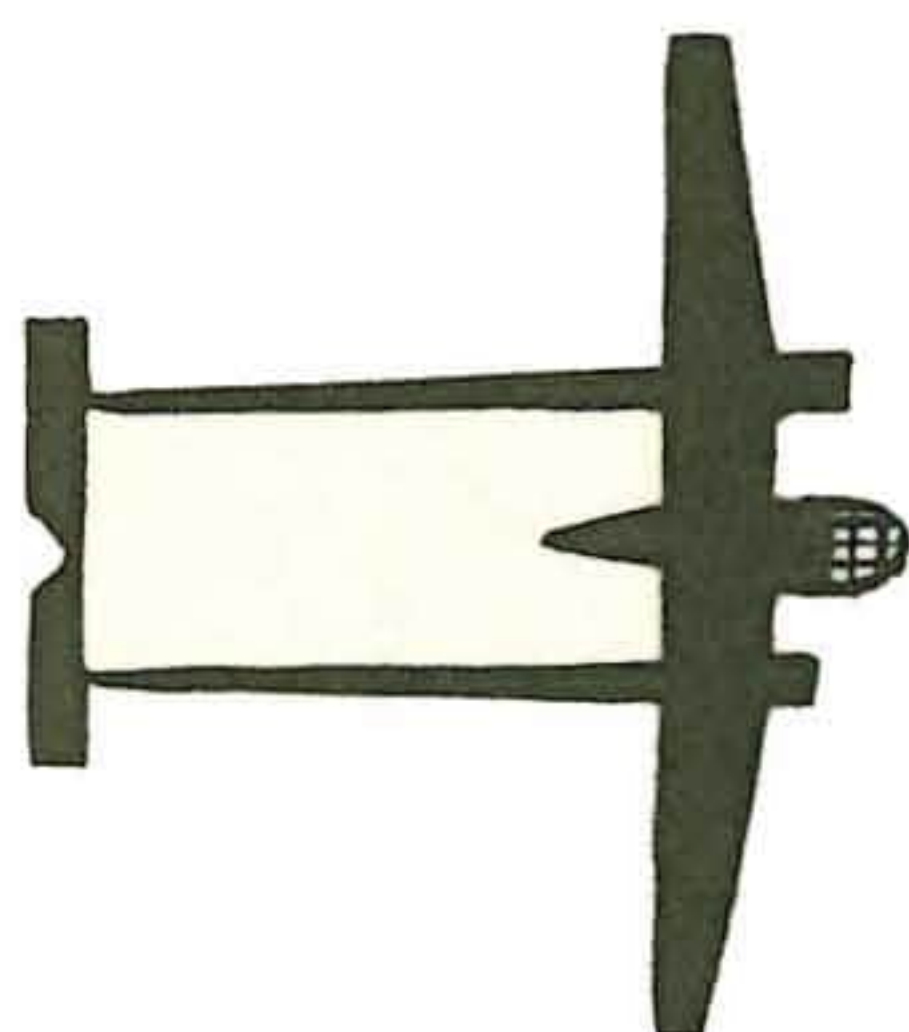
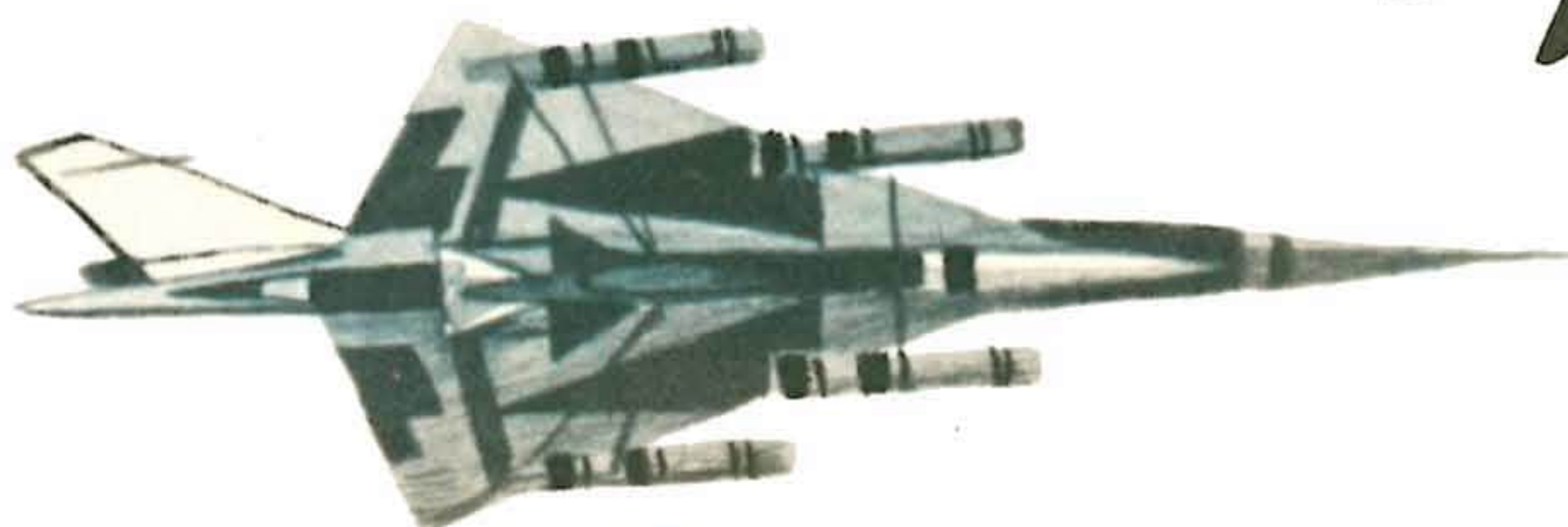
Heute überqueren die Flugzeuge in wenigen Stunden die Ozeane. Sie fliegen in Schichten außerhalb der dichten Erdatmosphäre, in einer Höhe, wo ihnen selbst die



NACH DEN MOTORFLUGZEUGEN...



