



## **Die Anfänge der Naturbeherrschung**

Frühformen der Mechanik

**Weule, Karl**

**Stuttgart, 1921**

8. Schiefe Ebene, Keil und Schraube. Die schiefe Ebene als Rampe und als Keil. Die Rampe im alten Orient und im neolithischen Europa. Die Megalithen der Alten Welt und Ozeaniens. Ernst Machs Ansicht ...
- 

[urn:nbn:de:hbz:466:1-79334](#)

wellenförmiger Körper gelangt. Eine Ausnahme bildet lediglich die Baumwollentkernungsmaschine, wie sie bei den Batta auf Sumatra, in Hinter- und Vorderindien und einzelnen Teilen Hochasiens gebräuchlich ist. Abbildung 26 gibt eine solche Maschine wieder.

Wie wir sehen, ist von einem größeren Rad oder auch nur einer stärkeren Welle bei ihr keine Rede, man muß das Wellrad vielmehr in einem anderen Bestandteil suchen. Das ist nun die Kurbel, mit der die untere Welle gedreht wird, worauf sie durch das Schraubensystem am anderen Ende auch die obere Welle in Umdrehung versetzt. Indem man die Baumwollflocken zwischen beiden Wellen hindurchtreibt, quetscht man die Samenkörner heraus.

Diese Kurbel läßt sich als zweierlei auffassen: als Hebel und als der ideelle Teil einer Rolle, die man sich ja auch ohne Schwierigkeit als voll denken kann. In diesem Augenblick hätten wir dann das

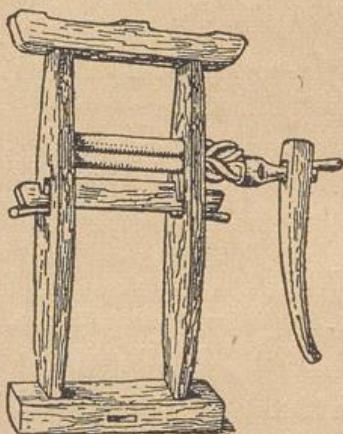


Abb. 26. Südasiatische Baumwoll-Entkernungsmaschine.

wirkliche Wellrad vor uns. Die Bewegungsübertragung von einer Walze auf die andere durch horizontale Schraubenräder ist deswegen merkwürdig, weil solche Schraubenräder, wie Horwitz meint, in der europäischen Technik erst sehr spät, wahrscheinlich erst seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts, verwendet worden sind, während sie in Indien vermutlich auf ein hohes Alter zurückblicken. In ihnen hätten wir damit also endlich einmal eine Erfindung höheren Grades, die nicht von unserer sonst alles überragenden Rasse vorweggenommen worden ist. Im übrigen hat bei dieser Maschine auch der Keil sehr reichlich Verwendung gefunden: zunächst bei der Befestigung der Kurbel an der unteren Welle selbst; sodann bei dem unter dem Walzenpaar befindlichen Brett, welches mit ihrer Hilfe in die Höhe getrieben werden kann. Die Wirkung überträgt sich dann durch zwei im Innern der Pfosten laufende Gleitstücke auf die untere Walze, die damit fester gegen die obere gepreßt wird.

men worden ist. Im übrigen hat bei dieser Maschine auch der Keil sehr reichlich Verwendung gefunden: zunächst bei der Befestigung der Kurbel an der unteren Welle selbst; sodann bei dem unter dem Walzenpaar befindlichen Brett, welches mit ihrer Hilfe in die Höhe getrieben werden kann. Die Wirkung überträgt sich dann durch zwei im Innern der Pfosten laufende Gleitstücke auf die untere Walze, die damit fester gegen die obere gepreßt wird.

## 8. Schiefe Ebene, Keil und Schraube.

Auch von dieser zweiten Gruppe der einfachen Maschinen sind uns bereits vereinzelte Anwendungsarten begegnet. Die schiefe Ebene tritt in doppelter Weise als Maschine auf: als Rampe und als Keil. Der Unterschied besteht darin, daß bei der Rampe die schiefe Ebene stehen bleibt, während das Gleitstück, indem es gehoben wird, die

Ebene entlang gleitet; beim Heil hingegen wird die schiefe Ebene selbst verschoben, so daß das Gleitstück gehoben wird.

Die Rampe spielt in unserem unendlich vielgestaltigen Verkehrsleben eine bedeutsame Rolle. Keine Überführung einer Landstraße oder einer Eisenbahn über die andere, kein Güterbahnhof ohne ihre mehr oder minder gleichmäßig geneigte Fläche; ja selbst Wasserfahrzeuge befördert man, wie das bekannte Beispiel des Oberländischen Kanals in Westpreußen beweist, auf diese bequeme Weise von einer Höhenlage auf die andere. Ohne die Rampe wären der moderne Massen- und Schnelltransport überhaupt nicht zu denken. Man kann sie daher als ein Kind der Gegenwart bezeichnen.

