



Die Anfänge der Naturbeherrschung

Frühformen der Mechanik

Weule, Karl

Stuttgart, 1921

10. Das Parallelogramm der Kräfte. Streichruder und Paddel. Die schnellen Dualaboote. Das Segeln. Alter, Verbreitung und Wesen des Kreuzens gegen den Wind. Warum die Mikronesier nicht über Stag gehen ...

[urn:nbn:de:hbz:466:1-79334](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-79334)

die Masse von Pferd und Reiter als äußere Kraft auf die Schlinge ein, die sich nunmehr schließt und den Gegner wehrlos macht. Beide Wurfaffen stellen wahrhaft fein durchdachte Anwendungen mechanischer Prinzipien dar.

10. Das Parallelogramm der Kräfte.

Von allen Sätzen der Mechanik wird keiner so oft unbewußt verwendet wie dieser, denn in Wirklichkeit kann man zwei an einem Punkt unter einem Winkel angreifende Kräfte stets durch eine einzige ersetzen, wie auch eine gegebene Kraft stets in zwei Seitenkräfte zerlegen, die zusammen dieselbe Wirkung hervorbringen wie jene allein. Der gesamte Komplex unserer menschlichen Betätigung steht im Zeichen des Kräfteparallelogramms von seinen Anfängen an bis zur Gegenwart hinauf.

Aus dieser Fülle Beispiele herauszugreifen hält schwer. Wir wollen uns mit einigen wenigen begnügen, die das Hineinwachsen unseres Geschlechts in die Herrenrolle dafür um so beredter predigen.

Da ist als uralte und nahezu allgemein menschliche Kunstübung das Rudern zu nennen. Jeder, auch der wasserfremdeste Großstadtbewohner, bildet sich ein, es zu können. Die Unfallstatistik bringt leider den Gegenbeweis. Auch von den Naturvölkern verstehen es nicht alle, ein Zeichen, daß der Mensch das Rudern wirklich erst hat lernen müssen. Die Kulturvölker rudern anders als die Naturvölker; wir streichen, diese „paddeln“, d. h. tauchen, im Boot stehend oder hockend und das Gesicht nach vorn, ihr kurzes Ruder aus freien Händen etwas nach vorn, aber parallel der Kielebene in die Flut und drücken das Boot so vorwärts. Physikalisch handelt es sich in beiden Fällen um die Arbeit von Hebeln, und zwar einer Kombination je des ein- und des zweiarmigen Prinzips. Da das Boot weiterkommen soll, liegt der eigentliche Drehpunkt am unteren Ruderende im Wasser. Beide Hebelarme liegen dann innerhalb der Ruderlänge selbst. Den kürzern Arm stellt der Widerstand des Wassers dar, der überwunden werden muß; den längern das Ruder bis zu den Händen seines Meisters. Die Zweiarmigkeit wird uns klar, wenn wir sehen, mit welcher Leichtigkeit unsere Wetttruderer in ihren Booten mit den weitausladenden Dollen große Geschwindigkeit erzielen. Das ermöglicht ihnen der insofern der Dolle liegende längere Hebelarm, der dafür allerdings auch eine größere Streichweite erfordert. Daher die auf Rollen laufenden Gleitsitze. Beim Paddeln liegt der Drehpunkt des zweiarmigen Hebels in der untern Hand.

In welcher einschneidender Weise ein zu weites Ausholen die Arbeitsleistung schädigt, zeigt uns die dem Pfaundlerschen Werk ent-

nommene Abbildung 36; zugleich auch, in welcher Weise die Zerlegung der Kräfte vor sich geht. „Wenn wir,“ sagt Pfaundler, „wie das auf der rechten Bootseite gezeichnet ist, das Ruder aus der Stellung OR in die Stellung OR' bringen, wobei ein Bogen von 120° beschrieben wird, so stelle zu Beginn des Ruderschlags ad die Kraft dar, mit der er auf das Wasser wirkt. Diese Kraft zerfällt in die für uns nutzlose Komponente ab und in die Komponente ac. Nur die letztere bringt das Schiff vorwärts. Ebenso ist gegen Ende des Ruderschlags nur die Teilkraft a'c' für unsern Zweck dienlich. Nur in dem Moment, wo das Ruder senkrecht auf die Mittellinie des Schiffes gerichtet ist, wirkt die volle, ungeteilte Kraft des Ruderschlags vorwärtstreibend auf das Schiff. — Beobachten wir dieselben Konstruktionen auf der linken Seite,