... TAUCHTEN FLUGZEUGE MIT STRAHLTRIEBWERKEN AM HIMMEL AUF



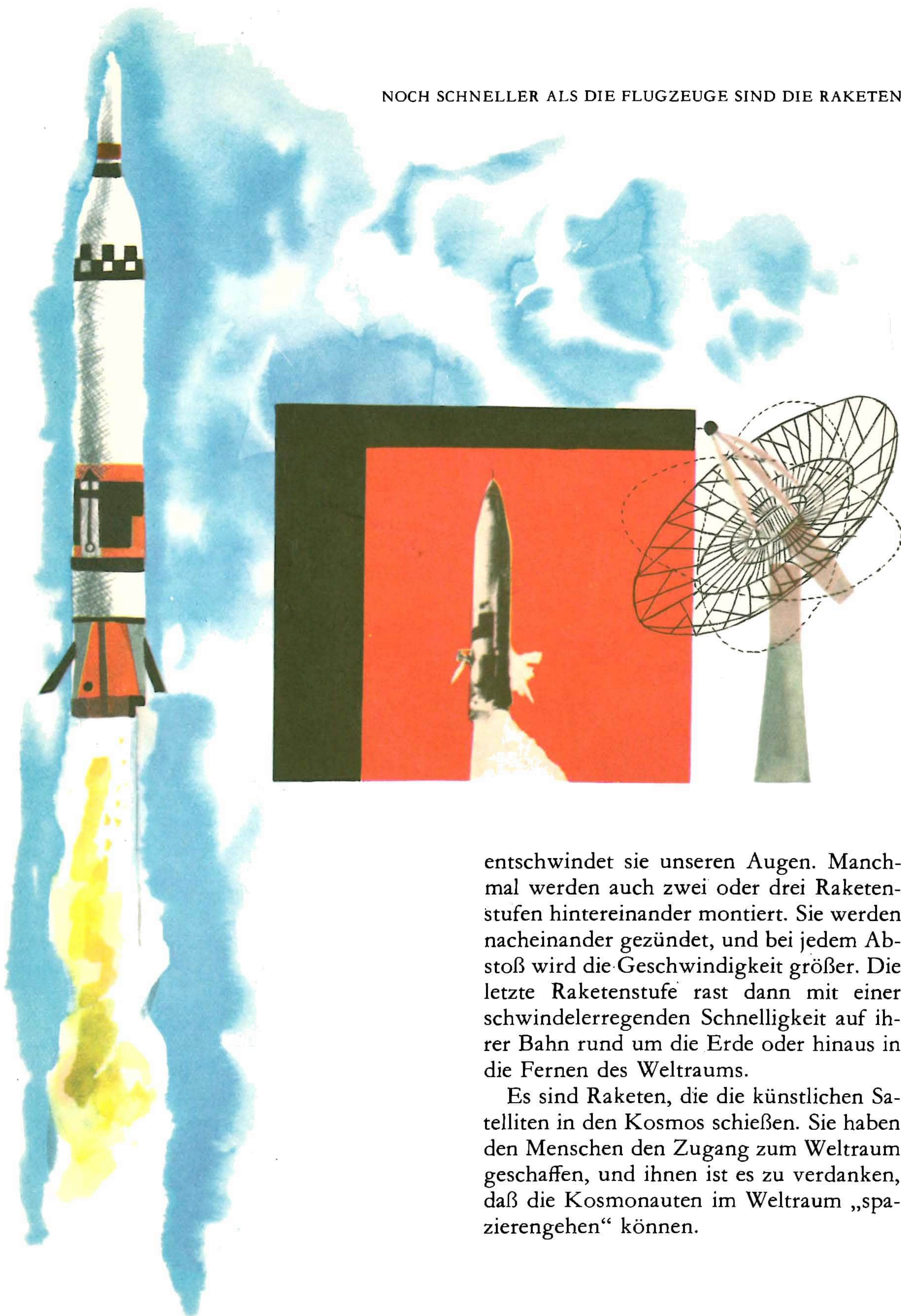
Eisstürme der Polargegenden nichts anhaben können. Die dahinrasenden Flugzeuge von heute haben die größten Entfernungen zusammenschumpfen lassen.

Es werden auch Flugzeuge gebaut, die gar keine Tragflächen besitzen, doch eine große Luftschraube, die über ihrem Rumpf surrt. Sie brauchen nicht über eine lange Rollbahn zu rollen, um sich in die Luft erheben zu können, sondern sie können senkrecht starten und, wenn erforderlich, sogar

in der Luft stehenbleiben. Diese Flugzeuge nennen wir Hubschrauber.

Heute gibt es etwas, was noch schneller ist als ein Flugzeug, das ist die Rakete. Auch sie besitzt keine Tragflächen, ihr Körper hat die Form einer Zigarre. Sie wird durch den Stoß der Verbrennungsgase, die an ihrem Ende entweichen, in die Luft gestoßen. Im Moment des Starts löst die Rakete riesige Flammen aus, und mit einem Donnerknall, der Himmel und Erde erschüttert,