Das hindert indessen nicht, daß sie auch schon in alter Zeit und sogar auch bei den Völkern niedrigerer Kulturstufe ihre Würdigung gefunden hat. Wer sich den Transport jener Steinkolosse vorstellt, wie sie zu den gigantischen Bauten der alten Ägypter, den Pyramiden und Tempelanlagen, sowie zu den Denkmälern der Babylonier und Assyrer verwendet worden sind, kommt ohne die theoretische Zuhilfenahme von Anrampungen gar nicht aus. Tatsächlich hat die Fortbewegung denn auch auf solchen bis zu den Spitzen der Pyramiden hinauf stattgefunden, wobei die Blöcke selbst auf Schleifen oder Kufen ruhten, die man entweder ohne ein anderes Hilfsmittel als die Zugkraft ungeheurer Menschenmassen oder aber auf untergelegten Rundhölzern weiter schaffte.

Etwa gleichzeitig mit ihrer Rolle im Zweistromland und am Nil hat die Rampe eine Blütezeit auch im Westen des Mittelmeeres und in Westeuropa erlebt. Das ist die Zeit der Megalithen (megas = groß, lithos = Stein) oder, wie wir volkstümlich sagen, der Hünengräber. Auch wer diese gewaltigen Steinplatten sieht, wie sie die Dolmen und Ganggräber Norddeutschlands, Nordhollands, Englands, kurz der ganzen Umrandung der Nordsee, auch Portugals und des Nordrandes von Afrika von Marokko im Westen bis zur Halbinsel Barka im Osten überdecken, oder jene ebenso wuchtigen langgeformten Blöcke, wie sie unter dem Namen Menhir und Bautasteine als stimmungsvolle Zeugen eines heroischen Kultus oder einer ebenso kraftvollen Pietät aus dem Boden derselben Erdstellen in eine ganz, ganz anders geartete Gegenwart hereinragen, der wird sich fragen müssen, wie anders jene alten Baumeister diese Massen hätten bewegen und aufrichten sollen als eben auch wieder unter Zuhilfenahme der Rampe. Belege haben wir meines Wissens nicht, doch bleibt keine andere Vorstellung übrig. Mit Platten von mehreren Dezimetern Dicke und mehreren Metern Länge und Breite und Blöcken von Hunderten von Zentnern an Gewicht hantiert man

vor dem Zeitalter hydraulischer und elektrischer Krane und Hebezeuge nicht ohne weiteres.

Außerhalb des europäisch-mittelmeerischen Kulturkreises sind Megalithen über alle Erdteile außer dem Festland Australien verbreitet; sie finden sich in reicher Anzahl in Vorderindien, wo gewisse Völkerschaften sie bis in die Neuzeit hinein errichtet haben, und sind auf zahlreichen Inseln Mikro- und Polynesiens festgestellt worden, wo im allgemeinen kein Mund mehr Kunde über Alter, Zweck und Herstellungsart der Steinbauten zu geben vermag. Dort finden sich gewaltige, viele Meter lange und breite, meist aus zyklopisch schweren, viele Tonnen wiegenden Steinblöcken errichtete Terrassen und Plattformen, Pyramiden und straßenähnliche Anlagen, menhirartige Steinobelisken und Nachbildungen der menschlichen Gestalt u. a. mehr. Auf der Karolineninsel Ponape gibt es eine ganze heilige Stadt, die nur vom Adel und den Priestern betreten werden darf und eine Fläche von nicht weniger als  $1\frac{1}{2}$  bis 2 qkm bedeckt. Sie besteht aus 92 Gehegen aus Korallensteinplattformen, die mit Basaltmauern von 3 bis 10 Meter Höhe eingefasst sind. Von ihnen allein wissen wir, daß man die Steine auf Flößen von weither herbeigeschleppt und mit Hilfe richtiger Baugerüste, Rampen und Hebel an Ort und Stelle gebracht hat. Wie dagegen die alten Bewohner der Osterinsel die riesigen Massen ihrer berühmten Steinidole bewegt und aufgerichtet haben mögen, entzieht sich wohl für immer unserer Kenntnis. Da es sich um Monolithe handelt, die im Durchschnitt 7—8 Meter aus dem Erdboden herausragen, so kann auch hier keine andere Möglichkeit als die Beförderung des langen Steinblocks eine schiefe Ebene hinauf in Frage kommen, die unmittelbar neben der Vertiefung lag, in der man das Idol aufrichten wollte. Theoretisch erscheint dann das Hinabkippen des freien Steinendes in die Baugrube sehr leicht; in Wirklichkeit wird es den polynesischen Baumeistern arge Kopfschmerzen verursacht haben.

In seinem kleinen, aber gedankenreichen Buch „Kultur und Mechanik“ (Stuttgart 1915) meint der Physiker Ernst Mach, man dürfe die zwangsläufige Verwendung ungeheurer Mengen von Sklaven, wie sie bei den Riesenbauten Mesopotamiens und Ägyptens zum Transport jener Steinmassen üblich war, nicht ohne weiteres verdammen, so drakonisch auch die Strafen bei der mühseligen Arbeit mit den rohen Hilfsmitteln gewesen sein möchten; ja sie könne neben einem ethischen sogar auch ein kulturhistorisches Verdienst für sich in Anspruch nehmen. Vordem habe man kriegsgefangene Feinde entweder gefärbt oder geblendet; jetzt, nach ihrer Heranziehung zu nutzbringender Arbeit, sei man ohne weiteres dazu übergegangen, die haarsträubenden Grausamkeiten zu mil-

dern, bis sie schließlich verschwinden. Auf technischem Gebiet aber sei das Zusammenschweißen vieler Kräfte zu einem Zweck die erste größere Erfindung orientalischer Machthaber gewesen.