wo der Bogen des Ruders nur 60° beträgt. Hier sind die wirksamen Teilkräfte zu Beginn und am Ende des Ruderschlags wieder ac und a'c'. Während nun auf der rechten Seite ac und a'c' nur ungefähr die Hälfte der vollen Kraft betragen, sind auf der linken Seite die wirksamen Teilkräfte nur wenig kleiner als die volle Kraft. Das zu weite Ausholen ist also unökonomisch; zwar bringt der doppelt so weite Ruderschlag das Boot weiter vorwärts als der weniger weit ausholende, aber durchaus nicht doppelt so weit, während unsere Anstrengung doppelt so groß ist. Rationeller ist es also, kleinere, aber dafür zahlreichere Schläge auszuführen, allerdings auch nur bis zu einem gewissen Grade, da ja auch das Ausheben und Einsetzen des Ruders Arbeitskraft erfordert.“

Das Paddeln erfolgt nach genau den gleichen Gesetzen, nur daß die Ruderebene um annähernd 90° gedreht ist. Da es bei der Kürze der Ruder keine großen Ausschläge gestattet und der Ruderer sein Gesicht dem Ziel zuwendet, besitzt es einige Vorteile vor unserer Art des Ruderns. In der geräumigen Kamerunbucht äußerten sie sich jahrzehntelang in der Weise, daß bei den Wettrudern der deutschen Matrosen die buntbemalten großen Einbäume der Duala-Neger in der Regel schneller fuhren als unsere langrudrigen schweren Plankenboote, was für jenen an sich schon nicht sehr bescheidenen Volksstamm stets ein Grund lärmendsten Triumphes war. *Tempi passati!*

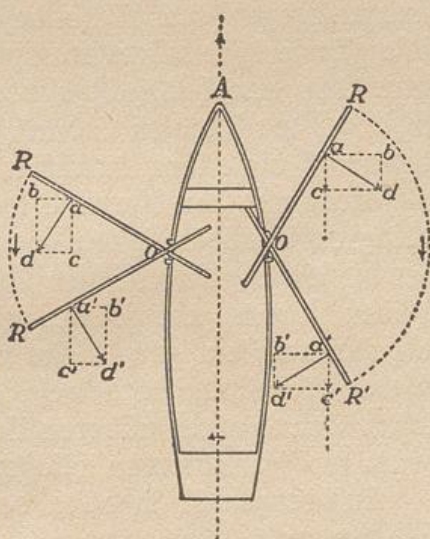


Abb. 36. Das mechanische Prinzip des Ruderns.

Über den Anfängen des Segelns lagert ein tiefes Dunkel. An sich erscheint seine Entdeckung oder Erfindung leicht, da der Wind ja schließlich jeden flächenhaften schwimmenden Gegenstand vor sich hertreibt. Trotzdem ist es unter den Naturvölkern nur sehr lückenhaft verbreitet, beim Neger von Haus aus gar nicht, in Amerika nur bei den Inkaperuanern und den Mana, während es die Inselkariben Westindiens und die Tupi und Guaraní des östlichen Südamerika vermutlich erst in nachkolumbischer Zeit von den Europäern gelernt haben. Nur bei der malaiischen Rasse ist es seit unvordenklichen Zeiten Allgemeingut; wie hätte sie sonst ihre Wanderung um mehr als den halben Erdball vollführen können!

Auf diese seetüchtige Rasse ist nun auch das Lavieren oder Kreuzen gegen den Wind beschränkt. Für Nordwest-Europa wird diese schwierigste aller nautischen Künste zum erstenmal für das Jahr 1189 erwähnt,*) ist also eine recht junge Errungenschaft. Wie alt sie bei den Malaien und insonderheit den Polyn- und Mikronesiern ist, und ob diese ihre Durchdringung des Stillen Ozeans bis Hawaii im Norden und der Osterinsel im Osten bereits der durch das Kreuzen bedingten Unabhängigkeit von den Windrichtungen verdanken oder dem bloßen Segeln mit dem Winde, läßt sich wohl kaum noch entscheiden. Heute, wie gesagt, beherrschen sie diese Kunst, wenngleich sie dabei auch ein ganz klein wenig anders verfahren, als das bei unseren Segelmanövern geschieht. Der Gegenstand ist schon aus diesem Grund einer näheren Betrachtung wert, wobei wir uns wiederum an Pfaundler anschließen wollen.