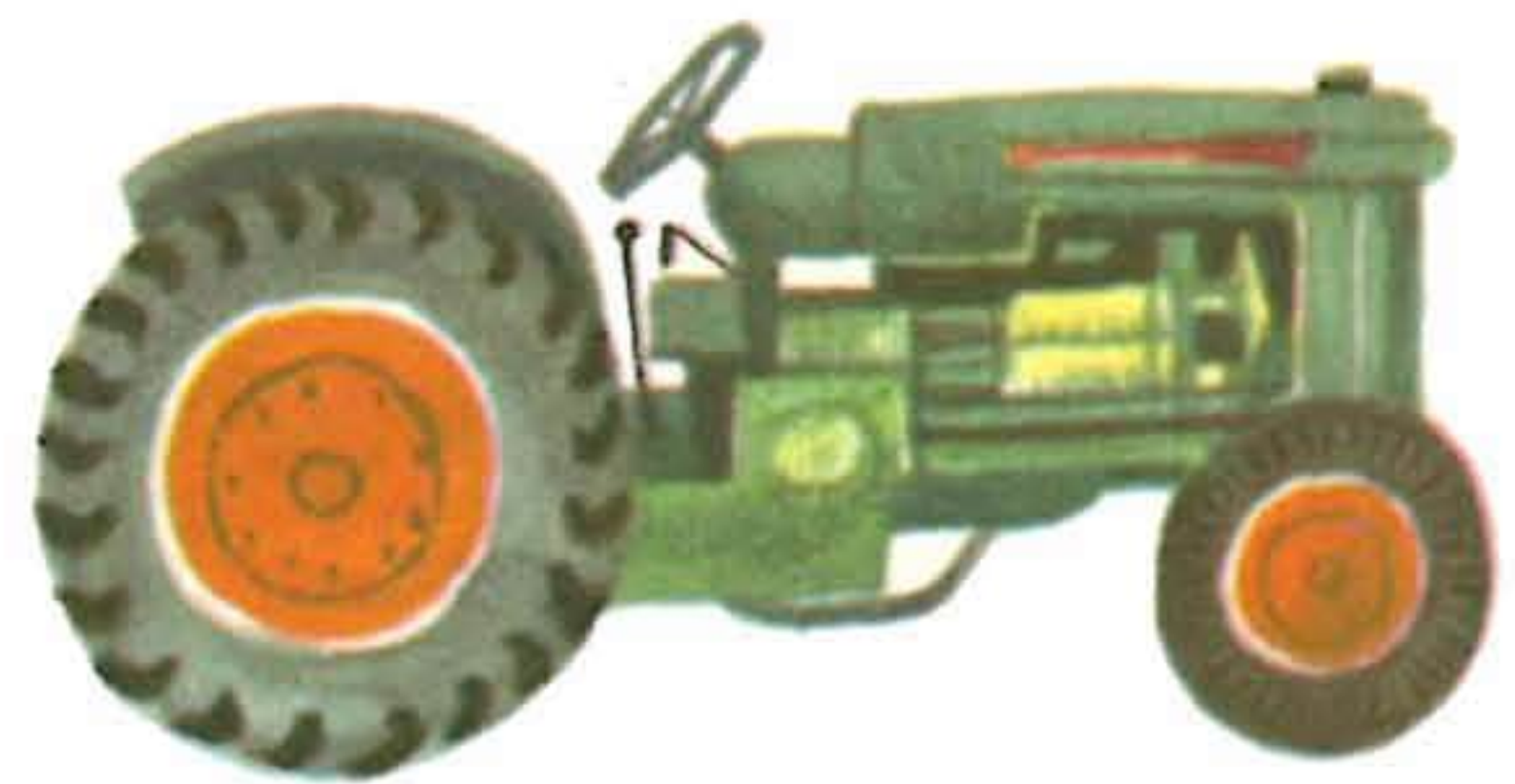
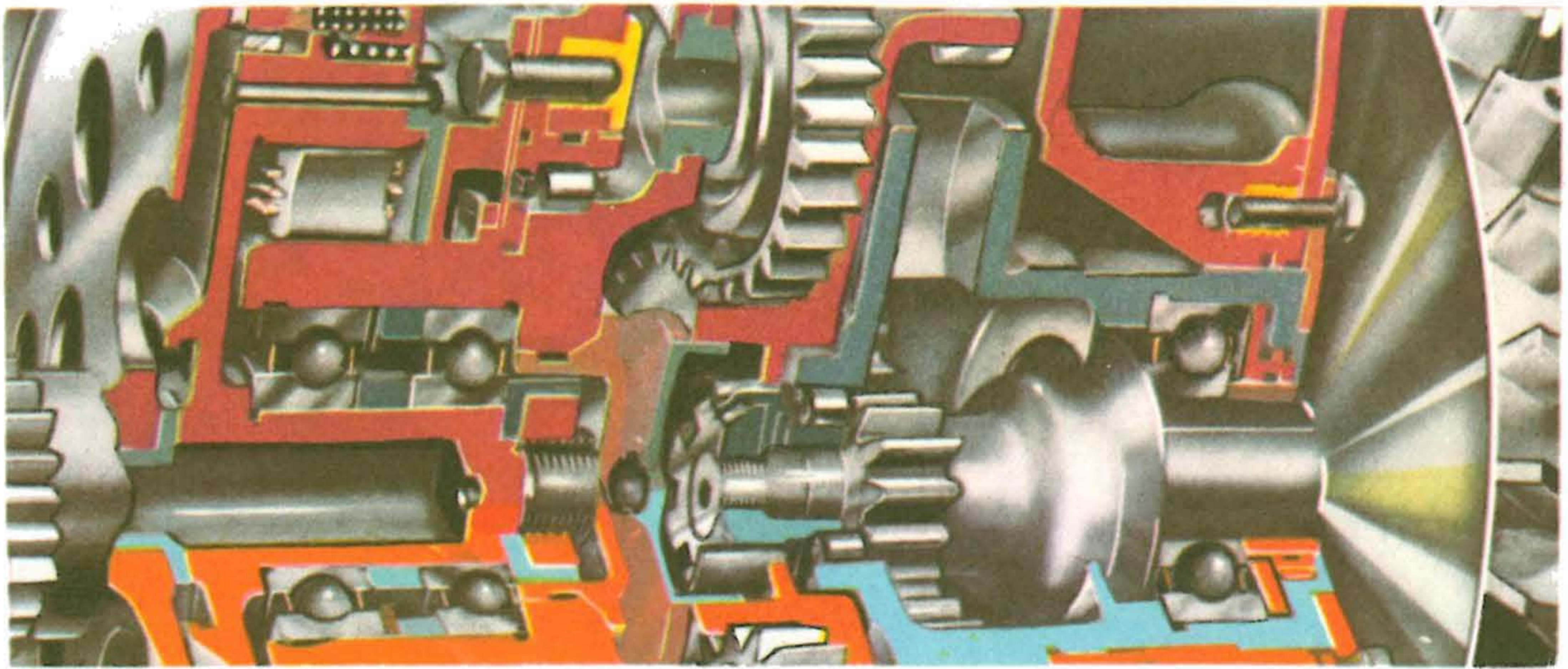
NOCH SCHNELLER ALS DIE FLUGZEUGE SIND DIE RAKETEN



entschwindet sie unseren Augen. Manchmal werden auch zwei oder drei Raketstufen hintereinander montiert. Sie werden nacheinander gezündet, und bei jedem Abstoß wird die Geschwindigkeit größer. Die letzte Raketstufe rast dann mit einer schwindelerregenden Schnelligkeit auf ihrer Bahn rund um die Erde oder hinaus in die Fernen des Weltraums.

Es sind Raketen, die die künstlichen Satelliten in den Kosmos schießen. Sie haben den Menschen den Zugang zum Weltraum geschaffen, und ihnen ist es zu verdanken, daß die Kosmonauten im Weltraum „spazierengehen“ können.

