

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Glarus
Band: 14 (1984)

Artikel: Rudolf Streiff-Becker als Föhnforscher
Autor: Kuhn, Walter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1046729>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Rudolf Streiff-Becker als Föhnforscher

Walter Kuhn

1. Persönliche Voraussetzungen	S. 27
2. Vorgeschichte: Streit um die Ursachen des Föhns	S. 29
3. Streiff's Beobachtungen und Theorie des Föhns	S. 31
4. Klimatologische Aspekte des Föhns	S. 35
5. Streiff's Publikationen über Föhn, Reaktionen der Fachwelt	S. 36
6. Bemerkungen vom Standpunkt der Hydro- und Aerodynamik	S. 38
7. Neuere Untersuchungen über den Föhn	S. 41
8. Was ist von «ALPEX» zu erwarten	S. 43
9. Zusammenfassung und Ausblick	S. 44

1. Persönliche Voraussetzungen

Unter den Naturerscheinungen, die Rudolf Streiff als Autodidakt nach seiner Rückkehr aus Brasilien mit nie erlahmendem Eifer studierte, nimmt der Föhn eine vordergründige Stellung ein.

Streiffs Veranlagung und Lebensumstände prädestinierten ihn zum Föhnforscher. Im Glarnerland aufgewachsen und mit einem wachen Interesse für alle Naturvorgänge begabt, erlebte er den Föhn schon als Knabe und Jüngling. Nach seiner definitiven Rückkehr aus Brasilien in die Schweiz (1919) wohnte er zuerst in Weesen, also gegenüber dem Talausgang des Glarnerlandes. Einige Jahre später zog er in ein eigenes Haus auf einer Terrasse des Zürichberges mit freier Aussicht auf die Alpen.

Seine unabhängige Stellung erlaubte ihm hinfort, bei Anzeichen von Föhn unverzüglich in die Glarner Berge aufzubrechen. Unzählige Male reiste er hin und her, jeder meteorologischen Erscheinung sein Augenmerk zuwendend. Dank seiner robusten Gesundheit konnte er bis ins hohe Alter Berge erklimmen und so den «ältesten Glarner» sozusagen an der Quelle beobachten.

Da er sich äusserlich nie als Gelehrter aufspielte, sondern mit seinen Landsleuten in gewohnt einfachem Tone verkehrte, schlossen sie sich ihm gegenüber auf und erzählten ihm bei jeder Gelegenheit ihre eigenen Erlebnisse und Beobachtungen.

In Zürich hatte er Zugang zu den Bibliotheken der Eidgenössischen Technischen Hochschule und der Universität sowie zum Archiv der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt.

Ausserdem besass Rudolf Streiff Talent zum Zeichnen und Malen. Er führte auf Bergtouren stets ein Notizbuch mit, worin er zum Beispiel die Gestalt der Föhnmauer mit meisterhaften Strichen festhielt. Streiff war nicht der erste Glarner, der Föhnfälle genau beschrieb. Unter seinen Vorgängern zeichnete sich namentlich der Arzt Josua Oertli durch exakte und lebendige Schilderungen aus.

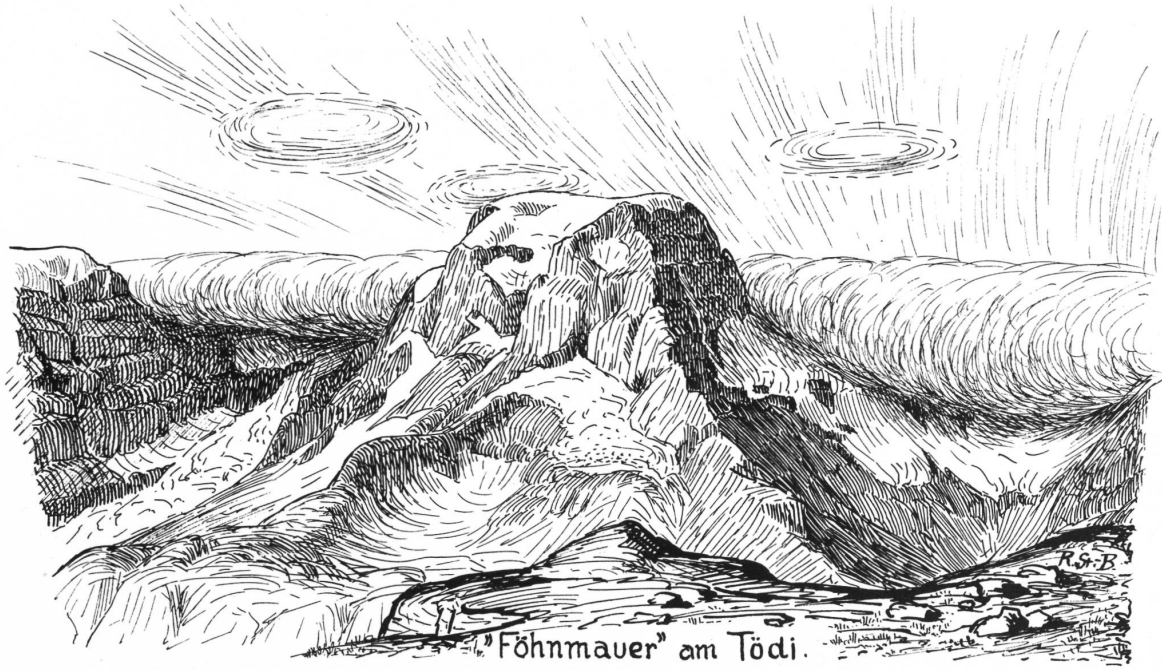


Bild 1: Zeichnung einer voll entwickelten Föhnmauer im Bereich des Tödi.

2. Vorgeschichte: Streit um die Ursachen des Föhns.

Die Wissenschaft befasste sich seit den Sechzigerjahren des 19. Jahrhunderts intensiv mit dem Föhn. Die früher oft vertretene Ansicht, der Föhn sei so warm, weil er aus der Sahara stamme, wurde 1866 durch den österreichischen Meteorologen *Julius von Hann* endgültig widerlegt (19). Gestützt auf Beobachtungen ähnlicher Phänomene in Grönland durch einen dänischen Kolonialbeamten machte Hann das Herabsteigen der Luft vom Gebirgskamm in die Täler für die Erwärmung verantwortlich; auf Grund des Ersten Hauptsatzes der Wärmelehre musste ja die Kompression der Luft beim Niedersteigen zu einer Erhöhung der Temperatur führen. Diese thermodynamische Erklärung des Föhns ist seither nicht mehr angezweifelt worden. Ihre Aufdeckung und öffentliche Bekanntmachung trug wesentlich zum Ansehen des damals führenden Meteorologen Hann bei; was Hann sonst noch über den Föhn schrieb, galt deshalb vielen als unumstösslich.