Aufkreuzen ist in allen den Fällen nötig, wo der Wind vom Ziele her weht. Um es trotzdem zu erreichen, drehen wir das Boot so, daß seine Kiellinie KK' gegen einen andern Punkt Z' gerichtet ist, und stellen die Segelfläche in die Richtung SS' , also zwischen die Windrichtung und die Kiellinie (Abb. 37). Nun sucht der Wind den Punkt A des Segels in der Richtung nach D zu bewegen. Die Strecke AD stelle uns die Kraft dar, mit der das geschieht. Diese Kraft zerlegt sich in zwei Komponenten AB und AC . Die erstere läßt die Luftmassen längs des Segels abstreichen, ohne weitere Wirkung zu äußern; die letztere Teilkraft, die senkrecht auf der Segelfläche steht, sucht Segel und Schiff in der Richtung AC mit der Stärke AC zu bewegen. Aber das Schiff kann nur in der Kiellinie fahren, da der Widerstand des Wassers sonst zu groß ist. Somit zerfällt die Kraft AC wiederum in zwei Teilkraften Ab u. Ac . Ab übt keine Wirkung wegen des Widerstandes des Wassers aus, Ac aber treibt das Schiff in der Richtung des Kiels mit einer Kraft,

*) Vgl. Walther Vogel, Geschichte der deutschen Seeschifffahrt. I. Berlin 1915. S. 515.

die durch die Strecke Ac vorgestellt wird. Somit segeln wir in der Richtung nach dem Ziele Z' . Nach einiger Zeit wenden wir mit dem Steuer das Boot rechts herum in der Richtung nach Z'' und stellen das Segel wieder nach SS' , zwischen die Windrichtung WD und die Kielrichtung $K'K$. Nun wiederholt sich wie früher die doppelte Zerlegung, und wir segeln gegen Z'' . An dem Punkt Z'' angekommen, wenden wir wieder nach links, so daß das Boot in die gleiche Stellung kommt wie bei der Abfahrt. So müssen wir unser Ziel Z erreichen.

Das ist der Vorgang rein schematisch betrachtet. In der Praxis kompliziert er sich bei uns durch die Blähung des Segels, noch mehr aber in der Südsee, wo zunächst der Ausleger in Rechnung zu ziehen ist, wo aber auch, wie auf den Marshall-Inseln, der Mast nicht mittschiffs, sondern außenbords auf der Auslegerbrücke steht. Dieser Ausleger, ein durch Querhölzer mit dem Boot verbundener balkenförmiger Schwimmer, ist der Grund, warum die Mikronesier nicht über Stag gehen oder halsen, d. h. durch einfaches Wenden des Schiffes aufkreuzen können. Er muß nämlich stets an der Windseite bleiben, um den Segeldruck auszugleichen.*) Deshalb wird an der Wendestelle das Boot mit dem Heck nach vorn gedreht — sie sind hinten wie vorn gleich scharf gebaut — und das Segel von hinten nach vorn getragen. Also ein in Einzelheiten urtümliches, als Ganzes aber doch großartiges Verfahren, dem kein anderes Naturvolk etwas Gleichwertiges an die Seite zu setzen hat.

Der Ausleger kompliziert das Fahren aber auch noch in einer anderen Beziehung. Er bietet dem Wasser einen Widerstand, der auf die Fahrtrichtung des Bootes selbst nicht ohne Wirkung bleiben kann. Sie äußert sich in Reibung, die das Schiff nach seiner Seite hin ablenken und theoretisch im Kreis herumführen muß. Um dem

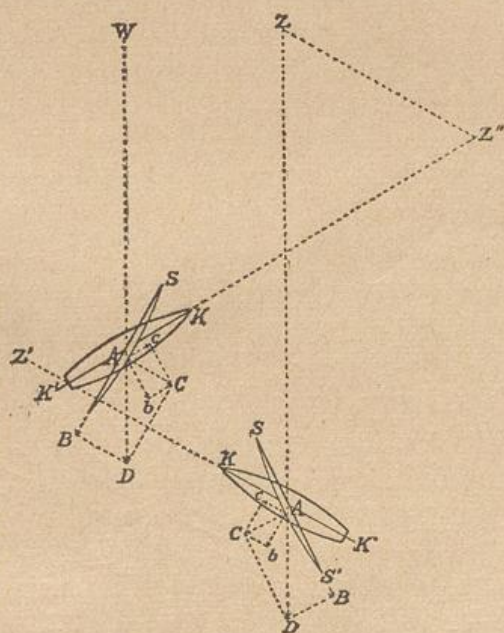


Abb. 37. Das mechanische Prinzip des Kreuzens gegen den Wind.