MASCHINEN ALS HELFER DES MENSCHEN

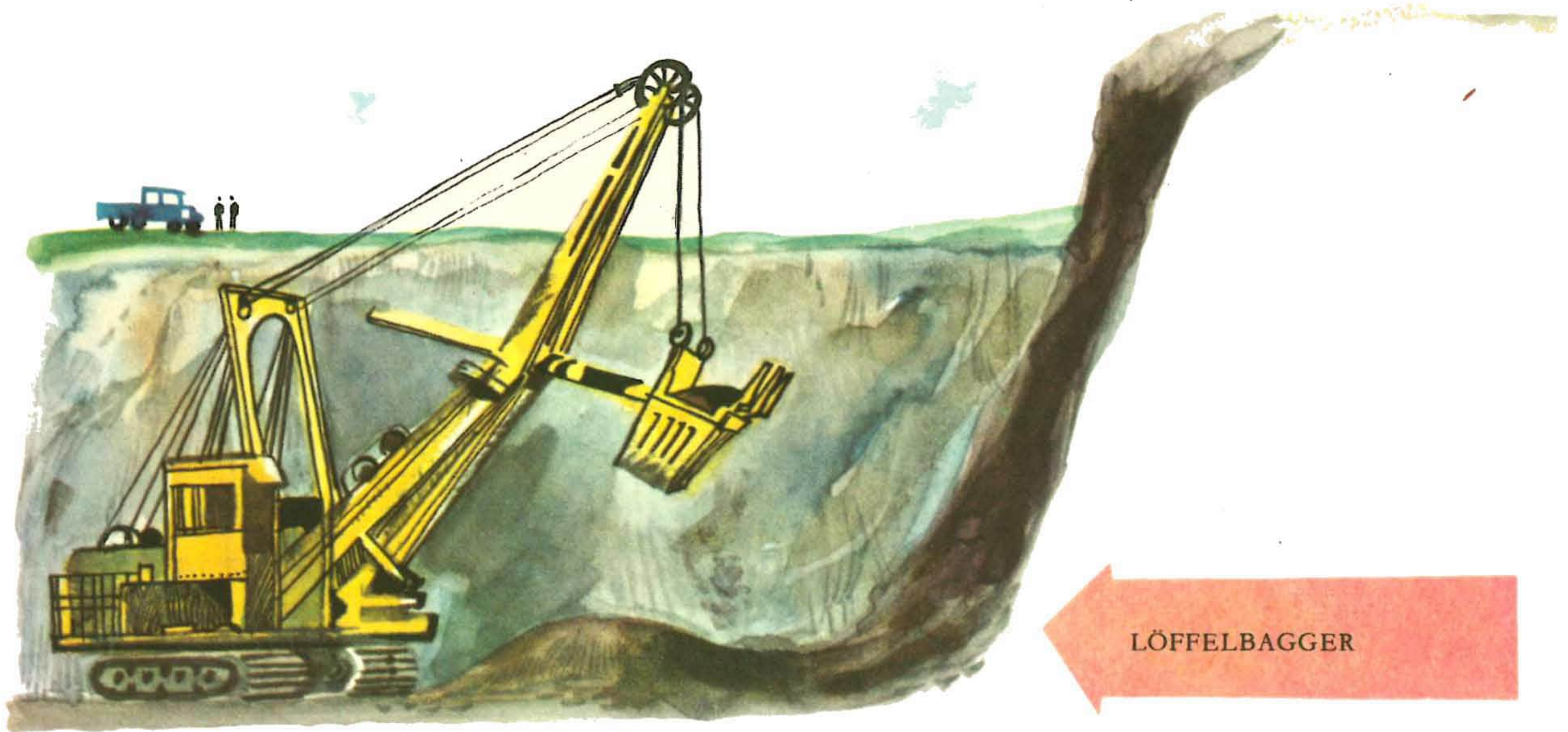


Fast überall, wo Menschen arbeiten, werden auch Maschinen eingesetzt.

Auf den Feldern besorgen Maschinen das Pflügen und Säen, und Mähdrescher ernten das reife Getreidefeld ab. Maschinen legen, behacken und lesen die Kartoffeln. Sie vertilgen und jäten das Unkraut. Maschinen bereiten das Futter für die Tiere und melken die Kühe. Sogar das Bewachen

von Tieren auf der Weide haben sie übernommen.

Maschinen pumpen das Wasser in die Berieselungsanlagen und bewässern die Gemüsebeete. Wenn sich Hagelwolken zeigen, kommen Flugzeuge, um sie zu zerstreuen. Wenn aber die Kulturpflanzen unter der Trockenheit leiden, versucht man mit Raketen, künstlichen Regen hervorzurufen.



Die umfangreichen Erdarbeiten werden fast nur noch von den Maschinen bewältigt. Sie heben Kanäle aus und tragen Hügel ab. Mit einem einzigen Griff kann der Greifer des Abraumbaggers einen ganzen Lastwagen voll Erde füllen. Woanders wieder schieben Planierdraupen Steine und Erde vor sich her.

Auch in den Bergwerken werden Maschinen eingesetzt. Aufzüge verbinden die Erdoberfläche mit den Stollen, die sich in einer Tiefe von mehreren hundert Metern hinziehen.

In diesen langen Gängen transportieren Förderbänder die aus dem Felsen gelösten Erz- und Kohlebrocken. Maschinen ziehen die Grubenwagen, die Hunde, bringen sie zur Erdoberfläche, und oben ziehen sich Seilbahnen hin, die sie weiter bis zu den Güterzügen befördern. Pneumatische Abbauhämmer erleichtern den Häuern die Arbeit, und für ihre Sicherheit werden Bewetterungs- (das heißt Belüftungs-) anlagen und Saugpumpen eingesetzt.

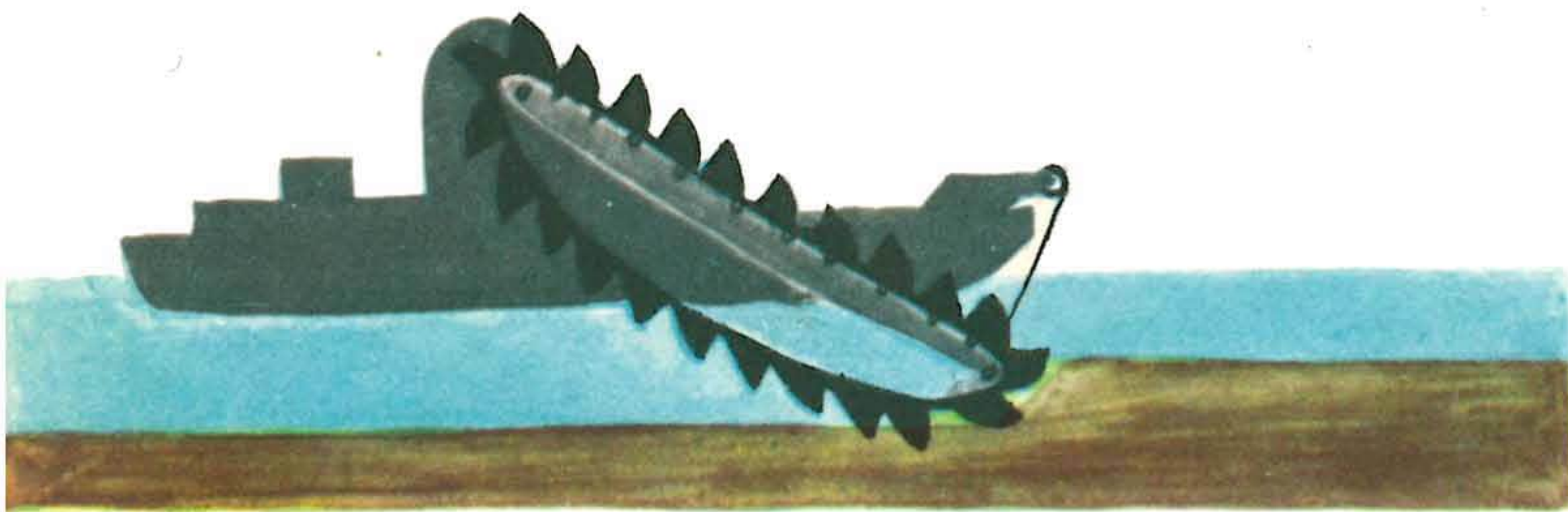
Auch unter dem Wasser arbeiten Maschinen. Die Eimerketten des Saugbaggers

säubern die Flußbetten und baggern den Schiffahrtsweg aus. Brücken werden mit Hilfe von Maschinen gebaut. In den großen Taucherglocken können die Menschen auch unter Wasser arbeiten, denn in sie kann kein Wasser eindringen.