In der Schweiz befasste sich neben andern der ideenreiche Astronom und Physiker *Heinrich Wild* mit Föhnproblemen. Ihn beschäftigte vorab die Frage, warum der Südwind oft bis in die Täler der Alpen eindringe, wo er doch scheinbar ebensogut in Kammhöhe über die nördlich der Alpen liegende Luft hinwegstreichen könnte. Um diese Frage zu klären, nahm Wild an, die südliche Höhenströmung reisse infolge turbulenter Reibung immer mehr von der darunter stagnierenden Luft mit; dadurch entstehe im Talkessel allmählich eine Luftverdünnung, besonders in Tälern mit engem Ausgang. Wie allerdings das Herabsteigen des Föhns in die Täler vor sich gehe, konnte auch Wild im einzelnen nicht sagen. Er vermutete, im Lee des Gebirgskammes bildeten sich Wirbel, die sich von der Strömung ablösten und allmählich talwärts wanderten, dem Föhn sozusagen die Bahn vorzeichnend (23). Dieser Hypothese widersprach *Robert Billwiler sen.*, der erste Direktor der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. Für ihn war das Ansaugen der über dem schweizerischen Mittelland lagernden Kaltluft durch eine im Westen oder Nordwesten Europas liegende Depression die treibende Kraft; er behauptete, der Föhn ströme als Ersatz für die abfließende Kaltluft von oben herunter (20, 22). Der mit Billwiler befreundete Hann schlug in die gleiche Kerbe (21), und durch ihn liessen sich die meisten Meteorologen dazu verleiten, die Wild'sche Hypothese abzulehnen.

Uns will es scheinen, beide Theorien enthielten richtige Elemente, und man hätte eine Synthese anstreben sollen. Stattdessen entspann sich ein nicht enden wollendes Wortgefecht zwischen den Anhängern der beiden Ansichten.

Ausser der Ursache wurde auch die Terminologie des Föhns zum Streitpunkt. Wild wollte den Ausdruck «Föhn» auf die typischen Fälle mit stürmischem Wind in einzelnen Tälern beschränken, während Billwiller das ruhige Abfliessen von Luft aus einem über den Alpen liegenden Hochdruckgebiet als «Antizyklonalföhn» bezeichnete. Diese Benennung hat sich halten können. Allgemein von der Fachwelt akzeptiert wurde hingegen die von Wild vorgeschlagene Bezeichnung «Nordföhn» für die am Alpensüdfuss bei Nordwind vorkommenden Fallwinde, die man im italienischen Sprachgebiet «Tramontana» nennt. Unbestritten ist die von Billwiller und Hann beschriebene und seither von allen Föhnforschern bestätigte charakteristische Druckverteilung bei Südföhnlagen: Tiefen Druck finden wir im Nordwesten, Westen oder Südwesten von Europa, hohen im Osten und Südosten der Alpen; fast immer erstreckt sich eine Ausbuchtung des Hochs, «Föhnknie» oder «Föhnnase» genannt, über die Poebene.

Hann und Billwiller sahen die Strömung in Bodennähe als primär, die Höhenströmung als sekundär an. Darin spiegelt sich die im letzten Jahrhundert vorherrschende thermische Zyklonentheorie wider, wonach Hochdruckgebiete aus kalter, Tiefdruckgebiete aus warmer Luft bestehen sollten; nach jener Theorie müsste das horizontale Druckgefälle und damit die Windstärke von unten nach oben abnehmen. Seit wir Messungen aus der freien Atmosphäre besitzen, also etwa seit Beginn unseres Jahrhunderts, wissen wir, dass dies in Europa selten zutrifft. Wild hatte zweifellos recht mit seiner Behauptung, vor dem Talföhn müsse eine Höhenströmung aus Süden vorhanden sein.

Nach der Jahrhundertwende förderten die Innsbrucker Föhnstudien *Heinz von Ficker's* (24) neues, wichtiges Beobachtungsmaterial zutage. Den topographischen Verhältnissen entsprechend ist der Innsbrucker Föhn in mancher Beziehung völlig verschieden vom Glarner Föhn. Von Ficker konnte nachweisen, dass bei Föhnlagen tatsächlich Kaltluft aus dem Inntal abfliesst. Die aus dem oberen Inntal stammende Kaltluft keilt sich bei Innsbruck zeitweise unter die Föhnströmung und führt in der Stadt zu charakteristischen Föhnpausen. Dieser Befund machte von Ficker begreiflicherweise zu einem Befürworter der

Hann / Billwillerschen Abflusstheorie des Föhns. Die ganz anders gelagerten Verhältnisse im Glarnerland kannte er offenbar nicht aus eigener Erfahrung.

In der Schweiz dauerten die Auseinandersetzungen um die Entstehung des Föhns auch nach dem Tod der beiden Exponenten Wild (gestorben 1902) und Billwiller sen. (gestorben 1905) an. Die Frage war noch keineswegs geklärt, als sich *Rudolf Streiff* anfangs der Zwanzigerjahre dem Föhnproblem zuwandte.

3. Streiff's Beobachtungen und Theorie des Föhns

Streiff stellte fest, dass vor Ausbruch des Föhns im Talboden des Linthtales fast immer leichter Nordwind wehte. Manchmal dauerte diese Nordströmung im unteren Teil des Kantons Glarus noch an, wenn im oberen der Föhn bis zum Talboden vorgedrungen war. Von einem Abfließen der Kaltluft konnte also bei Föhnlagen im Glarnerland nicht die Rede sein.

Ausserdem fand Streiff, dass bei Talföhn immer ein kräftiger Höhenwind aus südlicher Richtung (Südost, Süd oder Südwest) herrschte, und dass dieser Höhenwind in der Regel schon vor Ausbruch des Talföhnes vorhanden war.

Der Talföhn selbst erwies sich als äusserst ungebärdiger, oft stürmischer Wind, der den Talboden sprunghaft «eroberte», oft zurückwich und dann wieder vorstiess. Recht häufig lag die Grenze der Kaltluft im Bereich eines Schuttkegels oder Felsvorsprungs, der von der einen oder andern Talflanke ins Tal hineinragte. Solche Verengungen des Talquerschnitts waren bevorzugte Stellen für das Abheben der vom Talhintergrund nach aussen dringenden Föhnluft. Im Verlaufe einer Föhnperiode konnte die Kaltluft mehrmals talaufwärts vorstossen und sich dann wieder vom Föhn zurückdrängen lassen.

