

## DISPUTANDA

## Über den Föhn

In seiner Arbeit *Neuere Anschauungen über die Meteorologie und Klimatologie des Föhns* in *Experientia*, Vol. III/10, 1947, schreibt F. PROHASKA, daß «der Fragestellung nach dem Warum des Absteigens des Föhns zu einseitig die Aufmerksamkeit geschenkt wurde, dagegen unberücksichtigt blieb, wieso der Föhn trotz großer Windgeschwindigkeit in der Höhe nur sehr langsam in das Tal hinuntersteigt, oder oft tagelang nur in der Höhe weht, ohne bis zum Talboden durchzudringen».

Nach unserer Auffassung ist die Frage nach dem Warum des Absteigens die wichtigste, denn kein anderer

schlecht, der Höhenwind biegt nur wenig gegen das Tal hinab, bleibt also in der Höhe, bis gewisse Bedingungen die Saugwirkung verbessern, z. B. bei Beschattung der Talhänge, oder bei Ansammlung von Kaltluft im Talgrund bei nächtlicher Ausstrahlung, oder bei Steigerung der Windstärke in der Höhe (Abb. 1, oben).

Drei Theorien versuchen das Herabsteigen des Föhns zu erklären, kurz gefaßt folgende:

A. Theorie von FICKER<sup>1</sup>: Der Abfluß von Kaltluft am Talgrund veranlaßt Nachströmen der Luft vom Gebirgskamm zum Talgrund.

B. Theorie K. FREY<sup>2</sup>: Das Auftreten von baroklinalen Temperaturfeldern bewirkt den Absturz des Höhenwinds als Föhn.

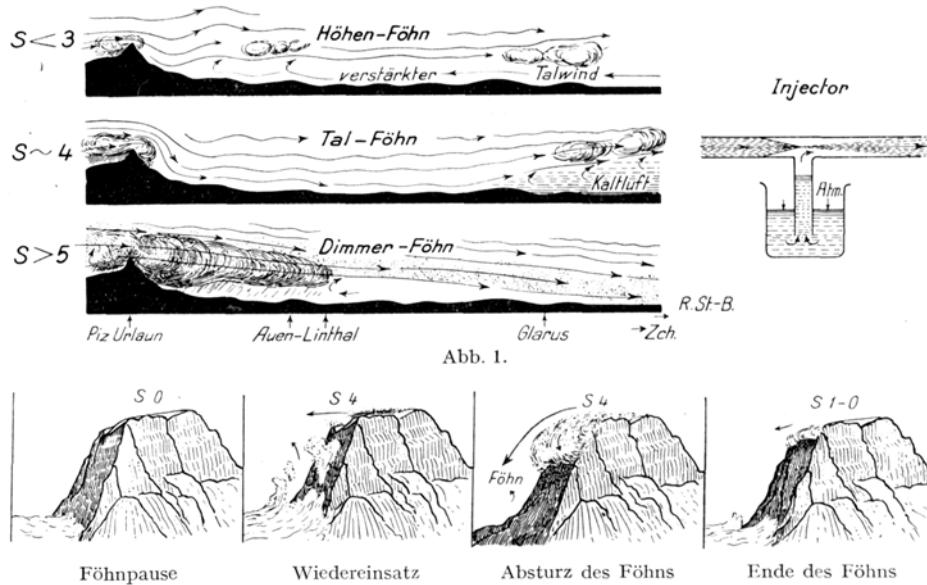


Abb. 2. Höhensüdwind. Das Ende eines kurzen, intermittierenden Föhns am Tödi, beobachtet am 12. September 1933 vom Geißbützistock aus.

Wind hat in dieser Beziehung so charakteristische Eigenschaften wie der echte Föhn. Er läßt die tiefeingeschnittenen Talhintergründe nicht im Windschutz, wie es bei jedem anderen Wind natürlicherweise der Fall wäre, sondern der Föhn fällt steil und mit Heftigkeit in diese Talgründe hinab, sobald der Höhenwind die gleiche Richtung des Talaufes hat, und er verläßt sehr oft nach kurzem Lauf den nämlichen Talboden, indem er an Hindernissen, wie z. B. Kaltluft, querstehende Talriegel usw. wieder in die Höhe steigt. Nur bei Dimmerföhn, also bei extrem starkem Höhenwind, bleibt der Talwinkel im natürlichen Windschutz und berührt der Föhnluftstrom erst weiter talauswärts den Boden (Abb. 1, unten). Die Bora ist bekanntlich auch ein Fallwind, der jedoch Warmluft vom Boden abhebt und nicht mehr in die Höhe geht, sondern unten durch weiterströmt.