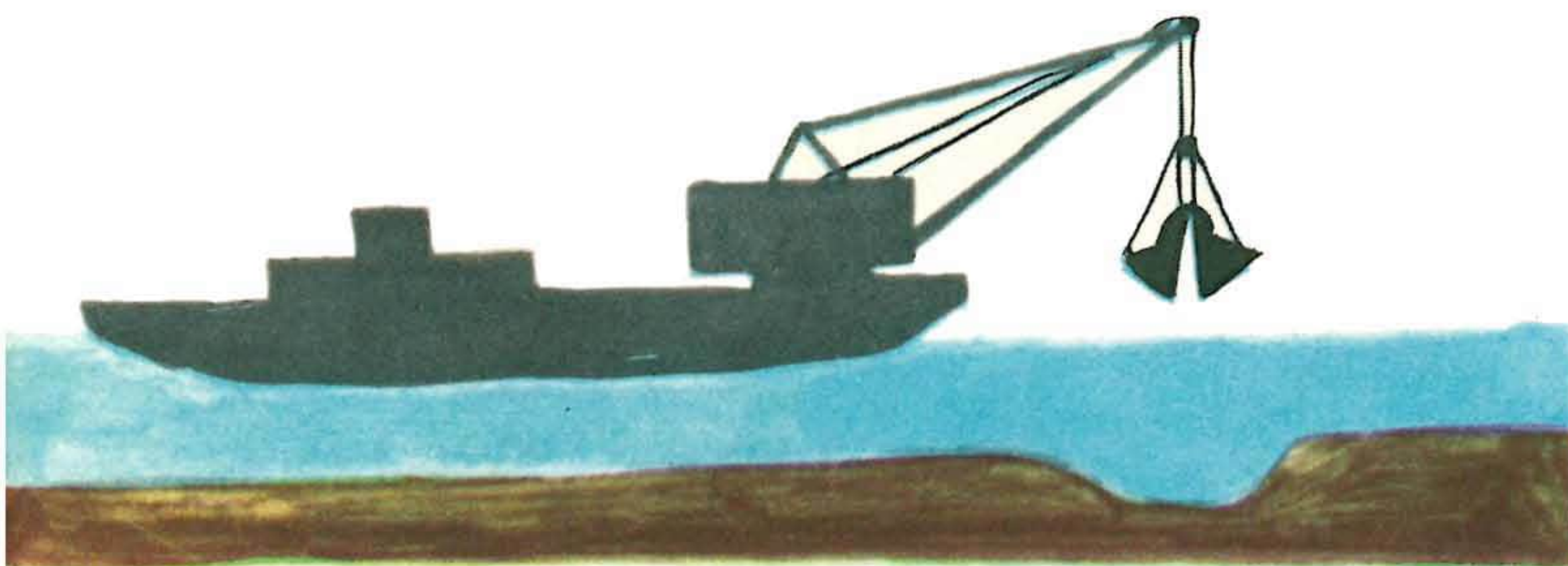
Turmdrehkräne erheben sich überall, wo neue Wohnhäuser errichtet werden. Ziegel und Mörtel werden von Förderbändern transportiert. Auch Betonmischmaschinen, Verputzmaschinen und Aufzüge werden dort eingesetzt. Und wieviele Maschinen können wir erst beim Bau von Staudämmen sehen! Der Staudamm ist eine mächtige Mauer, die den Lauf eines Flusses zwischen zwei Gebirgszügen absperrt, damit das Wasser des Flusses zu einem See gestaut werden kann. Da fahren Aufzüge auf und ab, mächtige Hebekräne und Steinbrecher,

Betonmaschinen, Bodenstampfmaschinen und Schweißmaschinen summen und kreischen. Schließlich geht es hier darum, einen richtigen Wall aus Stein, Eisen und Beton zu errichten, damit der Staudamm dem ungeheuren Druck des Wassers standhalten kann.

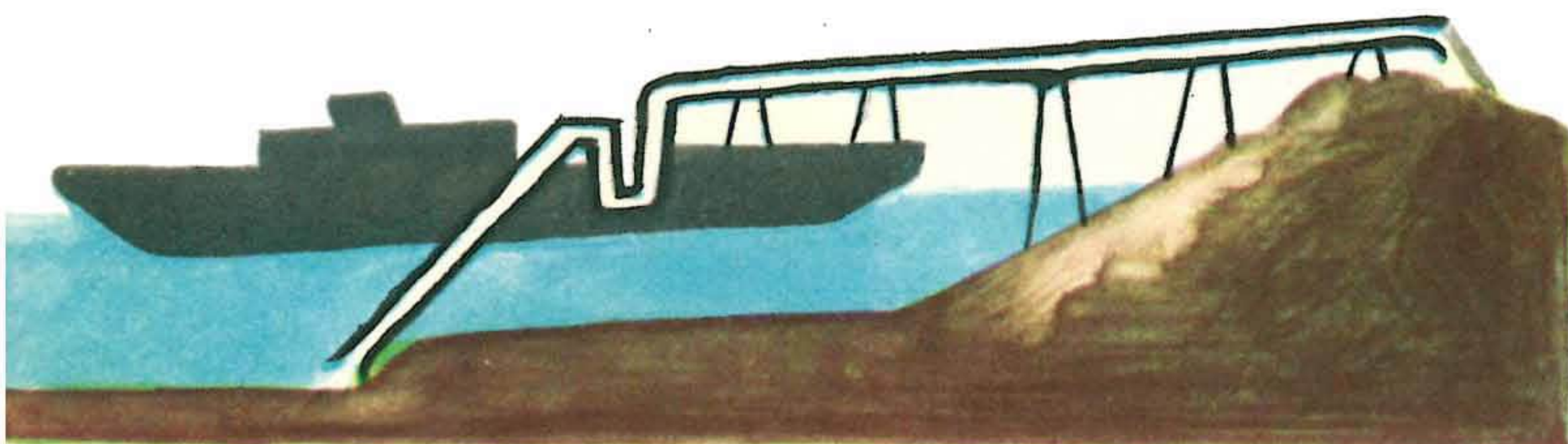
Straßen führen durch die Wälder, über die weiten Ebenen und Berge. Die Straßenbauer kennen heute praktisch keine Hindernisse mehr. Seitlich an schroffen Felsen sprengen sie künstliche Straßen aus, und mitten durch die Berge treiben sie Tunnel in das Gestein. Sümpfe und Wüsten müssen durchquert werden. Auch dabei helfen die Maschinen. Es gibt sogar Maschinen, die gleichzeitig Löcher in den Felsen hauen, planieren, das Erdreich feststampfen und die Straße betonieren.