Streiff konnte in bestimmten Fällen nachweisen, dass die im unteren Teil des Linthtales liegende Kaltluft an der oberen Grenze die Form eines nach Norden ansteigenden Keiles annahm, ja er konnte sogar eine wellige Struktur der schrägen Kaltluft-Oberfläche zeigen. Besonders schön gelang dieser Nachweis gelegentlich im Winter, wenn der Föhn den auf den Talflanken liegenden Schnee weggeschmolzen hatte,

wobei sich dann die Gestalt des Kaltluftkeiles am liegengebliebenen Schnee an den Seitenwänden des Tales ablesen liess.

Wenn Streiff sich am Talboden im Bereich der schwach bewegten Kaltluft befand, konnte er manchmal von Auge oder mit dem Feldstecher die heftige Bewegung des Grases auf höher gelegenen Matten oder das Schwanken der Bäume in den oberen Regionen erkennen und damit Aufschluss über den jeweiligen Bereich des Föhnsturmes erhalten – ein besonders schönes Beispiel für die scharfsinnige Art seines Beobachtens.

Dass Streiff auf Grund dieser Beobachtungen die Abfluss-Theorie von Billwiller und Hann zumindest für den Glarner Föhn nicht gelten lassen konnte, war klar.

Um die beobachteten Erscheinungen zu erklären, zog Streiff ein Bild aus der Technik zum Vergleich heran: Er verglich die Wirkung der Höhenströmung auf die im Tale liegende Kaltluft mit derjenigen eines Dampfstrahl-Injektors. Die Verengung des Strömungsquerschnittes durch einen Gebirgspass spielte gleichsam die Rolle einer Düse; beim Austritt aus dieser Düse, dh. nach Überwehen des Alpenkammes, saugte die Höhenströmung nach seiner Vorstellung Luft aus dem Tale an, so wie der horizontale Dampfstrahl beim Injektor durch ein vertikales Rohr Wasser aus einem tiefer gelegenen Gefäss anhebt und weiterbefördert.

Durch die Saugwirkung der Höhenströmung – so argumentierte Streiff weiter – musste im Talhintergrund eine Luftverdünnung entstehen. In diesen luftverdünnten Raum stürzte dann nach Streiff ein Teil der vorher mehr oder minder horizontal strömenden Höhenluft.

Als Argument für die behauptete Luftverdünnung benützte Streiff die bereits von Wild und Billwiller mehrfach erwähnte Tatsache, dass bei Beginn einer Föhnlage der auf gleiche Höhe (z. B. auf Meeresniveau) reduzierte Luftdruck im Talhintergrund meist etwas tiefer ist als am Talausgang oder weiter draussen im Mittelland. Dieses zum grossräumigen Süd-Nord-Gefälle des Luftdrucks gegenläufige lokale Druckgefälle konnte Streiff anhand der auf gleiches Niveau umgerechneten Barometerablesungen von Glarus, Zürich und andern Stationen bei manchen Föhnfällen nachweisen.

Rudolf Streiff nannte seine Vorstellung über den Mechanismus des Föhns «*Injektortheorie*».

Ob die Vorgänge bei einem Dampfstrahlinjektor tatsächlich vergleichbar sind mit denjenigen beim Föhn, bleibe dahingestellt. Der Umstand, dass beim Injektor die Strömungen durch Rohre kanalisiert werden, und das Vorhandensein zweier Phasen (Dampf und Wasser) lassen diesbezüglich Zweifel aufkommen. Immerhin mag zutreffen, dass gewisse beim Injektor auftretende Effekte in der Dynamik des Föhns in modifizierter Form gefunden werden.

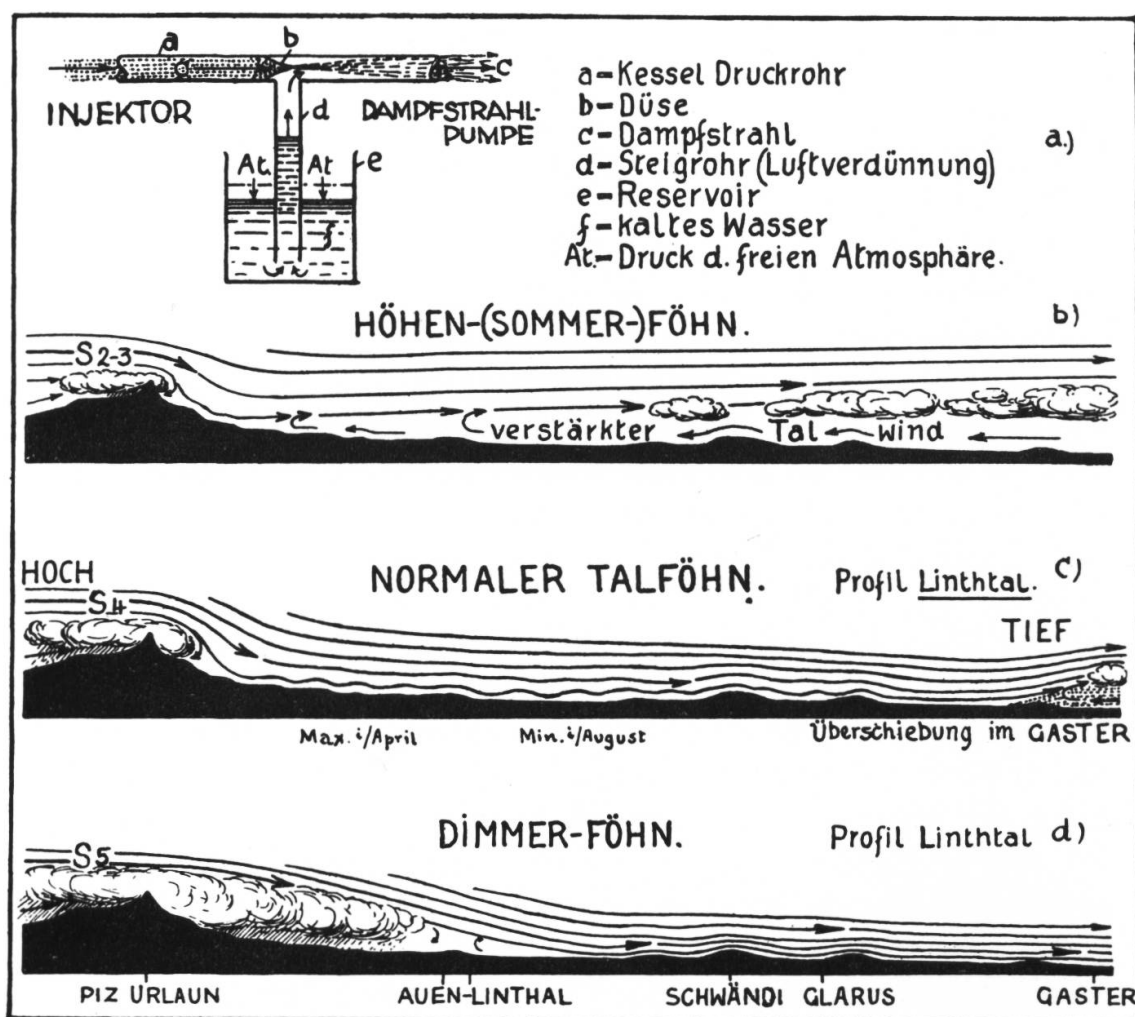
Unglücklicherweise sprach Streiff in seinen ersten Vorträgen und Publikationen über den Föhn von der Bildung einer «Vakuums-Zwischenschicht» an der Obergrenze der Kaltluft, was seine Arbeit in den Augen mancher physikalisch gebildeter Kritiker disqualifizierte. Später verwendete er nur noch den korrekten Ausdruck «Luftverdünnung».