Mit seinen beiden Beobachtungen singt der seither verstorbene Historiker und Philosoph der Mechanik das Loblied sowohl der Arbeit wie der Organisation; ohne beides wären in der Tat weder die altägyptischen noch die mesopotamischen Kulturen möglich und denkbar gewesen, denn hier wie dort zwang die ungleichartige Wasserführung der lebenspendenden Ströme zu Eingriffen in die Natur, die nur mit der organisierten Arbeit ganzer Arbeiterheere durchzuführen waren. Auf der damit gewonnenen materiellen Grundlage hat sich die Zivilisation beider Gebiete dann ganz von selbst aufbauen können.

Erhebt ein Gesetz auf Geltung Anspruch, so muß es Allgemeingültigkeit besitzen; die Mächtige Beobachtung muß sich demnach bestätigen, wo immer gleiche oder ähnliche Voraussetzungen gegeben sind; auch unter den Naturvölkern. Nehmen wir ein paar Stichproben vor.

Bauten von unerhörter Großartigkeit sowohl in den räumlichen Abmessungen wie dem Gewicht der verwendeten Steinkolosse erregten das Erstaunen der Spanier bei ihrer Ankunft im alten Peru. Befestigungsanlagen wie die Burg Sacsahuaman in Cuzco, Ollantantambo und andere an der Waldgrenze gegen die wilden Indianerstämme gingen über alles, was die Conquistadoren in dieser Art gesehen hatten. Erklärlich werden sie auch nur durch die politischen und sozialen Verhältnisse des Inkareiches, dessen Sonnenkönig über die Arbeitskraft schlechthin jedes Untertanen und vor allem jedes Unterworfenen gebieten konnte, trotzdem Tahuantinsuyu, das „Reich der vier Teile der Welt“, im Grunde genommen ein rein sozialistisches Staatswesen war, in dem es weder Privateigentum an Grund und Boden, noch Geld, weder Reichtum noch Armut, dafür allerdings auch ein alles durchsetzendes Beamtentum und keinerlei innere und äußere Freiheit gab. Darf man den überraschend schnellen Aufstieg dieses Reiches mit einigem Recht auf die kraftvolle Zusammenfassung aller militärischen Machtmittel durch eine Reihe starker Herrscher zurückführen, so ist sein jäher Zusammenbruch vor einer Handvoll hergelaufener Abenteurer mit um so größerem Recht durch diese Überorganisation auf der einen, den Mangel an Persönlichkeit auf der anderen Seite bedingt.

Im Stillen Ozean sprechen die Verhältnisse noch klarer im Sinne Mächs. Mikronesier und Polynesier sind malaiische Ein-

wanderer von Westen her. Sie waren Seefahrer von einer Kühnheit, daß nicht einmal Weiten von der Länge des halben Erdumfanges — so viel und mehr beträgt der Abstand von Madagaskar, ihrem äußersten Westpunkt, bis zur Osterinsel — sie zu schrecken vermochten. Wenn solche kraftvollen Menschen zur Errichtungzyklopischer Baudenkmale schritten, die nur durch ein Zusammenwirken aller Zustände kommen konnten, so kann das niemand wundern; ebensowenig, daß in den neuen, engen Verhältnissen auf den kleinen Eilanden dieses Stärkebewußtsein verbleichen und dahinschwinden mußte, sobald die Erinnerung an die nautischen Großtaten schwand. Tatsächlich fanden James Cook und die übrigen Entdecker des 18. Jahrhunderts die Bevölkerung im unverkennbaren Zustande des sittlichen und kulturellen Rückganges vor.

Mit einem Recht können wir das Maßsche Gesetz selbst beim Festlandaustralier und damit einer Menschengruppe verfolgen, die nach allgemeiner Anschauung am wenigsten von der Kultur belebt sei. Heute ist das unglückselige Volk allerdings eine jammervolle Ruine, dem unter den grausamen und harten Maßnahmen der englischen Eindringlinge über kurz oder lang die letzte Daseinsmöglichkeit genommen sein wird. Aber auch schon bei Beginn der Kolonisation am Ende des 18. Jahrhunderts entbehrten sie alles dessen, was ein wirkliches Volkstum ausmacht: des strammen Rassegefühles und des politischen und sozialen Zusammenhangs. In kleinen und kleinsten Trupps durchzogen sie jahraus, jahrein ihre Jagd- und Schweißgebiete.