Zur zweiten Frage PROHASKAS ist zu sagen, daß diese schon längst beantwortet wurde, u. a. in *Neue Untersuchungen über den Föhn in den Schweizer Alpen*, Denkschriften SNG. 1942, S. 259/60. Der Höhenwind steigt nur so tief und so rasch zu Tal, als die Wirkung seiner dynamischen Saugkraft das gestattet. Ist zum Beispiel der Höhenwind zu schwach, dann ist auch seine Saugwirkung gering, genau wie beim technischen Injektor (Abb. 1, rechts), welcher schlecht funktioniert, wenn der Dampfdruck des Strahls zu schwach ist, aber auch schlecht, wenn dieser zu stark ist (Dimmerföhn!). Kommt dem Höhenwind warme Luft vom Talgrund herauf entgegen, dann ist die Saugwirkung wiederum

C. Theorie R. STREIFF-BECKER<sup>3</sup>: Der Höhenwind erzeugt in gleichgerichteten Talhintergründen in Lee oben durch dynamische Saugwirkung eine Luftverdünnung, in welche er durch das Gewicht der überlagernden Atmosphäre hinabgebogen wird.

PROHASKA schreibt weiterhin: «Somit dürfte nur eine Zusammenfassung der Anschauungen von v. FICKER und K. FREY allgemein für den Südföhn der Nordalpen-täler Geltung haben», und er nimmt außerdem an, daß STREIFF «in der passiven Luftströmung (dem Inversionswirbel) die Hauptursache für das Heruntersteigen des Föhns erblicke, wie H. WILD». Das ist nun ein Irrtum, denn STREIFF schreibt nicht den Wirbeln im Sinne von H. WILD<sup>4</sup>, sondern der Saugwirkung (Injektor) die Hauptursache zu, dem Auftreten von Solenoidfeldern nach K. FREY eine kräftige Mitwirkung und in dritter Linie dem Vorkommen von Kaltluft im Talgrund, ob diese nun ruhend sei, oder im Abfluß begriffen, im Sinne von v. FICKER. Gegen die Theorien A und B als allein wirksame, lassen sich viele Gründe anführen, die hier zu

<sup>1</sup> H. v. FICKER, Innsbrucker Föhnstudien, I u. IV. Denkschriften der Wiener Akademie (1904/06), Bd. 73 und 85.

<sup>2</sup> KARL FREY, Zur Entwicklung des Föhns, Verh. SNG. (1944).

<sup>3</sup> R. STREIFF/BECKER, Neue Untersuchungen über den Föhn in den Schweizer Alpen. Denkschriften der SNG. (1942), Bd. LXXIV, Abh. 4.

<sup>4</sup> H. WILD, Über den Föhn. Denkschriften der SNG. (1901), Bd. XXXVIII.

wiederholen unnötig sind. Wer die oben zitierte Publikation in den Denkschriften SNG., 1942, gründlich liest, findet sie dort angegeben; sie sind noch nicht widerlegt worden. Viel besser scheint es uns zu sein, nicht vorwiegend theoretische Erwägungen anzustellen, sondern persönliche Beobachtungen im Feld zu machen, und zwar nicht nur vom bequemen Talgrund aus, sondern auch oben auf den Gebirgskämmen der vom Föhn am häufigsten befallenen Täler. Die Theorie C ist wohl von einigen Meteorologen abgelehnt, jedoch nicht widerlegt worden. Die Saugwirkung eines bewegten Luftstroms ist nicht leicht durch mathematische Rechnung oder durch Mes-

sung mittels Instrumenten zu erfassen, sie ist aber dem Ingenieur und besonders dem Aerodynamiker aus praktischer Erfahrung heraus leicht begreiflich. Sie kann im Hochgebirge direkt beobachtet werden (vgl. Abb. 2) und in günstigen Fällen auch photographiert werden. Photograph H. SCHÖNWETTER in Glarus ist es gelungen, von Braunwald aus die Entwicklung einer Föhnmauer am Tödi kinematographisch aufzunehmen. Eine Kopie davon befindet sich im Geographischen Institut der ETH in Zürich.

R. STREIFF-BECKER

Zürich, den 18. Februar 1948.

## Nouveaux livres - Buchbesprechungen - Recensioni - Reviews

### Einführung in die Dynamik von Sternsystemen

Von E. VON DER PAHLEN

Lehrbücher und Monographien aus dem Gebiete der exakten Wissenschaften, astronomisch-geophysikalische Reihe, Bd. I. 240 Seiten, 20 Abbildungen (Verlag Birkhäuser, Basel 1947) (Fr. 36.—)

Das 18. und 19. Jahrhundert stand auf dem Gebiete der theoretischen Astronomie ganz im Zeichen des Ausbaus der Himmelsmechanik, und die Theorie der Planetenbewegungen wurde damit zur exaktesten Naturwissenschaft überhaupt. Die Astronomie des 20. Jahrhunderts entwickelte sich dagegen immer mehr zu einer Astrophysik; die klassische Astronomie trat etwas in den Hintergrund. Seit etwa zwei Jahrzehnten ist nun aber ein neuer Zweig der theoretischen Astronomie begründet worden, die Dynamik der Sternsysteme, der nicht nur den Astronomen in seinen Bann zieht, sondern auch das Interesse der Mathematiker und theoretischen Physiker in Anspruch nehmen darf, und der die Mathematik in ähnlicher Weise wie die Himmelsmechanik zu befruchten in der Lage wäre. Es ist deshalb ein großes Verdienst VON DER PAHLENS und des Verlags Birkhäuser, eine Einführung in dieses Gebiet herausgegeben zu haben.