Die geringe Föhnhäufigkeit in den Sommermonaten erklärte er als Analogie zum schlechten Funktionieren eines Injektors bei der Verwendung von warmem Wasser. Das Vorhandensein einer Inversion mit relativ kalter Luft in den unteren Schichten war nach Streiff eine Voraussetzung für typischen Föhn. Dass es andererseits im Winter seltener zu Föhn kommt als im Frühjahr und im Herbst, erklärte Streiff durch den Widerstand, den eine sehr kalte, spezifisch schwere Bodenluft dem «Auflecken» durch den Föhn entgegensetzte.

Im Übrigen betonte Streiff immer wieder, jedes Föhntal zeige eigene Föhnerscheinungen, und man dürfe nicht unbesehen Zusammenhänge, die man in einem Tal gefunden habe, auf andere Täler übertragen. Nicht nur die Orientierung und Gestalt des Tales selbst, sondern auch die Topographie des Gebirges auf der Luv- und Leeseite seien bestimmend für die räumliche und zeitliche Entwicklung der Föhnströmung. So unterschied er im Glarnerland den vornehmlich bei südöstlichen Höhenwinden auftretenden Kleintalföhn (Föhn des Sernftales) von dem bei südlicher bis südwestlicher Höhenströmung vorkommenden Grosstalföhn.

Streiff unterschied im wesentlichen drei *Haupttypen bzw. Entwicklungsstadien des Föhns*:

1. Antizyklonal- oder Hochdruckföhn im Sinne von R. Billwiller.
2. Zyklonalföhn (der eigentliche, normale Föhn).
3. Dimmerföhn, bei welchem der Südwind nicht im Talhintergrund, sondern erst weiter draussen, unter Umständen erst im Mittelland bzw. Alpenvorland den Boden erreicht.



Haupttypen des Föhns, schematisch dargestellt anhand von Stromlinien im Profil Glarneralpen – Linthal – Gaster.

Mit dieser Einteilung schloss sich Streiff der in Fachkreisen üblichen Terminologie an.

Er stellte fest, dass der Antizyklalföhn sehr oft als Vorstadium des Zyklalföhns auftritt. Wenn ein Hochdruckkeil gerade über den Alpen liegt, strömt in manchen Fällen Luft nach beiden Seiten ab, so dass alsdann beidseitig des Gebirges gleichzeitig Antizyklalföhn herrscht.

Beim normalen Zyklalföhn zeigt sich die sogenannte Föhnmauer als horizontaler Wolkenwulst, zuerst an gewissen bevorzugten Stellen des Alpenkammes, dann manchmal in grösserer Ausdehnung. Man muss

die packenden Beschreibungen der Föhnmauer in Streiff's Schriften gelesen haben, um seine hervorragende Beobachtungsgabe voll zu ermessen.

Beim Dimmerföhn regnet oder schneit es meistens nicht nur im Luv, sondern auch auf der Leeseite des Gebirges bis ins Tal hinunter; der Talhintergrund erscheint dann unter einer grossen, diffusen Föhnmauer trüb und dämmerig, daher wohl der Name «Dimmerföhn». Diese seltene Form des Föhns tritt bei extrem starken Höhenwinden auf.

Es ist wohl unnötig, zu betonen, dass es zwischen den drei oben genannten Föhntypen fließende Übergänge gibt.

Zum Schluss dieses Abschnittes möchten wir kurz auf die Frage eingehen, welche *Hilfsmittel* Streiff für seine Föhnforschung zur Verfügung standen.

Er stützte sich, ausser auf seine eigenen Beobachtungen, vor allem auf die bei der Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich archivierten Tabellen der offiziellen Beobachtungsstationen. Dabei verwendete er durchaus nicht nur die Beobachtungen der beiden Glarner Talstationen Auen (bei Linthal) und Glarus, sondern auch diejenigen anderer Schweizer Stationen. Um die Zusammenhänge mit der grossräumigen Druckverteilung zu ergründen, konsultierte er überdies die Wetterkarten.

Eigene Beobachtungsstationen oder transportable Messgeräte besass Streiff nicht. Eine Zeitlang arbeitete er jedoch mit einer biometeorologisch orientierten Forschergruppe bestehend aus den Herren Dr. W. *Mörikofer* als Meteorologe und Dr. E. *Fritzsche* als Arzt zusammen; diese Arbeitsgruppe rückte dem Föhn unter anderem auch mit Pilotballonen zu Leibe (31).

4. Klimatologische Aspekte des Föhns

Streiff bemühte sich in erster Linie, aus zahlreichen Einzelfällen typische Züge des Glarner Föhns herauszuarbeiten. Er unterzog sich jedoch auch einer statistischen Analyse sämtlicher Föhnfälle seit 1864, dem Beginn der offiziellen meteorologischen Beobachtungen in der Schweiz (12). Diese Fälle musste er selbst aus den in Zürich archivierten Beobachtungen der in Frage kommenden Stationen herausuchen.

Im *jahreszeitlichen Gang* ergab sich das bekannte Häufigkeitsmaximum im Frühjahr, ein zweites, kleineres Maximum im Herbst und ein ausgeprägtes Minimum im Hochsommer.