Diese selben Leute nun besitzen ein Monument, welches Zeugnis ablegt, daß es einstmals weit besser um den Australier gestanden haben muß. Das ist das Steinlabyrinth von Breewarina im oberen Darling, etwa 100 Kilometer oberhalb der Stadt Bourke in Neusüdwales. Es besteht aus einem etwa 90 Meter langen Steinwehr, das sich auf felsiger Unterlage quer durch den Fluß erstreckt. Von diesem Quergang aus ist dann ein ungefähr 100 Meter weit stromaufwärts reichendes Labyrinth von Steinmauern erbaut, das den Fang der den Fluß hinauf- und hinabziehenden Fische erleichtern soll. Die Mauern bilden zu dem Zweck kreisförmige Becken, die zumeist durch stark gewundene Gänge miteinander verbunden sind. So fest sind diese Mauern gebaut, daß die gewaltigen Fluten, die zu Zeiten in einer Höhe von 7 Metern darüber hinwegrauschen, höchstens die obersten Lagen der Steine zu verschieben imstande sind.

Und was lehrt uns dieses Breewarina-Wehr? Nun, doch wohl

nichts anderes, als daß es auch im Leben dieser Ärmsten von heute einmal eine Periode gegeben haben muß, wo die Bevölkerung dichter und wo sie vor allem organisations- und arbeitsfähig gewesen ist. Australische Horden der Gegenwart wären solcher nur durch gemeinsames, zweck- und zielbewußtes Zusammensetzen erreichbarer Leistungen um so weniger fähig, als auch bei Breewarina der Baustoff aus großer Entfernung hat herbeigeschafft werden müssen. Ob dieses Aufblitzen einer großen Energie aus der Mitte der alten Australier selbst geboren ist, oder ob es auf eine fremde, kraftvollere Völkerwelle zurückgeht, die später in das australische allgemeine Elend heruntergezogen worden ist, läßt sich einstweilen nicht entscheiden, wäre aber aus kulturhistorischen Gründen der Untersuchung wert.

Mit dem Begriff der Rampe verbinden wir uneingestandenermaßen den Begriff der Beförderung schwerer Lasten. Weil diese für das einfache Leben der Naturvölker und Halbkulturvölker von heute überhaupt nicht in Betracht kommen, darf man sich nicht wundern, daß auch die Rampe so stark zurücktritt oder ganz fehlt. Lediglich in Hochgebirgsgegenden mit ihren besonderen Naturbedingungen hat das Verkehrsleben zu einer eigenartigen Verwendungsart der feststehenden schiefen Ebene geführt, bei jenen Seilbahnen und Gleitbrücken nämlich, die unter dem Namen Tarabiten aus den Kordilleren Südamerikas bekannt sind, und ganz gleichartigen Seilbahnen aus den Hochgebirgsländern Zentralasiens. Das Prinzip ist einfach das der im stabilen Gleichgewicht aufgehängten Last, die an einem geneigt verlaufenden Seil über tiefe Schluchten und reißende Bergströme nach der niedrigeren Seite hinübergleitet. Ob die Last aus Menschen oder aus in Gurten schwebenden Pferden oder sonstigen Dingen besteht, ist dabei belanglos. Das Titelbild des Kosmosbändchens „Urgesellschaft“ zeigt eine solche Tarabite in vollem Betrieb.

Die bewegte schiefe Ebene oder ihre Verdoppelung, den Keil, in ihrer kulturhistorischen Bedeutung zu schildern, ginge weit über unseren Rahmen hinaus. Wie bereits betont wurde, fällt die gesamte unübersehbare Schar aller Hieb-, Schneid- und Stechgeräte physikalisch unter den Begriff Keil. Nur auf eine Form der einfachen bewegten schiefen Ebene sei noch hingewiesen, schon deshalb, weil sie vielleicht die kulturförderlichste aller menschlichen Erfindungen überhaupt darstellt.

Das ist der Pflug. Über seine Ausgangsform oder Ausgangsformen gehen die Ansichten noch weit auseinander, trotzdem sichtlich alles dafür spricht, daß er mit der quergestellten Feldhacke zusammen seinen gemeinsamen Ausgangspunkt in der Astgabel besitzt.

Auch in der uranfänglichen Wirkung stimmen beide überein, indem bei beiden das Erdreich nicht gewendet, sondern nur gehoben und dadurch gelockert wird. Insofern stellen beide bewegte schiefe Ebenen dar. Mit dem Aufkommen der Metalle nimmt die Pflugschar, unter Beibehaltung der horizontalen Grundfläche, die bekannte geschweifte Form an, die erst das Wenden der Scholle und damit bestimmte biologische Vorgänge in der Ackerkrume ermöglicht. Vom mechanischen Standpunkt aus kann man diese Bewegung als eine Art Drall oder auch als eine Art Schraubenbewegung auffassen, womit wir von neuem zu ein paar in der Völkerkunde vielumstrittenen physikalischen Erscheinungen gelangen.