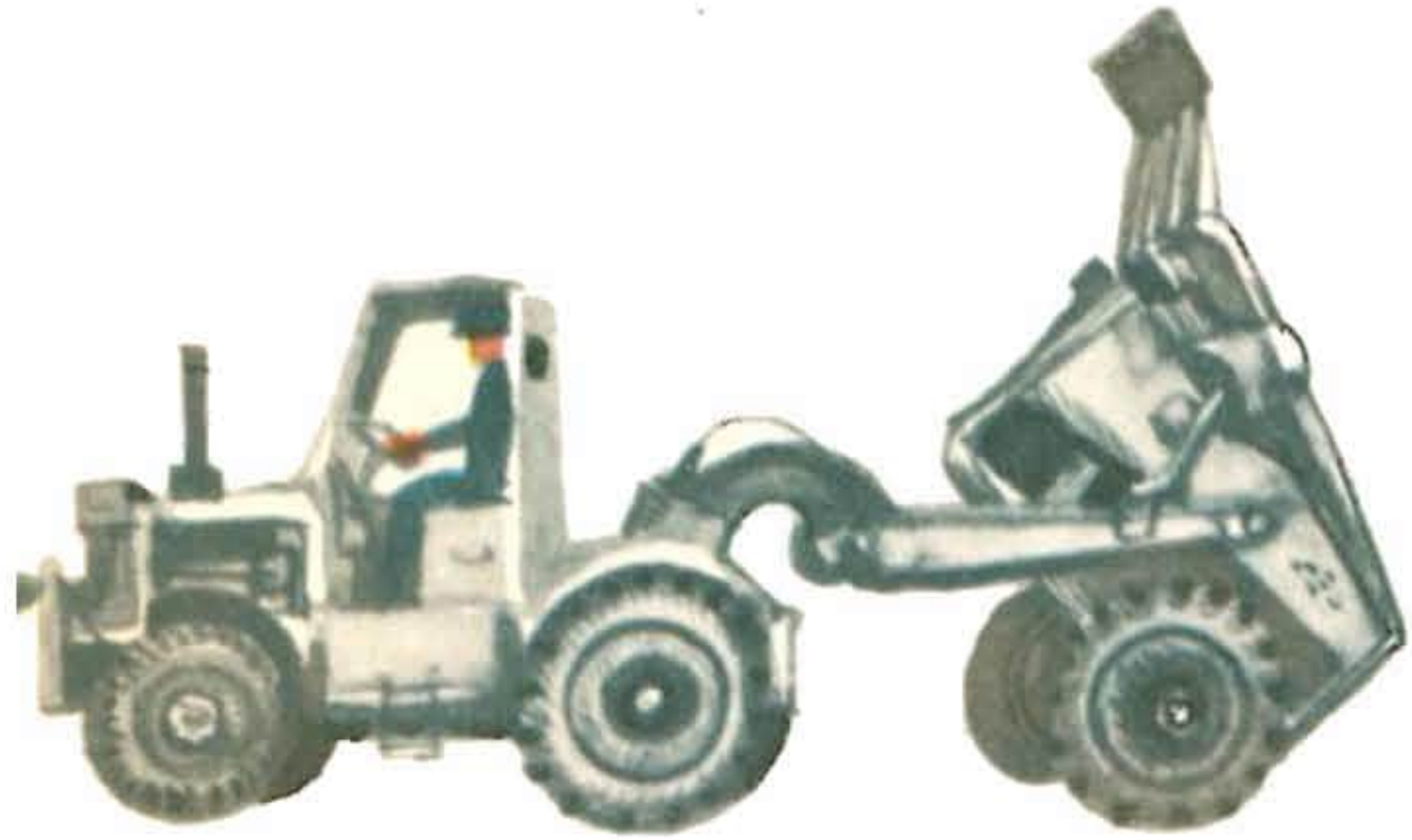
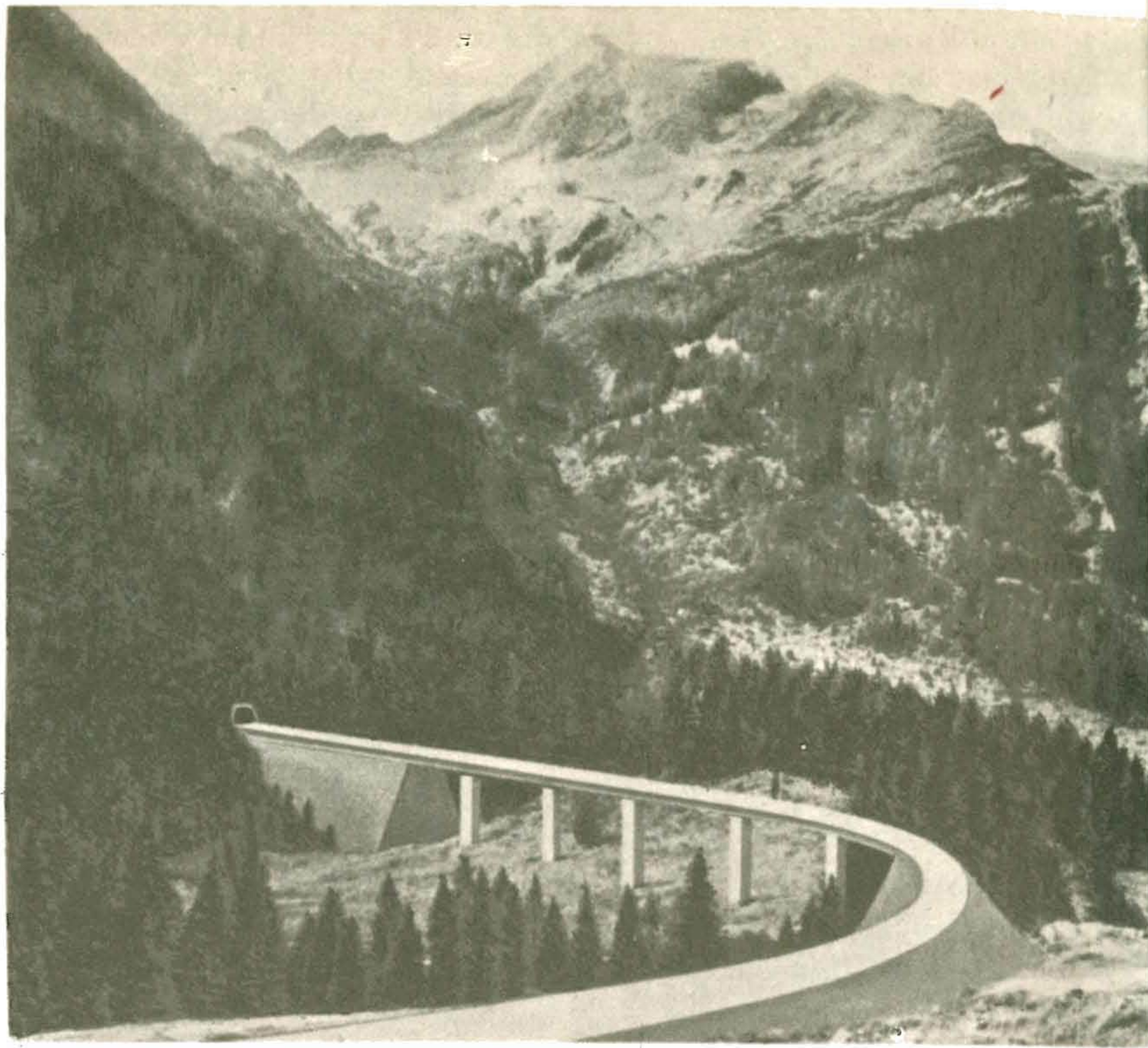
SCHIFFSEIMERKETTENBAGGER