Über den Versuch, diese jahreszeitliche Verteilung auf Grund der Injektortheorie zu deuten, haben wir schon gesprochen. Dass die grossräumige Druckverteilung alpenüberquerende Strömungen vom Herbst bis zum Frühjahr häufiger begünstigt als im Sommer, hat Streiff wohl bemerkt, ohne diesem Punkt in seinen Schriften besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Aus Streiffs Tabellen geht deutlich hervor, dass die Zahl der Föhnfälle von Jahr zu Jahr erheblich schwankt. Ferner zeigte sich, dass in Linthal/Auen der Föhn bedeutend häufiger wehte als in Glarus. Dieses Ergebnis war auf Grund des im Einzelfall oft geschilderten Wetterablaufs zu erwarten, befand sich doch die Grenze der Kaltluft oft zwischen diesen beiden Stationen.

Als Glarner befasste sich Streiff natürlich auch mit den teils erfreulichen, teils katastrophalen *Wirkungen des Föhns*. Zu den letzteren zählen die durch den Föhn angefachten und ausgebreiteten Brände. Willkommen ist der Föhn, zumal im Frühjahr, als «Schneefresser». In diesem Zusammenhang wies Streiff darauf hin, dass trotz des raschen Schwindens der Schneedecke Hochwasser bei Föhn selten auftritt, weil offenbar in der trockenen Föhnluft viel Schnee verdunstet.

5. Streiffs Publikationen über Föhn, Reaktionen der Fachwelt.

Umfassende Darstellungen seiner Untersuchungen hat Streiff 1930 in den Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Glarus (05) und 1942 in einer Denkschrift der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (14) niedergelegt.

Im Übrigen gibt es von ihm mehrere einschlägige Veröffentlichungen in der damals in Wien und Berlin redigierten Meteorologischen Zeitschrift, in der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich und in andern naturwissenschaftlichen Organen. Populärwissenschaftliche Darstellungen schrieb er unter anderem für «Die Alpen» (04, 18) und die «Revue pour l'étude des calamités» (13). In manchen Artikeln (etwa 07, 11) setzte sich Streiff mit seinen Kritikern, vor allem Heinz von Ficker, auseinander.

Mussten die Meteorologen Herrn Dr. h. c. Rudolf Streiff-Becker für die Genauigkeit und sinnreiche Kombination seiner Beobachtungen Anerkennung zollen, so fielen die Urteile über seine Theorie anfänglich in der Mehrheit negativ aus. Viele betrachteten seine Schriften als eine Fortsetzung des Kampfes Wild contra Billwiller auf seiten Wilds. Nun ist natürlich zuzugeben, dass Streiffs Ansichten in manchen Punkten mit denjenigen Wilds übereinstimmten. Streiff selbst hat sich zwar mehrmals dagegen verwahrt, dass seine «Injektortheorie» mit der Föhntheorie von Wild gleichgesetzt werde; die von Wild als Wegbereiter des Föhns angenommenen Wirbel lehnte er ab; stattdessen sprach er vom «Niederstürzen» des Föhns in den durch die Höhenströmung erzeugten luftverdünnten Raum. Mir scheint dieser Unterschied nicht so wesentlich. Denn abgesehen davon, dass Streiff auch seinerseits Wirbel mit horizontaler Achse im Bereich der Föhnmauer beschrieb (06, 14), stellen die wandernden Wirbel offensichtlich das schwächste Glied in Wilds Theorie dar. Andererseits vermag das Streiffsche Bild vom Hinunterstürzen des Föhns aerodynamisch nicht zu befriedigen.

Der gemeinsame Teil der beiden Theorien hingegen, nämlich die Annahme vom sukzessiven Mitreißen oder «Auflecken» der Kaltluft durch die darüberstreichende Höhenströmung, dürfte den Tatsachen entsprechen und für die Dynamik des Föhns von Bedeutung sein.

Der mit Föhnproblemen bestens vertraute österreichische Meteorologe *Heinz von Ficker* war mindestens bis Ende der Dreissigerjahre der Ansicht, die Hypothesen von Wild und Streiff seien durch die Arbeiten von Hann und Billwiller endgültig widerlegt. Zu dieser Ansicht fühlte er sich durch die Ergebnisse seiner Innsbrucker Föhnstudien (24) berechtigt. Da von Ficker selbst ein hervorragender Beobachter war, ist es einigermaßen erstaunlich, dass er auf die geographisch bedingten Unterschiede zwischen dem Glarner und Innsbrucker Föhn nicht näher einging.

Vollends unverständlich ist es mir, wie von Ficker eine theoretische Notiz *Koschmieders* (28) über Leewirbel und Föhn als Argument gegen die Streiffsche Föhntheorie anführen konnte (27). Koschmieder, der diese Notiz ohne Kenntnis der Streiffschen Arbeiten geschrieben hatte, kommt darin zum Ergebnis, in einer gebirgsüberquerenden Strömung bildeten sich Leewirbel umso eher, je steiler das Gebirge auf der Leeseite abfalle. Genau das hatte Streiff auf Grund seiner Beobachtungen festgestellt!

Später scheint von Ficker eingesehen zu haben, dass er Streiff teilweise zu Unrecht angegriffen hatte; darauf weist wenigstens eine mündliche Bemerkung hin, die er anlässlich einer Internationalen Tagung für Alpine Meteorologie 1954 in Davos fallen liess.

Nicht nur in Österreich, sondern auch in der Schweiz stiess Streiff mit seinen Publikationen zum Thema Föhn vielfach auf Ablehnung oder Stillschweigen. Die damaligen Direktoren der Meteorologischen Zentralanstalt und ihre Mitarbeiter enthielten sich einer öffentlichen Stellungnahme. Dies gilt insbesondere auch von *Robert Billwiller jun.*, dem Sohn des oben zitierten ersten Direktors. Billwiller jun. hatte in jungen Jahren eine Dissertation über den Bergeller Nordföhn verfasst und seither verschiedene Vorträge über Föhnfragen gehalten (25, 26), ohne darauf auf Streiffs Beiträge einzugehen. Aus handschriftlichen Randnotizen in seinen Exemplaren der Wildschen und Streiffischen Publikationen geht jedoch hervor, dass er immer wieder nach Bestätigungen der Theorie seines Vaters suchte.

1937 veröffentlichte *Otto Lehmann*, Professor für Geographie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule und einstiger Schüler J. von Hanns, einen breit angelegten Überblick «Zur Geschichte der Föhntheorie» (29), worin er merkwürdigerweise die Arbeiten Streiffs mit keinem Wort erwähnte. Dabei war ihm die intensive Beschäftigung Streiffs mit geographischen und meteorologischen Fragen sehr wohl bekannt. Sollte er der Ansicht gewesen sein, Streiffs Darlegungen enthielten keine neuen Gesichtspunkte, oder hielt ihn die Lehrmeinung seines verehrten Dozenten Hann von einer Besprechung der Streiffischen Arbeiten ab? Wir wissen es nicht.