Was Drall ist, weiß jeder, der einmal durch einen gezogenen Gewehr- oder Geschützlauf hindurchgesehen hat. Die in dessen Wandung eingeschnittenen Rillen sollen dem Geschöß während des Fluges eine Drehung um seine Längsachse verleihen, so daß es sich nicht

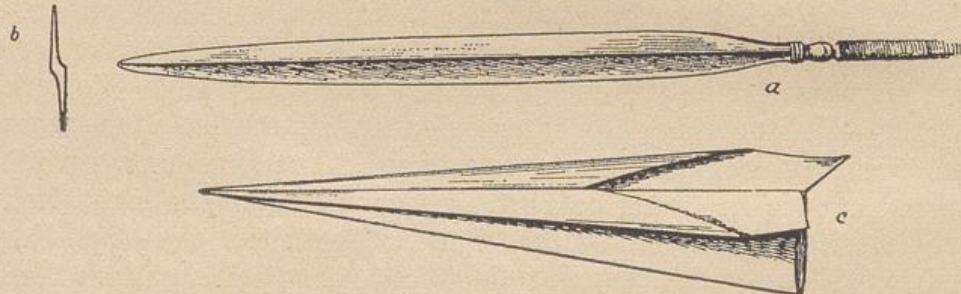


Abb. 27. Materialversteifung.  
b Versteifung afrikanischer Eisenklingen, c Versteifung des bekannten Papiergeßosses  
unserer Knaben.

überschlägt, kein Querschläger wird, sondern unter dem geringsten Luftwiderstand seine einmal begonnene Bahn möglichst weit verfolgt. Die Beibehaltung der im gezogenen Lauf gewonnenen Drehbewegung ist unmittelbar die Wirkung des uns bereits geläufigen Beharrungsvermögens, das erst durch irgendeine andere Kraft, den Aufschlag oder sonst eine Störung, unterbrochen oder aufgehoben wird.

In der Völkerkunde hat man in früheren Jahrzehnten eine solche Drallvorrichtung gern bei Wurfspeeren und Pfeilen der Naturvölker gesucht. Zunächst in Form und Querschnitt gewisser afrikanischer Eisenspitzen. In diesem Erdteil findet man deren beide Hälften innerhalb ihrer Längsachse häufig scharf gegeneinander abgesetzt, so daß ein Querschnitt von der nebenstehenden Form (Abb. 27 b) entsteht. Selbst der Altmeister der modernen Ethnologie, Adolf Bastian, hat in dieser Form die Ursache einer Rotationsbewegung vermutet. Das ist nun physikalisch unmöglich, zumal keine der beiden Flächen im geringsten flügelartig geschweift verläuft, was Vorbe-

dingung für die Rotationsbewegung wäre. Beide stellen vielmehr vollkommene, wenn auch etwas zueinander geneigte Ebenen dar.

Die Frage nach dem eigentlichen Endzweck dieser abgesetzten Klingenform gehört in das Kapitel der Festigkeitslehre, für deren Behandlung durch den Neger diese Erfindung einen sehr hübschen Beitrag liefert. Es handelt sich kurz gesagt um eine Versteifung der Klinge, um deren Umbiegen beim Auftreffen auf den menschlichen oder tierischen Körper zu verhindern. In meiner Arbeit über den afrikanischen Pfeil (1899) war mir diese Erklärung entgangen. Kurz nach deren Erscheinen übersandte mir der damalige Kieler Geograph Prof. O. Krümmel in einem Brief ein Stück Papier, das schon beim ersten Blick durch seine kunstvolle Faltung oder Kniffung in der Mittel- oder Höhenlinie dasselbe Prinzip wie die afrikanischen Klingen offenbarte (Abb. 27 c). Es war dasselbe Geschoß, das wir als Knaben so oft erfolgreich in die Luft entsendet hatten. Das afrikanische Eisen ist von Haus aus sehr weich; Härteverfahren sind dem Neger nicht bekannt; da ist man durch Zufall auf diese Art der Versteifung gestoßen, die nun über weite Strecken Allgemeingut geworden ist.

Andere haben den Drall in der Befiederungsanlage der Pfeile gesucht. Dort wäre er leicht möglich, indem man die einzelnen Fahnen der längshalbierten Federn derart am Schaft befestigte, daß die Flügel schiffsschraubenartig geschweift verlaufen; dann muß sich das Geschoß förmlich in die Luft hineinbohren, wodurch das Überschlagen vermieden würde. Nun finden sich unter den Tausenden von Pfeilen unserer Völkermuseen zwar vereinzelte Beispiele dieser Art, doch wäre es immerhin gewagt, bei ihnen an eine bestimmte Absicht zu denken, zumal dann doch in jedem Fall auch eine pfriemenförmige Spitze zu einem solchen Rotationspfeil gehörte. Das ist jedoch keineswegs der Fall. Jede flächenförmige Pfeilspitze aber würde den Drall der Fiederung in seiner Wirkung aufheben.

So scheint es denn wirklich, als ob die Naturvölker es bis zu dieser Errungenschaft nicht gebracht haben. Mir persönlich ist nur ein einziges, noch dazu der Welt der Kinderspielzeuge angehöriges Beispiel bekannt, das ich der Vollständigkeit wegen mitteilen will, trotzdem es für die Herrschaft des Menschen über die Natur vollkommen bedeutungslos ist.