*) Vgl. Dr. P. Hambruch, Die Schifffahrt auf den Karolinen- und Marshall-Inseln. Meereskunde. Sammlung volkstümlicher Vorträge. 6. Jahrgang, 6. Heft. S. 10.

zu begegnen, haben außer den Nikobaresen vor allem die Marshall-Insulaner die dem Ausleger zugewandte Bootseite erheblich gewölbt gestaltet als die andere Seite, die beim Marshallboot eine fast gerade Fläche bildet. Auf diese Weise wird der ungleiche Wasserwiderstand so gut ausgeglichen, daß die Fahrt nunmehr in der gewünschten geraden Linie erfolgt.

Wir können von der Südsee nicht scheiden, ohne noch einer halb nautischen, halb aëronautischen Großleistung ihrer Bewohner zu gedenken. Das ist der Fischdrachen, dessen Verwendung ich bereits im „Kosmos-Handweiser“ von 1917, Seite 65, kurz geschildert habe.



Abb. 38. Drachenfischerei auf den Salomonen.

Er wird heute in drei Gebieten gebraucht, vom Westende von Neuguinea bis zur Bandasee und vereinzelt sogar bis zur Sundastraße, vom Ostende Neuguineas bis zu den Santa-Cruz-Inseln und den nördlichen Neuen Hebriden, und schließlich im nördlichen und westlichen Bismarck-Archipel. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist er nicht einheimisch, sondern über Indonesien von irgendwoher eingewandert.

In Form und Handhabung ähnelt der Fischdrachen unserem heimischen Papierdrachen sehr, nur ist er aus leichten Pflanzenblättern zusammengestellt und gegen den Winddruck durch dünne Stäbchen versteift. Wie man aus der Abbildung 38 ersieht, paddelt der Fischer kräftig gegen den Wind; der Drache steigt, schleppt aber am Ende

seines Schweifes einen Köder in Form eines Bündels zusammengewickelter Spinnwebfäden, in denen sich große Fische, wie Hornhechte, beim Hineinbeißen mit den Zähnen verfangen sollen. Der Köder hüpfte bei der frischen Brise lustig über die Wellen dahin, so daß er die Aufmerksamkeit der Hornhechte sehr wohl erregen wird.

Bis hierher sind die Literaturangaben klar und unmißverständlich. Wie aber bringt der Fischer, falls er allein auszieht, den Drachen zum Steigen, und wie zieht er ihn, nachdem er am Zucken der Schnur das Anbeißen des Fisches festgestellt hat, ein, ohne daß der Drache ins Wasser fällt? Selbst die eingehenden Studien meines Mitarbeiters Dr. Plischke, der dem Fischdrachen zurzeit eine Monographie widmet, haben in den meisten dieser Punkte bisher keine Klarheit zu schaffen vermocht.

Physikalisch stellt der Luftdrache eine solche Häufung von Gesetzen dar, daß wir auf eine ausführliche Darlegung verzichten, uns

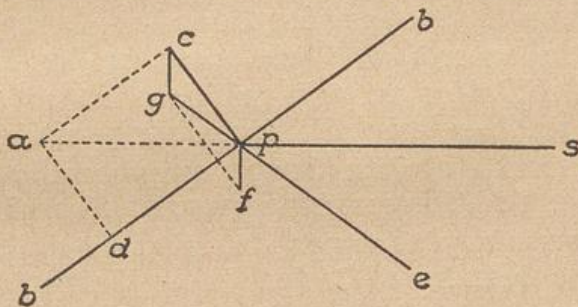


Abb. 39. Das mechanische Prinzip des Luftdrachens.

vielmehr mit einer groben Analyse begnügen müssen. In der Abbildung 39 stelle sp den horizontal im Schwerpunkt p der geneigten Drachenfläche bb' angreifenden Winddruck dar. Nach dem Satz vom Kräfteparallelogramm zerlegt sich die Resultante pa in die Teilkraft pd , die wirkungslos an der Fläche entlang gleitet, und die Teilkraft pc , die senkrecht gegen die Fläche aufwärts drückt. Dorthin würde also der Drache gehoben, wenn er ohne Gewicht wäre. Da das nicht der Fall ist, setzt sich der Druck pc mit der in p senkrecht abwärts wirkenden Schwerkraft zu der Gesamteresultante pg zusammen. Die bei p befestigte Schnur ep nimmt die Richtung dieser Resultante an und hält ihr durch ihre Spannung das Gleichgewicht, d. h. der Drache schwebt beim Festhalten und steigt beim Nachlassen der Schnur. Die besonderen Einwirkungen des Schweifes auf Schwerpunkt, Schnurbefestigung usw. müssen wir hier als zuweit führend beiseite lassen.

* * *