Erst später erschienen in der Fachpresse auch Beiträge, welche Streiffs Ansichten und denjenigen Wilds zustimmten (z. B. 33). Wir werden darauf noch zurückkommen.

6. Bemerkungen vom Standpunkt der Hydro- und Aerodynamik

Streiffs Darlegungen des Föhnmechanismus stellen selbstverständlich keine strenge Theorie im Sinne einer mathematisch bewiesenen Aussage dar.

Aus der Sicht der Hydro- und Aerodynamik ist die alte Frage, warum der Föhn in die Täler heruntersteigt, nicht umfassend genug formu-

liert. Man müsste versuchen, auf Grund der Stömungslehre die Gesamtheit der bei Föhnlagen beobachteten atmosphärischen Erscheinungen zu verstehen. Dieses Bemühen stösst aber wegen der Kompliziertheit der orographischen Randbedingungen auf nahezu unüberwindliche Hindernisse.

Wohl gibt es seit den Fünfzigerjahren eingehende theoretische Untersuchungen über Strömungen quer zu Gebirgen, zum Beispiel diejenigen von *Scorer* (35); sie basieren aber durchwegs auf der Annahme eines unendlich langen Gebirgszuges mit überall gleichem, idealisiertem Profil. In der Natur haben wir zackige Berge und Täler mit reich gegliederten Seitenwänden vor uns.

Eine mathematische Behandlung von Föhnströmungen wäre höchstens mit *numerischen Methoden* in feinmaschigen Rechnungsgittern denkbar. Die bisherigen Versuche in dieser Richtung – etwa diejenigen von *Vergeiner* (40) – waren aber auf mancherlei fragwürdige Näherungen angewiesen.

Anderseits scheinen auch kleinräumige *physikalische Modellversuche* nur beschränkten Erfolg zu versprechen, da die für eine strenge Nachbildung der atmosphärischen Vorgänge erforderlichen Ähnlichkeitsbedingungen kaum erfüllbar sind.

Übrigens hatte bereits Wild solche Laboratoriumsversuche durch den Zürcher Physikprofessor Pernet anstellen lassen und im Anhang zu seiner Denkschrift (23) beschrieben. Sie sollten die Richtigkeit seiner Wirbelhypothese dartun, wirken aber wenig überzeugend.

Ehrlicherweise müssen wir zugeben, dass bis heute keine der Föhn-hypothesen von Billwiller, Wild und Streiff auf strömungstheoretischer Grundlage eindeutig bewiesen oder widerlegt worden ist.

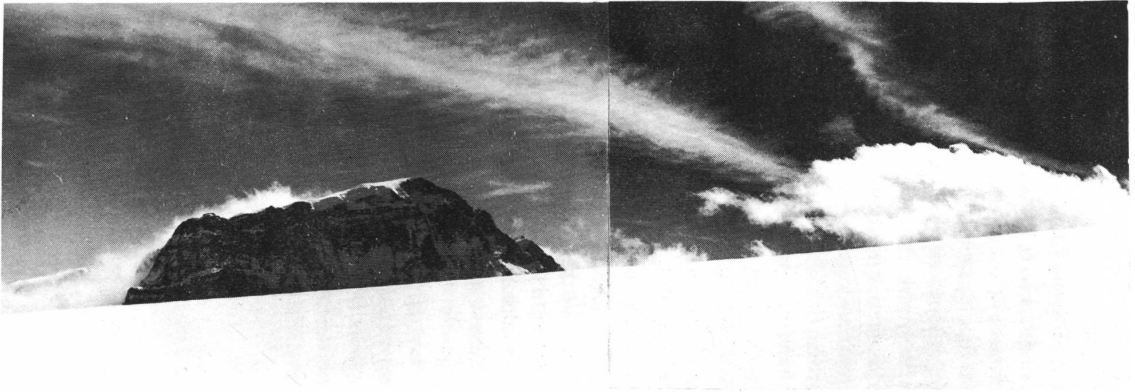


Bild 3: Photo des Tödi mit Südwesthimmel vom oberen Claridenfirn am 16.9.1935, 8 Stunden vor Ausbruch des Föhns.

7. Neuere Untersuchungen über den Föhn.

1945, also zu einem Zeitpunkt, als Rudolf Streiff bereits den grössten Teil seiner Arbeiten über den Föhn publiziert hatte, erschien die Dissertation des Oltener Bezirksschullehrers und Armeemeteorologen *Karl Frey* «Beitrag zur Entwicklung des Föhns und Untersuchungen über Hochnebel». Ihr folgten bald eine auf den Föhn beschränkte Zusammenfassung (30) und weitere Veröffentlichungen des gleichen Autors in verschiedenen meteorologischen Fachzeitschriften.

In diesen Arbeiten wird auf eine Eigenschaft des Föhns hingewiesen, der man bisher wenig Beachtung geschenkt hatte. Frey konnte anhand zahlreicher Messungen belegen, dass bei Föhn die über den Alpenkamm strömende Luft erheblich kälter ist als die Luft über dem leeseitigen Alpenvorland in gleicher Höhe. Da bei gleichem Luftdruck kältere Luft spezifisch schwerer ist als wärmere, begünstigt die genannte Temperaturverteilung offenbar das Niedersteigen des Föhns längs des Leehanges. Frey zog zur Begründung den Bjerknes'schen Zirkulationsatz heran.

Damit war eine plausible Erklärung für das Absteigen des Föhns gefunden, eine Erklärung, der im Prinzip auch Streiff beipflichten konnte. Streiff betrachtete hinfort die von Frey ins Blickfeld gerückte Temperaturdifferenz neben dem von ihm vorgeschlagenen Injektoreffekt als mögliche Ursache für das Zustandekommen des Talföhns.

Dass bei Föhn über den Alpenkamm relativ kalte Luft streicht, findet seine natürliche Erklärung in der normalen Temperaturschichtung der Atmosphäre: Die sogenannte potentielle Temperatur (dh. die Temperatur, die eine Luftmasse annähme, wenn sie adiabatisch auf einen Druck von 1000 Millibar gebracht würde) nimmt normalerweise nach oben zu. Längs einer Stromlinie ist sie annähernd konstant. Durch die Aufwölbung der Stromlinien entsteht so über einem Berg ein Dom relativ kalter Luft.