Das Spiel heißt Bulbul und wird im nördlichen Neu-Mecklenburg und auf Neu-Hannover, beides Inseln im Bismarck-Archipel, gespielt. Hauptmann Friederici berichtet darüber (Mitt. a. d. deutschen Schußgebieten, Erg.-Heft 5, Berlin 1912, Seite 98—99) wie folgt: „Die Knaben hocken am Strande dort, wo die über das flache

Riff kommenden Ausläufer der Brecher den Sand andauernd bezeichnen. Aus diesem feuchten Stoff (in der Hauptsache Kalksand) formen sie durch Drehen und Streichen außerordentlich regelmäßige und recht feste Figuren etwa von der Form einer Runkelrübe (Abb. 28a). Mit einem starren Halm wird dann dieser Figur das spitze Ende so abgedreht, daß ein flacher Kegel nach innen entsteht. Die Abdrehung geschieht ganz in der Weise unserer Drechsler, indem der starre Halm festgehalten wird, während man die Sandfigur drehend gegen sein Ende drückt. Dem so entstandenen flachen Kegel wird schließlich durch dieselbe Manipulation noch ein kleiner, nach innen gerichteter Spitzkegel aufgesetzt (Abb. 28b). Hat der Kanake eins, zwei oder drei dieser Kunstwerke fertiggestellt, so tritt er, die eine Figur in der rechten und zwei in der linken Hand, stolz in das Wasser hinein, wobei er nicht vergiszt, sich vergewissernd nach mir umzuschauen, ob ich auch die bevorstehende Kunstleistung beobachte. Nun wird eine Figur nach der andern mit einer drehenden, wirbelnden Bewegung aus der rechten Hand hoch in die Luft gestoßen, das dicke schwere Ende nach oben, das spitze, durch den Doppelkegel ausgehöhlte nach unten. Der beabsichtigte Enderfolg ist nun der, daß die oben dicke und schwere Figur, ohne die senkrechte Richtung ihrer Längsachse zu ändern, hoch in die Luft steigt und ohne umzuschlagen auch wieder herunterfällt. Sie schlägt dann mit dem spitzen ausgehöhlten Ende auf die Wasserfläche auf, wodurch das mit Gewalt in die beiden Kegel hineingepresste Wasser eine Art Sprengwirkung hervorbringt. Mit dumpfem Knall löst sich die Figur auf, um als schmutzige Masse unter dem Wasser zu verschwinden. Das Spiel verlangt eine nicht geringe Kunstschriftlichkeit und Übung, wenn es gelingen soll. Einmal müssen diese Figuren aus Seesand sehr sorgfältig und symmetrisch hergestellt werden, und dann erfordert das Hochstoßen eine ganz erstaunliche Beherrschung von Arm, Hand und Finger. Wird die Figur nicht genau senrecht, mit genügender Kraft und hinreichender Umdrehungsgeschwindigkeit aus den Gelenken emporgesleudert, so schlägt sie um oder fällt auf die Seite. Sowie ferner der Wurf nicht genau in der Längsachse der Figur erfolgt, bricht das dicke Ende genau in dem Augenblick ab, wo das Spielzeug die ungeschickte Hand des Knaben verläßt."

Friederici knüpft an diesen lebensvollen Bericht noch Betrachtungen aus seiner Leutnantszeit, wo er als Rekrutenoffizier die jungen Soldaten in die Geheimnisse des Dralls bei unserem Dienstgewehr einweihen mußte. Er kommt dabei zu dem Ergebnis, daß die schwarzen Knaben von Neu-Hannover das Problem spielend

in der Praxis zu lösen wußten, während manchem braven Bauernsohn und Rekruten von damals die Theorie des Schießens bis zu den letzten Diensttagen nicht recht klar geworden sei. Friederici schließt endlich mit dem kulturgeschichtlich bedeutungsvollen Hinweis, daß dieses Bulbul mit seinem durch die Handbewegung erzeugten Drall, sodann unsere gezogenen Gewehre und Geschüze und schließlich der Wurfriemen der Alten, die *άγνωστη* der Griechen und das ammentum der Römer, zusammen eine Erfindung darstellen, die ganz offenkundig mehrfach und unabhängig voneinander gemacht worden sei. Den Bulbul Melanesiens und den Riemenspeer des weit entfernten, 2000 Jahre älteren mittelmeerischen Kreises werde ernsthaft wohl niemand in kulturhistorischen Konnex miteinander bringen wollen, und daß auch die Theorie der gezogenen Kanonen nicht auf den Riemenspeer des klassischen Altertums zurückführe, gehe schon daraus hervor, daß dieser von uns



Abb. 28. Bulbulspiel  
von Neu-Mecklenburg.

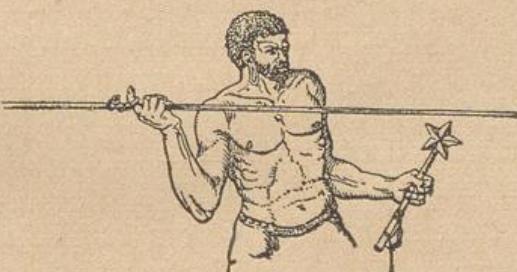


Abb. 29. Neukaledonier, den Speer mit der Wurfschlinge werfend.

erst 1868 in seinem Wesen erkannt worden sei, wo man gezogene Geschüze und Gewehre längst eingeführt habe.

