

# Grundphänomene strömender Bewegung\*

Ernst-August Müller

## Vorbemerkung

Die folgenden Ausführungen haben das Ziel, an einer Reihe von Phänomenen und Gedankengängen einige Charakteristika strömender Bewegung aufzuzeigen und dadurch einen Beitrag zum Verständnis dieses Bereichs der Welt zu geben.

## Einführung

Strömungen kommen fast überall in der Welt vor. Als Beispiele seien genannt: Die Strömungen in den Sternen, die interstellaren Strömungen, die Strömungen der Erdatmosphäre, der Ozeane und Flüsse, die Grundwasserströmungen, die Strömungen des Erdinneren. Im Bereich der belebten Natur seien die Blut-, die Lymph- und Atemströmungen bei Mensch und Tier sowie die Säfteströmungen in den Pflanzen erwähnt. Darüber hinaus treffen wir Strömungen in vielen Bereichen der Technik an.

Da diese Erscheinungen mancherlei Rätsel aufgeben, wurden und werden sie sowohl in der Grundlagenforschung als auch in vielen wissenschaftlichen Disziplinen spezieller Zielsetzung erforscht, so z. B. in der Astrophysik, Meteorologie, Ozeanographie, Hydrographie, Geophysik, Biofluidynamik, Physiologie, Akustik, technischen Strömungslehre, Rheologie.

Woran liegt es, dass Strömungen trotz jahrhundertelangen Forschens den Forschern so vieler Disziplinen immer neue Probleme stellen? Die Gründe dafür sind vielfältig. So spielen mancherlei andere physikalische Prozesse (z. B. Wärmevorgänge, Diffusion, Kondensation, Verdampfung) und chemische Umsetzungen (z. B. Verbrennung) in Strömungsvorgänge hinein. Die hauptsächlichen Gründe liegen aber in der *inneren Beweglichkeit* des strömenden Mediums unter gleichzeitigem *Bewahren seines Zusammenhangs* (der Kontinuität). Durch diese Eigenschaft, auf jeden Einfluss in freier Beweglichkeit und als Ganzheit zu antworten, eröffnet sich den Strömungen eine derartige Fülle möglicher Bewegungen, dass immer neue Phänomene auftreten und zur Frage werden. Die Randbedingungen an den festen Begrenzungen sind dabei oftmals nicht mehr als der äussere Rahmen für das in Instabilitäten, Wellungen, Wirbelungen usw. sich abspielende Strömungsgeschehen. — Eine Verwandtschaft besteht hier zur projektiven Geometrie, deren Elemente sich ebenfalls in freier Beweglichkeit unter Wahrung des Zusammenhangs bewegen.

Viele alltägliche Phänomene sind Ausdruck für diese innere Beweglichkeit der Strömungen bei gleichzeitiger Kontinuität. So kann man Wasser nicht zu einem Wasserhaufen aufschütten wie Sand zu einem Sandhaufen — es fliesst davon. Die Luft vor einem Kraftfahrzeug öffnet sich, gleitet an diesem vorbei und schliesst sich hinter ihm wieder, ohne — wie es beim Durchgang eines festen Körpers durch einen

\* Dieser Artikel ist die gekürzte, schriftliche Fassung eines Vortrags, den der Autor auf der Herbsttagung 1975 der Naturwissenschaftlichen Sektion der Freien Hochschule für Geisteswissenschaft in Dornach/Sol. gehalten hat. Eine z. T. ausführlichere Darstellung und Weiterführung des hier Gesagten findet sich in *Müller/Rapp 1977*.

festen Körper der Fall wäre — ein «Loch» zu hinterlassen. Auch die Tatsache, dass sich Flüssigkeiten leicht durch Rühren mischen lassen, ist ein Beispiel. Sie hängt damit zusammen, dass den Formänderungen kleiner Flüssigkeitsvolumina im Inneren der Flüssigkeit kaum Widerstand entgegengesetzt wird, solange die Geschwindigkeitsunterschiede nicht zu gross sind.