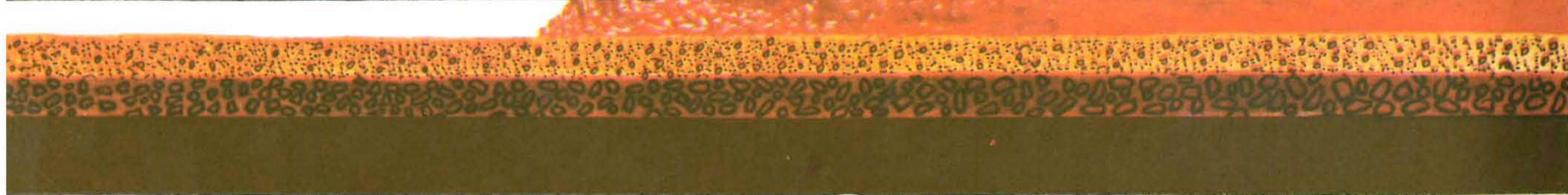
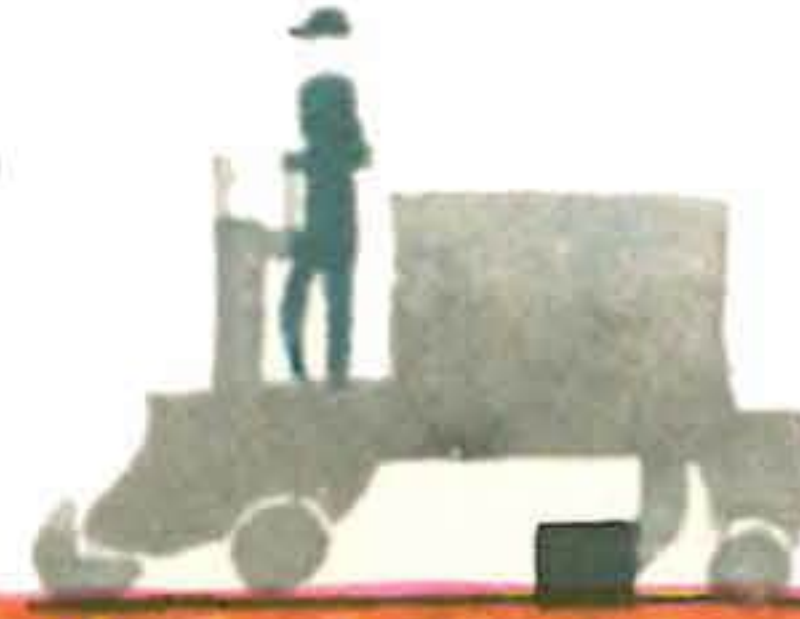
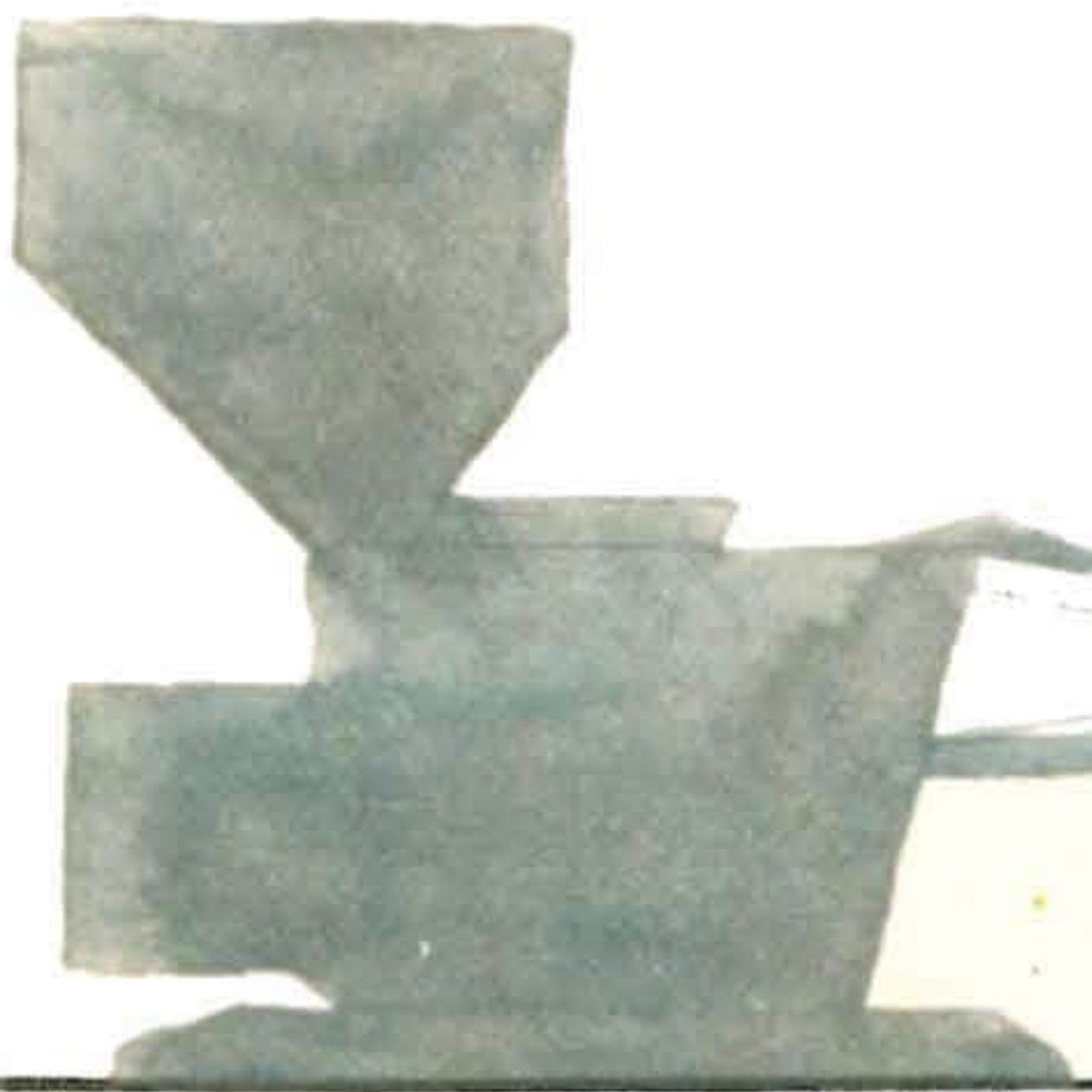
SCHIFFSGREIFBAGGER



SCHIFFSSAUGBAGGER



STRASSENBAUMASCHINEN



Auch die Ärzte sind auf die Hilfe der Maschinen angewiesen. Röntgenapparate durchleuchten den Körper und zeigen dem Arzt, wo die Krankheit sitzt. Auch maschinelle Herz-Lungen-Apparate und künstliche Nieren werden oft eingesetzt. Kleine, empfindliche Geräte, wahre Wunderwerke der Technik, beobachten die Kranken, um die richtige Heilungsmethode ausfindig zu machen.