Friederici hätte der Aufzählung seiner unabhängigen Drallprovinzen noch eine vierte hinzufügen können, die der Neukaledonier nämlich, die bis zu ihrer Europäisierung den dort üblichen langen Wurfspeer ebenfalls mit Hilfe einer Drallvorrichtung schleuderten. Das Prinzip bei diesen allen, den antiken wie auch dem modernen ozeanischen, bestand in einem Riemen oder einer geflochtenen Schnur, deren eines Ende man am Daumen der rechten Hand befestigte, während der übrige Teil spiralförmig um die Mitte des Speerschaftes gewickelt wurde (Abb. 29). Verließ dann der Speer im Wurf die Hand, so rollte der Riemen ab, wodurch der Speer selbst in Rotation um seine Längssachse geriet, was ein Überschlagen verhinderte.

Die schiefe Ebene wirkt um so günstiger, je länger die Basis im Verhältnis zur Höhe ist. Das legt den Wunsch nahe, stets sehr lange schiefe Ebenen zu benutzen. Dadurch würde indessen die Ma-

schne sehr unhandlich. Um sie in ein bequemeres Format zu bringen, empfiehlt es sich, sie auf einen Zylinder aufzuwickeln. Dann entsteht einerseits die Wendeltreppe, andererseits die Schraube. Abbildung 30 stellt diesen Vorgang dar.

Die Elemente der Schraube sind die Schraubenspindel und die sie umhüllende Schraubenmutter. Bei Anwendung der Schraube handelt es sich fast immer darum, durch eine drehende Bewegung der Spindel eine in der Richtung der Achse fortschreitende langsame Bewegung der Mutter, oder durch eine drehende Bewegung der Mutter eine in der Richtung der Achse fortschreitende langsame Bewegung der Spindel mit stark vergrößerter Kraft hervorzubringen.

Eine seltenere Verwendung der Schraube besteht darin, daß man die Schraubenmutter fortschreitend bewegt, um dadurch eine drehende Bewegung der Schraubenspindel zu bewirken. Das geschieht z. B. bei unserem Schraubendrillbohrer, bei dem durch die Ab- und Aufwärtsführung der handlich geformten Mutter auf der Triebstange diese abwechselnd nach beiden Richtungen rotiert. Die Schraubengänge müssen hier sehr steil sein, damit der auf Reibungsarbeit entfallende Bruchteil der aufgewendeten Arbeit nicht zu groß wird. Wer sich jemals mit Laubsägearbeiten befaßt hat, kennt das bequeme Instrument aus eigener Erfahrung.

Unter den Naturvölkern hat dieser Drillbohrer eine Form angenommen, bei der die Mutter nicht so ohne weiteres zu erkennen ist. Das ist die in Abb. 31 wiedergegebene Maschine, wie sie manche Bewohner des Stillen Ozeans zum Durchbohren von Muschelschalen und Schildkrotplatten verwenden, und wie sie von den alten Indianern am St.-Lorenz-Strom zum Feuerquirlen gebraucht worden ist. Die Schraubenmutter ist hier nicht von Anbeginn vorhanden, sondern bildet sich erst in der Form der sich um die Triebstangewickelnden Doppelschnur. Zur Inbetriebsetzung des Bohrers dreht man die Triebstange mit der Hand, so daß die Doppelschnur sich schraubenförmig um sie herumwickelt; sodann drückt man die horizontale Druckstange nach unten, wodurch die Triebstange in rasche Drehung gerät. Durch die Trägheit der Schwungsscheibe setzt sich die Drehung über den Nullpunkt, d. h. den Moment des Ablaufens der Schnur, hinaus fort, so daß sich die Schnur wohl oder übel von neuem um die Triebstangewickelt und die Druckstange wieder nach oben führen muß. Sodann wiederholt sich das Spiel von neuem. Dem Schwungrad begegnen wir hier in der Welt der Naturvölker wohl zum ersten- und einzigenmal, sofern es nicht auch schon unsere Neolithiker bei einer allerdings fast hypothetischen Bohrmaschine (anderer Konstruktion als der in Abbildung 17 wiedergegebenen) ver-

wendet haben sollten. Diesen Pumpenbohrer vermag sich jeder selbst leicht zu konstruieren. Trotzdem nehmen die Ethnologen an, daß er im Stillen Ozean und im Malaiischen Archipel erst neuerdings von Europa her eingeführt sei, während er bei den Algonkin und Irokesen vermutlich autochthon ist. Das Schwungrad hat die Aufgabe, infolge seines Beharrungsvermögens Unregelmäßigkeiten im Gang einer Maschine auszugleichen und die Rotationsbewegungen der Welle über den sogenannten toten Punkt hinwegzuführen. Zur Erfüllung dieser Aufgaben muß es möglichst massiv sein, was bei dem Pumpen-

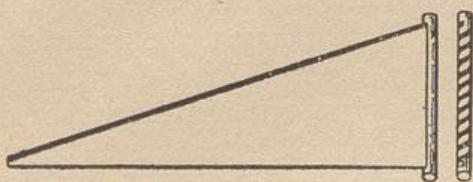


Abb. 30. Entstehung der Schraubenlinie aus dem aufgewickelten Schnitt der schiefen Ebene.