Der Frey'sche Temperatureffekt wurde übrigens schon von Wild erkannt (23); aus seinem Zahlenmaterial ging hervor, dass die Temperatur auf dem St. Gotthard-Hospiz meist deutlich niedriger war als auf dem Rigi-Gipfel, selbst dann, wenn die beiden Temperaturen mit Hilfe eines durchschnittlichen vertikalen Temperaturgradienten auf gleiche Höhe umgerechnet worden waren. Die Bedeutung dieses Effekts für die Dynamik des Föhns wurde jedoch vor Frey nicht erkannt.

Dass es bei Föhn auf den Alpenpässen sehr kalt sein kann, war den Bergbewohnern von jeher bekannt.

Neben der grundlegenden Erkenntnis von Frey scheinen mir die Beiträge des deutschen Meteorologen *F. Rossmann* (32) weniger bedeutend. Rossmann wies 1950 darauf hin, dass sich innerhalb der Föhnmauer absteigende Luft sättigungsadiabatisch verhält; sie kommt (infolge Verdunstung der Wolkentropfen) an der unteren Grenze der Föhnmauer etwas kälter an, als die ausserhalb der Föhnwolke trockenadiabatisch auf das gleiche Niveau absinkende Luft. Dieser Effekt addiert sich zum Frey'schen, ist aber für sich allein betrachtet nicht sehr gross.

Im gleichen Jahr 1950 erfuhren Streiffs Arbeiten nachträglich eine wissenschaftliche Rehabilitierung: Auf Grund theoretischer Untersuchungen von Tollmien brach *M. Takeuchi* eine Lanze für die Hypothesen von Wild und Streiff (33).

Der deutsche Meteorologe *H. Schweitzer* verglich 1953 (34) den Föhn mit einer «schiessenden Strömung». Dieser Ansicht hätte sich Streiff zweifellos angeschlossen, hätte er Schweitzers Arbeit gekannt.

Schweizer Meteorologen hatten sich bisher vorwiegend mit Föhnerscheinungen im Glarnerland und im Urner Reusstal befasst, weil sich dort Beobachtungsstationen in geeigneter Lage befanden. Jetzt untersuchte *M. Bouët* hingegen den Walliserföhn, der wegen der alpenparallelen Richtung des Haupttales dort als Ost- oder Nordostwind auftritt (36).

R. Widmer entwickelte 1960 (37) eine objektive Methode zur *Prognose* des Föhns auf statistischer Grundlage, und zwar am Beispiel von Altdorf (Uri).

Das Rheintal zwischen Chur und Bodensee gab den Rahmen für eine zur Hauptsache statistische Föhnuntersuchung durch *T. Gutermann* (38). Für diese Untersuchung wurden neben den bestehenden Stationen einige für diesen Zweck speziell errichtete Messstellen benützt. Eine dieser ad-hoc-Stationen befand sich auf dem Piz Alun, einem fast 1000 m über dem Talgrund liegenden Vorsprung der linken Talflanke; eine andere war auf dem Fläscherberg, einem aus dem Tal aufragenden Hügel, eingerichtet worden. An diesen beiden erhöht liegenden Stationen ergab sich eine wesentlich grössere Föhnhäufigkeit als an den Talstationen, ein Resultat, das mit den Streiff'schen Vorstellungen über die räumliche und zeitliche Veränderung des Stromfeldes durchaus im

Einklang steht. Der Zusammenhang zwischen Höhenströmung und Talföhn erwies sich hier allerdings als weniger ausgeprägt. Dem Rheintalerföhn schien öfters Kaltluft aus den Bündnertälern beigemischt zu sein. Ähnlich wie im Glarnerland gestaltete sich im Rheintal der Jahresgang der Föhnhäufigkeit.

8. Was ist von «ALPEX» zu erwarten?

Im Rahmen des globalen Atmosphären-Forschungsprogramms (GARP) der Meteorologischen Weltorganisation gab es als letztes Feldexperiment ein solches über «Strömungen über und um Gebirge». Dieses unter Beteiligung von 17 Nationen durchgeführte Experiment fand unter dem Namen ALPEX vom 1. September 1981 bis 30. September 1982 im erweiterten Alpenraum statt. Eine zweimonatige Intensivperiode, während der neben bemannten und automatischen Beobachtungsstationen, Radiosonden, Radar- und anderen ortsgebundenen Geräten auch Motorflugzeuge und Segler als Instrumententräger eingesetzt wurden, war auf März und April 1982 gelegt worden. Man hoffte mit dieser zeitlichen Ansetzung viele alpenüberquerende Strömungen zu erwischen.

Leider spielte die Natur in bezug auf Südföhn nicht im erwarteten Masse mit, indem nur kurzdauernde Südföhnperioden zur Beobachtung gelangten.

Die Auswertung des riesigen Beobachtungsmaterials ist erst angelaufen. Man darf aber auf die Ergebnisse gespannt sein. Wahrscheinlich werden sie unter anderem auch für die Deutung der Föhndynamik von Bedeutung sein, wenngleich eine restlose Klärung aller anstehender Probleme naturgemäss nicht in Aussicht steht (41, 42).

Erfreulicherweise hat man auch die Frage untersucht, wo und wann Luft *um* die Alpen strömt; gerade hiezu lieferten die ALPEX-Beobachtungen anscheinend interessante Aufschlüsse.

9. Zusammenfassung und Ausblick

Was uns Rudolf Streiff-Becker an präzisen Beobachtungen und lebendigen Schilderungen des Glarner Föhns hinterlassen hat, ist als Werk eines einzelnen Forschers bewundernswert. Gewisse von ihm entdeckte Merkmale des Glarner Föhns sind ins Bewusstsein der Schweizer Meteorologen eingedrungen, ohne dass die Quelle dieses Wissens jedem geläufig wäre.

Streiffs «Injektortheorie» des Föhns enthält sehr wahrscheinlich einige richtige Grundgedanken, obschon eine strömungstheoretische Untermauerung nur bruchstückweise erbracht worden ist.

Von ALPEX darf man wertvolle Aufschlüsse, wohl aber auch neue ungelöste Fragen gewärtigen.