Durch die Eigenschaft der Beweglichkeit des Mediums werden wir zum Phänomen der *Bewegung* geführt. Beweglichkeit ermöglicht erst Bewegung, ohne Beweglichkeit keine Bewegung. Da den Strömungen die Eigenschaft der freien Beweglichkeit zugrunde liegt, müssen sie am ehesten geeignet sein zu lehren, was Bewegung ist. Oder — kurz gesagt: wenn wir über Bewegung etwas erfahren wollen, müssen wir Strömungen erforschen.

Wie wir alle wissen, ist Bewegung etwas sehr Komplexes. Bewegungen kommen im Raum nicht gegenständlich vor, d. h. es gibt kein Objekt «Bewegung». Und doch ist die Bewegung das allgegenwärtige, alles durchdringende und tragende Element, ohne das kein Ding wäre, weil es nicht am Werden teilhaben könnte. Dieses tragende Element bleibt dem üblichen Vorstellen ungreifbar und daher unbeobachtet.

Nun — wird man sagen — wir können aber doch Bewegungen sehen, wir haben doch eine unmittelbare Erfahrung von Bewegung, z. B. verfolgen wir den vorüberfliegenden Vogel kontinuierlich in seiner Flugbewegung oder das Wasser des Baches. Die Bewegung scheint unserem Erkennen doch gegeben.

Wir wollen dies genauer betrachten. Was ergibt sich in erkenntnistheoretischer Hinsicht dem reinen Wahrnehmen? Sicher nicht die Bewegung als Prozess, denn sie übersteigt als der fließende Zusammenhang durchlaufener Zustände das undifferenzierte «Chaos» der Wahrnehmungswelt. Auch nicht das jeweils Bewegte, denn dieses unterliegt einer begrifflichen Bestimmung (Vogel, Bach). Auch nicht ein unbestimmtes Etwas, das sich bewegt; denn «etwas» ist ein allgemeiner, abstrakter Begriff, durch den «etwas» als sich in der Veränderung identisch Erhaltendes angesehen werden kann. — Was also direkt und objektiv wahrgenommen werden kann — etwa beim Vogelflug — ist (hinweisend gesprochen): ein Farbfleck (Vogel) innerhalb einer Fläche anderer Farbe (vor dem Himmelshintergrund). Diese Farbverteilung ist von Mal zu Mal eine andere. Oder bei der besonders langsamen Bewegung eines Gegenstandes; ich frage: Bewegt er sich überhaupt? Ich beobachte eine Zeitlang und stelle fest — etwa durch Vergleich mit einem anderen Gegenstand — er *hat* sich bewegt. All diese Unterschiede und ihre Verbindung entdeckt das Denken. Den Fluss der veränderten Flugposition, d. h. das Kontinuum, das ja erst den Vogelflug ausmacht, produziert also das Denken. Mit anderen Worten: Bei der Beobachtung veränderter Zustände bleibt die Bewegung der Veränderung unbeobachtet. Es ist die Bewegung des Denkens, welche die gegebenen Wahrnehmungen als Phasen eines Vorganges verbindet. Sie ist das eigentliche Agens einer Bewegung. Ihre begleitende nichtsinnliche Selbsterfahrung erweckt den Schein der sinnlichen Beobachtbarkeit von Bewegung. Wir «sehen» also die Bewegung, weil wir den Wahrnehmungen die Vorstellung der Bewegung entgegenbringen, und zwar aus einer inneren, ihrer selbst halbbewussten Tätigkeit heraus. — Bewegung ist sinnliche Wahrnehmung nur, insofern sie Eigenbewegung des menschlichen Organismus ist.

Wir haben also zum Phänomen der Bewegung kein gegenständliches (d. h. nur rezeptives) Verhältnis, sondern ein produktives. Bewegung lässt sich nicht vom Erkenntnisprozess, von den Denkbewegungen ablösen. Da Strömungen Bewegungen auf Grund freier Beweglichkeit sind, gilt dies für sie in besonderem Masse. Darin liegt auch der Grund, warum sich der Beobachter von Strömungen oft in einer merkwürdigen Weise verunsichert findet.