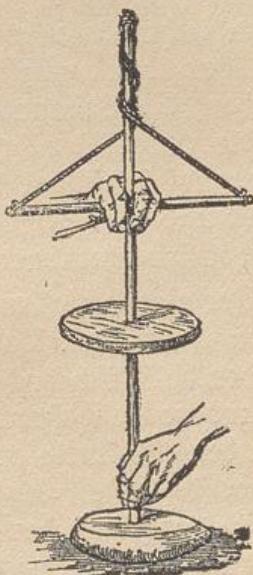


Abb. 31. Ozeanischer Drillbohrer.

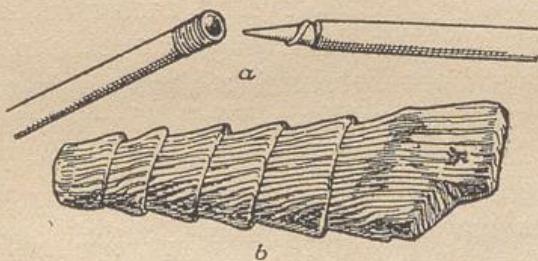


Abb. 32. Die Eskimo-Schraube.  
a Schraube und Mutter bei einem Pfeil, b Hauptflocka.  
(Nach Horwitz und M. Porsild.)

bohrer mit seiner unverhältnismäßig schweren Holzscheibe ja auch der Fall ist.

Die Erfindung der technisch richtig ausgebildeten Schraube durch die Naturvölker ist noch umstritten, trotzdem diese Frage neuerdings eine ziemlich umfangreiche Literatur gezeigt hat.\*). Von Indien abgesehen, wo wir die merkwürdigen Schraubenräder mit parallelstehenden Achsen bereits kennengelernt haben und wo die Schraube vermutlich auf ein hohes Alter zurückblickt, kommen als möglicherweise selbständige Erfinder lediglich die Eskimo in Betracht.

\*) Globus, Band 79 und 80; M. P. Porsild, The principle of the screw in the technique of the Eskimo. American Anthropologist. N. S. Vol. 17, Nr. 1; B. Laufer, The Eskimo screw as a Culture-Historical Problem, ebenda, Nr. 2; Horwitz, a. a. O.

In welch sinnreicher Weise sie die Schraube verwenden, geht aus den Abbildungen 32 ab hervor. Bei a sind Spindel und Mutter zwar schon beide vorhanden, doch noch nicht geometrisch vollkommen ausgebildet. Den Pflock aus Holz (b) oder Walrosszahn verwenden die Eskimo zum Verstopfen der den Seehunden durch die Harpune verursachten Wunden, einsteils um das Ausbluten zu verhindern, andernteils um das Bugsieren des toten Körpers zu erleichtern. Die Schraube wird in die Wunde eingebohrt; sie schafft sich also hierbei ihre Mutter in der Tierhaut selbst, ganz in derselben Weise wie unsere Holzschrauben das in dem vorgebohrten Loch auch tun. Auf die zahlreichen sonstigen Verwendungsarten der Schraube bei diesem technisch so hochstehenden Volk können wir nicht eingehen. Man hat ihm, möglicherweise mit Recht, ihre Erfindung abgesprochen, die Bekanntheit der Eskimo mit der Schraube vielmehr auf die lange Berührung mit den in Grönland ansässigen Europäern zurückgeführt. Aber selbst in diesem Fall bleibt die Geschicklichkeit und Vielseitigkeit in der Verwendung des neuen Kulturgutes noch höchst bemerkenswert.

Der eigenartigsten Schraube begegnen wir jedoch wieder im armeligen Australien. Das ist der berühmte Bumerang, den jeder kennt und der ballistisch doch vielleicht mehr Geheimnisse birgt als irgend eine andere Geschäftart. Einen ethnographischen Abriss über ihn habe ich in den „Kulturlosen“ (S. 26/28) gebracht; physikalisch stellt seine geschweifte Gestalt das Segment einer Schraubenmutterwindung dar, die sich während des Fluges um eine imaginäre Spindel dreht, während des Anstiegs aufwärts, beim Fall darauf abwärts. Die merkwürdigen unberechenbaren Kurven gerade während dieses Abstiegs scheinen auf Unregelmäßigkeiten im Bau dieser merkwürdigsten aller Schrauben zurückzugehen.

## 9. Das Beharrungsvermögen.

Ernst Mach nennt als wichtigstes und anregendstes Werkzeug dem in der Kulturgechichte die größte Rolle zugefallen sei, den Feuerbohrer. Er deutet damit zunächst auf die grundlegende Wichtigkeit hin, die dem jederzeit künstlich erzeugbaren Feuer in der menschlichen Kulturentwicklung zugefallen ist, sodann aber doch auch auf die nicht minder folgenreiche Erfindung der Rotationsbewegung, zu der kein anderes Geschöpf auch nur den geringsten Aufstakt gefunden hat. In der Tat ist der Mensch mit dem Gewinn der Wellenbewegung in den Besitz der entwicklungsfähigsten aller einfachen Maschinen, ja zur Grundlage aller zusammengesetzten Maschinen