In den Büros sind die Maschinen ebenso unentbehrlich geworden: da klappern die Schreibmaschinen, die Vervielfältiger, die Buchungs- und Rechenmaschinen.

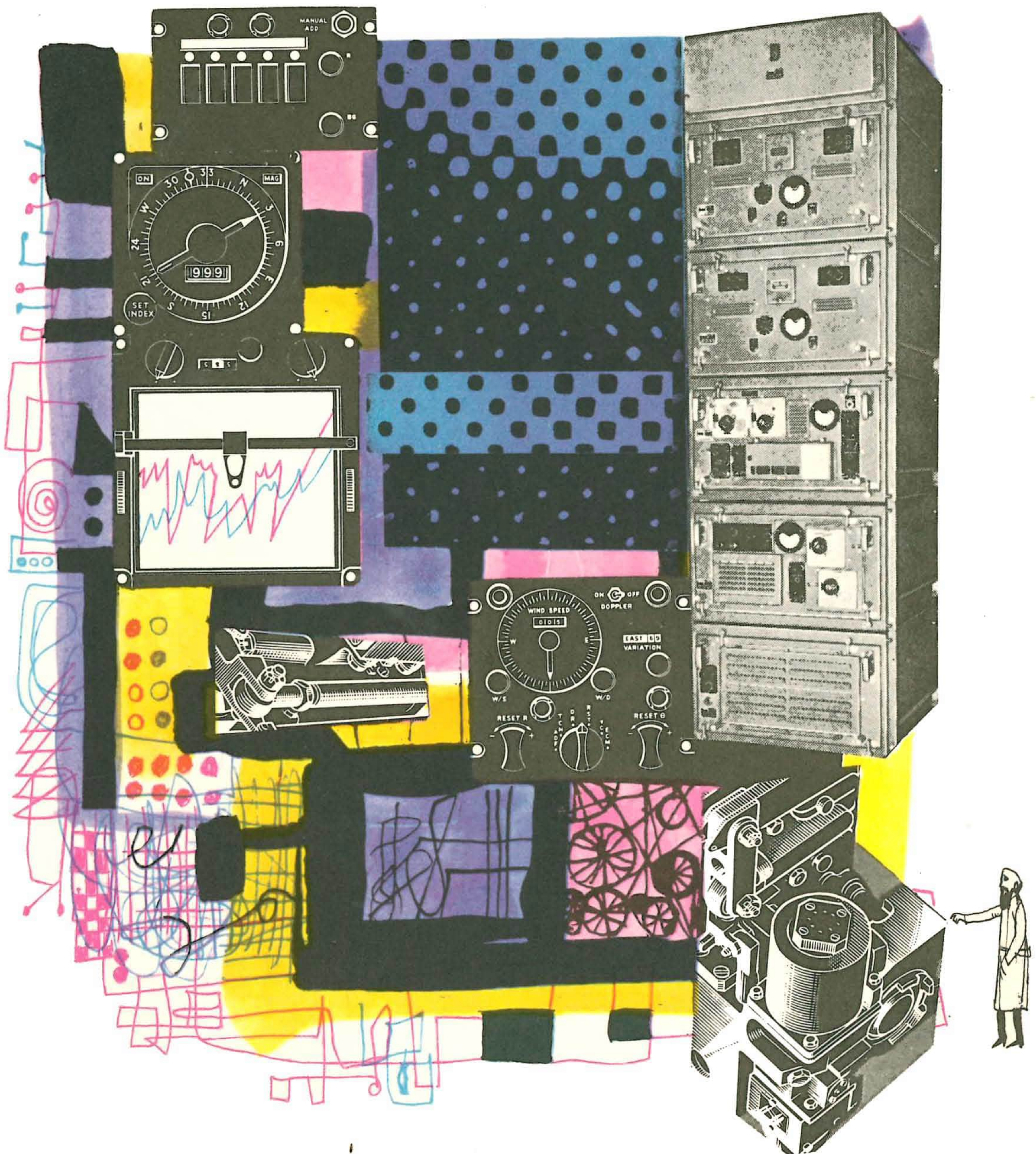
Auch dem Wissenschaftler helfen Maschinen. Sie machen mit bloßem Auge nicht mehr sichtbare Teilchen wahrnehmbar, messen und klassifizieren sie oder trennen sie auch voneinander. Mit Hilfe von Ultramikroskopen können die Wissenschaftler

beobachten, was in dieser unsichtbaren Welt geschieht.

Mit Unterstützung der Maschinen können sie auch Stoffe herstellen, die es in der Natur gar nicht gibt. Dazu sind allerdings Maschinengiganten erforderlich, die so groß sind wie eine ganze Fabrik und die so viel Strom verbrauchen wie eine Stadt.

Mit Maschinen können die Wissenschaftler Wärme erzeugen, ohne ein Feuer anzuzünden, so zum Beispiel im Atommeiler.

Es gibt Maschinen, mit denen man außerordentlich schwierige mathematische Aufgaben lösen kann, die sogenannten Elektronenrechner.





Viele Maschinen arbeiten also heute in den Fabriken, auf den Feldern und in den Forschungsinstituten, aber neben jeder Maschine steht ein Mensch, der sie leiten muß.

Es ist der Mensch, der alles das vermag, er ist es, der den Fortschritt bestimmt. Immer mehr wird er zu einem Riesen, der die Elemente zählt und neue Energiequellen schafft.

INHALTSVERZEICHNIS

DIE WUNDERWELT DER MASCHINEN	3
DIE HAND ALS HELFER BEI DER ARBEIT	6
DIE „WISSENSCHAFT“ DER URMEN- SCHEN	9
DAS FEUER — EIN KOSTBARER SCHATZ	15
HÜTTEN UND PALÄSTE	22
MAGISCHE ZEICHNUNGEN	29
FORSCHER UND HANDWERKER	36
RUND UM DIE BURGEN	49
WÄRME WIRD IN BEWEGUNG UM- GEWANDELT	57
ELEKTRIZITÄT TREIBT DIE MASCHI- NEN AN	64
IM RAUSCHE DER GESCHWINDIGKEIT	72
MASCHINEN ALS HELFER DES MEN- SCHEN	89

© László Dala

Printed in Hungary

Druckerei Offset

Alle Rechte vorbehalten — Der Kinderbuchverlag Berlin

Lizenz-Nr. 304/270/347/70-(10)

1. Auflage

ES 9 F Preis 9,80

Für Leser von 11 Jahren an

Vertrieb in der DDR und in den sozialistischen Ländern ausgenommen die Ungarische Volksrepublik