Meteorologische Publikationen von Rudolf Streiff

- (01) 1925 Über den Glarner Föhn.
Vierteljschr. Naturf. Ges. Zürich, 70, S. 85-103.
- (02) 1925 Beitrag zur Theorie des Föhns.
Verh. Schweiz. Naturf. Ges., 106, S. 106-110.
- (03) 1925 Contribution à l'étude du foehn.
Arch. sc. phys. et nat., 7, p. 402-406.
- (04) 1930 Der Föhn.
Die Alpen, S. 281-297.
- (05) 1930 Altes und Neues über den Glarner Föhn.
Mitt. Naturf. Ges. Glarus, S. 1-52.
- (06) 1931 Zur Dynamik des Föhns.
Meteorol. Zeitschr., 48, S. 149-152.
- (07) 1931 Warum steigt der Föhn in die Täler herab?
Meteorol. Zeitschr. 48, S. 393-394.
- (08) 1932 Lokaler Kälteeinbruch nach Abzug eines Talföhns.
Verh. Schweiz. Naturf. Ges., 113, S. 312-314.
- (09) 1932 Vague de froid localisée succédant à un foehn de vallée.
Arch. sc. phys. et nat., 14, p. 281-284.
- (10) 1933 Die Föhnwinde.
Vierteljschr. Naturf. Ges. Zürich, 78, S. 66-82.
- (11) 1933 Nochmals über den Föhn.
Meteorol. Zschr., 50, S. 388-389.
- (12) 1935 71 Jahre Glarnerföhn.
Meteorol. Zschr., 52, S. 147-150.
- (13) 1939 Etwas vom Föhn.
Rev. pour l'étude des calamités, 6, p. 171-179.
- (14) 1942 Neue Untersuchungen über den Föhn in den Schweizeralpen.
Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges., Abh. 4, 74, S. 241-278.

- (15) 1942 Der Föhn ist los.
Schweiz. Schulfunk, H. 5, S. 166-169.
- (16) 1947 Der Dimmerföhn.
Vierteljschr. Naturf. Ges. Zürich, 92, S. 195-198.
- (17) 1948 Disputanda über den Föhn.
Experientia, 4, S. 359.
- (18) 1953 Die Lokalwinde der Alpen.
Die Alpen, S. 153-156.

Publikationen anderer Autoren über den Föhn

- (19) 1866 *Hann, J.*: Zur Frage über den Ursprung des Föhns.
Zschr. Österr. Ges. f. Meteorol., 1, S. 257-263.
- (20) 1878 *Billwiler, R., sen.*: Besprechung von M.F.F. Hébert's
«Etude sur les grands mouvements de l'atmosphère
et sur le Foehn et le Scirocco pendant l'hiver 1876/77.
Zschr. Österr. Ges. f. Meteorol., 13, S. 317-320.
- (21) 1885 *Hann, J.*: Einige Bemerkungen zur Entwicklungs-
geschichte der Ansichten über den Ursprung des Föhns.
Meteorol. Zschr., 2, S. 393-399.
- (22) 1899 *Billwiler, R., sen.*: Über verschiedene Entstehungsarten
und Erscheinungsformen des Föhns.
Meteorol. Zschr., 16, S. 204-215.
- (23) 1901 *Wild, H.*: Über den Föhn und Vorschlag zur
Beschränkung seines Begriffs.
Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges., 38/2, 99 S. + Anh.
- (24) 1910 von *Ficker, H.*: Innsbrucker Föhnstudien, IV.
Weitere Beiträge zur Dynamik des Föhns.
Denkschr. Wiener Akad., 85, 113 S.
- (25) 1912 *Billwiler, R., jun.*: Neuere Untersuchungen über die
Dynamik des Föhns.
Verh. Schweiz. Naturf. Ges., 95/II, S. 155-157.
- (26) 1926 *Billwiler, R., jun.*: Der Glarner Dimmerföhn.
Verh. Schweiz. Naturf. Ges. 107/II, S. 170-171.
- (27) 1931 von *Ficker, H.*: Warum steigt der Föhn in die
Täler herab?
Meteorol. Zschr., 48, S. 227-229.
- (28) 1931 *Koschmieder, H.*: Leewirbel und Föhn.
Meteorol. Zschr., 48, S. 229-230.
- (29) 1937 *Lehmann, O.*: Zur Geschichte der Föhntheorie.
Vierteljschr. Naturf. Ges. Zürich, 82, S. 45-76.

- (30) 1945 *Frey, K.*: Eine neue Ansicht über die Entwicklung des Föhns, mit einem kurzen Rückblick auf die Geschichte der Föhntheorie.
Trimbach/Olten, 16 S.
- (31) 1950 *Mörikofer, W.*: Zur Meteorologie und Meteorobiologie des Alpenföhns.
Verh. Schweiz. Naturf. Ges., 130/II, S. 11-32.
- (32) 1950 *Rossmann, F.*: Über das Absteigen des Föhns in die Täler.
Ber. Dt. Wetterd. US-Zone, 12, S. 94-98.
- (33) 1950 *Takeuchi, M.*: Wild's hypothesis in the theory of the foehn phenomena.
Pap. Meteorol. & Geophys., 1, p. 206-210.
- (34) 1953 *Schweitzer, H.*: Versuch einer Erklärung des Föhns als Luftströmung mit überkritischer Geschwindigkeit.
Archiv f. Meteorol. Geophys. Bioklimat., A5, S. 350-371.
- (35) 1955 *Scorer, R.*: Theory of airflow over mountains, IV, Separation of flow from the surface.
Quart. J. Roy. Meteorol. Soc., 81, p. 340-350.
- (36) 1961 *Bouët, M.*: Sur le foehn dans la vallée du Rhône en Suisse.
Météorologie, 4, p. 309-313.
- (37) 1966 *Widmer, R.*: Statistische Untersuchungen über den Föhn im Reusstal und Versuch einer objektiven Föhnprognose für die Station Altdorf.
Vierteljschr. Naturf. Ges. Zürich, 111, S. 331-375.
- (38) 1970 *Gutermann, T.*: Vergleichende Untersuchungen zur Föhnhäufigkeit im Rheintal zwischen Chur und Bodensee.
Veröff. Schweiz. Meteorol. Zentralanst., 18, 68 S.
- (39) 1975 *Schlegel, M.*: Der Alpenföhn.
Bibliogr. d. dt. Wetterd., 30, 25 S.

- (40) 1975 *Vergeiner, I.*: A numerical model of three-dimensional mountain-induced gravity wave flow.
Riv. Ital. Geofis., Sonderband, S. 15 - 31.
- (41) 1982 *Internat. Council of sci. Unions & World Meteorol. Org.*:
GARP-ALPEX Rep. 1, ALPEX-Experiment design,
99 p. + App. + Rep. 7, Preliminary scientific results, 266 p.
- (42) 1983 *ALPEX-CH Komitee*: 1. ALPEX-CH Kolloquim, Zürich,
22. März 1983, 31 S.

Adresse des Autors:

Prof. Walter Kuhn, Möhrlistrasse 70, 8006 Zürich