Während wir es im Planetensystem mit einer kleinen Anzahl von Körpern zu tun haben, deren Bewegung vor allem durch den Zentralkörper, die Sonne, beherrscht werden, stellt das Sternsystem eine große Zahl größtenteils gleich großer Massen dar. Die Berechnung der Bahn eines einzelnen Sterns bietet unüberwindliche Schwierigkeiten und beansprucht zudem kein größeres Interesse. Es sollen vielmehr Gesetzmäßigkeiten der Bewegung ganzer Sterngruppen erfaßt werden. Im Gegensatz zur Theorie des Planetensystems treten deshalb statistische Untersuchungen in den Vordergrund, die nach neuen Methoden rufen.

VON DER PAHLEN hat nicht versucht, die Theorie der Sternsysteme nach einem einheitlichen Gesichtspunkt darzustellen. Dieses Unterfangen wäre sicher in Anbetracht der im Stadium der Entwicklung befindlichen Theorie auch verfrüht gewesen. Er stellt vielmehr die Grundzüge der verschiedenen Forschungsrichtungen dar, um der Weiterentwicklung nicht vorzugreifen. Seine Darlegungen sind bewußt breit gehalten, um Mißverständnisse in den Grundlagen nach Möglichkeit auszuschließen. Der Gefahr, das rein Theoretische über-

wuchern zu lassen, begegnet er durch fortwährenden Hinweis auf die empirischen Gegebenheiten.

Das Buch gliedert sich in zwei Teile, die allgemeine Theorie und die Anwendung auf konkrete Sternsysteme. Eine allgemeine Theorie der Dynamik der Sternsysteme hat zuerst zu untersuchen, welche Rolle Zusammenstöße und Begegnungen im Sternsystem spielen. Im Gegensatz zu einem gewöhnlichen Gas, das gerade durch solche Zusammenstöße beherrscht wird, stellt man fest, daß im «Sterngas» diese Zusammenstöße und Begegnungen kaum in Betracht fallen. Im I. Kapitel über das Sterngas wird diese Vorfrage abgeklärt und die Grundgleichung der Stellardynamik, eine verallgemeinerte Kontinuitätsgleichung, aufgestellt. Sie steht in Analogie zur BOLTZMANNschen Gleichung der Gastheorie.

Im II. Kapitel über das Sternsystem werden die Methoden zur Lösung dieser linearen partiellen Differentialgleichung erster Ordnung mit Hilfe der Charakteristikentheorie gegeben. Der Verfasser setzt vor allem die Beziehung zwischen den Charakteristiken und den Bahnbögen sowie deren Bedeutung für die Sternsysteme ins klare Licht.

Im zweiten Teil über die konkreten Sternsysteme wird im III. Kapitel auf das galaktische System eingegangen. Nachdem die empirischen Tatsachen wie die räumliche Verteilung der Sterne und ihre Bewegungen auseinander gesetzt worden sind, wird die von OORT und LINDBLAD begründete Rotationstheorie ausführlich behandelt. Diese Rotationstheorie vermag eine Reihe von Erscheinungen im Milchstraßensystem außerordentlich gut zu erklären. Eine genauere Analyse zeigt aber doch wesentliche Unstimmigkeiten auf, für die zur Hauptsache Abweichungen von dem vorausgesetzten stationären Zustand verantwortlich gemacht werden müssen.

Die Abweichungen von der Stationarität spielen aber vor allem im IV. Kapitel bei der Behandlung der außergalaktischen Sternsysteme eine wesentliche Rolle. VON DER PAHLEN bespricht in diesem Kapitel die sehr umfangreichen, interessanten Abhandlungen CHANDRASEKHARS, die neben den diesbezüglichen Arbeiten LINDBLADS u. a. Erklärungsmöglichkeiten für das immer noch ungelöste Rätsel der Spiralgestalt der außergalaktischen Nebel erkennen lassen.

In seinen Schlußbetrachtungen streift der Verfasser noch einige Fragen über Unter- und Übersysteme, über die Kugelsternhaufen und die Metagalaxien und schließlich noch über das kosmologische Problem.