©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

nächstschwimmenden Tiere beanwortet. Merkwürdig scheint mir folgende Beobachtung. Bei entsprechendem „Sicherheitsabstand" ließen sich Kolbenenten und Bläßhühner auch durch Bewegungen am Hüttenfenster nicht beunruhigen. Sobald ich aber das Glas auf sie richtete, erfolgte Warnung und Flucht. Das geschah auch ohne die geringste (mir sichtbare) Sonneneinstrahlung und auch bei nicht ganz klarer Sicht. Bewegungen des Fensterflügels wurden dagegen nicht aufregender beurteilt als die anderer Gegenstände an Bord (etwa von Eimer oder Decke). Nahe dem Boot befindliche Bläßhühner sprachen auf die verschiedensten Geräusche (Klopfen, Singen usw.) ohne optische Wahrnehmungen nicht an: aber das Geräusch des Zerreißens von Papier brachte sofort alle zur Flucht. Die jetzt häufigen Störungen durch Fischerboote führen zu sehr geräuschvollem Auffliegen von Teilen des Bestandes, haben aber keine nachhaltigen Folgen.

Zusammenfassung

Die Beobachtungen vom 18. bis 24. Oktober 1950 erfolgten bei normalen, eher günstigen Wetter- und Wasserbedingungen. Das Ermatinger Becken ist zur Zugzeit das reichste Wasservogelgebiet des Bodensees und neben dem Ismaninger Teichgebiet bei München der zahlenmäßig bedeutendste Rastplatz Süddeutschlands. Zwischen dem Becken und benachbarten Teilen des Unter-, Zeller- und Gnaden-Sees bestehen bei den meisten Arten rege und regelmäßige Wechselbeziehungen. Der größte Teil der Enten benutzt das Ermatinger Becken vorwiegend als Aufenthalts- und Ruheplatz, weniger als Nahrungsgebiet. Wohl aber wird es von Bläßhühnern und Schwänen zum Nahrungserwerb benutzt. Die hohe Zahl von Kolbenenten (*Netta rufina*) ist für diese sonst so seltene Art sehr bemerkenswert. Feinde des herbstlichen Wasservogelbestandes — außer dem Menschen — scheinen zu fehlen.

Schrifttum:

Aus der beträchtlichen Zahl älterer und neuerer Schriften seien hier nur die folgenden, die zum Thema besonderen Bezug haben, angeführt:

BAUMANN, E. (1911): Die Vegetation des Untersees (Bodensee); Arch. Hydrobiol., Suppl.-Bd. 1

JAUCH, W. A. (1950): Der Untersee als Kolbenenten-Reservat von europäischer Bedeutung; Schweizer Naturschutz 16

NOLL, H. (1928): Die Vogelwelt des Untersees; Mitt. Thurg. Naturf. Ges. 27

NOLL, H. (1929): Biologische Beobachtungen über die Kolbenente im Gebiete des Untersees (Bodensee). Journ. f. Ornith., Ergänz.-Bd. 2 (HARTERT-Festschr.)

Besonderheiten im Klima Freiburgs

Von HANS v. RUDLOFF, Freiburg i. Br.

(Abb. 8—13)

Freiburgs Lage ist einer der wichtigsten Faktoren seines Klimas. Es bieten sich am Fuße des rund 1000 m hohen Westabbruchs des Schwarzwaldes in der etwa zehn Kilometer in den Schwarzwald eindringenden Freiburger Bucht Klimabedingungen, wie sie wohl für eine deutsche Großstadt einmalig sind. Innerhalb eines Zehn-Kilometer-Umkreises finden sich Erhebungen bis zu 1300 m, stark ausgeprägte, eingeschnittene, aber auch weite Täler und schließlich die Tiefebene. Die unmittelbare Nähe schroffer, landschaftlicher Gegensätze er-

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

zeugt natürlich auch klimatische Gegensätze. Bemerkenswert ist das eigene Zirkulations- und Luftaustauschsystem zwischen dem Gebirge und der Ebene. Es übt nicht nur seinen Einfluß auf das Freiburger Klima als Ganzes aus, sondern bewirkt auch die lokalen Klima-Unterschiede in Freiburg. Wer längere Zeit in Freiburg wohnt, der kennt die fast täglichen Berg- und Talwinde. Der Höllentalwind, kurz „Höllentäler" genannt, ging sogar als ein Musterbeispiel der Bergabwinde in die Fachliteratur ein. Wir finden den Höllentalwind erstmals 1884 in einer Schrift des Freiburger Arztes, Prof. Dr. LUDWIG THOMAS erwähnt. THOMAS wies bereits eingehend auf die mit dem Eintritt des „Höllentälers" verbundene Temperaturerhöhung hin. Auch die Arbeit von CHR. SCHULTHEISS (1896) verdient, genannt zu werden. Über den Gegenspieler des „Höllentälers" schrieb L. THOMAS (1904). K. SCHMIDT (1932) untersuchte im Sommer 1932 die speziellen Windverhältnisse genauer. Eine mit gut ausgewählten Bildern ausgestattete Broschüre über das Klima von Freiburg verdanken wir dem ehemaligen Freiburger Stadtarzt Dr. H. PFLUEGER (1933). Seine Schrift enthält im Anhang zahlreiche Literaturhinweise. In jüngster Zeit war es H. LOSSNITZER (1942), der sich mit dem Problem der Hangwinde befaßte. Neben dem Höllentalwind beeinflussen auch andere Lokalwinde die Stadt, er weist auf die Bedeutung der „Luftlawinen" hin, die sich vor allem abends von den Herderner Hängen lösen und diesem Stadtteil reine Bergluft zuführen. Den treffenden Ausdruck „Luftlawinen" prägte A. SCHMAUSS bereits 1926 für die an den Gebirgshängen abgehenden „Kaltluftpakete". H. v. RUDLOFF (1949) untersuchte 1948 die Auswirkungen der Bergabwinde, insbesondere bezüglich der Temperaturzunahme und des Feuchterückgangs und zog hieraus Rückschlüsse auf die mittlere Geschwindigkeit dieser Winde. (Weitere Angaben siehe bei HANN-KNOCH, und K. KEIL.)

Der „Höllentäler" spielt im Freiburger Lokalklima zweifellos die größte Rolle, doch zeigen auch die kleineren Täler und Tälchen einen ausgesprochenen Tagesgang des Windes, der sich bis in die Stadt auswirkt. Der Herderner kennt die vom Roßkopf durch das Immental oder vom Jägerhäusle her wehenden Abend- und Nachtwinde. Der in Günterstal oder im „Malerviertel" Wohnende schätzt die in der warmen Jahreszeit vom Schauinsland und Gerstenhalm kommenden Bohrertalwinde, die immerhin mindestens die untersten 50 m der Talbreite ausfüllen, denn sie überwehen den rund 50 m über der Talsohle gelegenen Sattel zwischen dem Kreuzkopf und dem Lorettoberg und sind selbst auf der Westseite des Lorettoberges abends und nachts als böige Winde zu spüren. Bei all diesen Bergwinden handelt es sich um eine normale Austauscherscheinung. Abends gleitet die erkaltende Luft infolge ihrer Schwere von den Berghängen in die Täler ab und fließt zur Ebene hinaus. Bereits vor Sonnenuntergang beginnt an den Schattenseiten der Bergmassive das Abgleiten von „Kaltluftlawinen".

Während des astronomischen Sonnenunterganges ist der Abgleitvorgang an den Berghängen schon voll entwickelt. Wie lange die zum Beispiel aus der Hofsgrunder Karmulde abgleitenden Kaltluftlawinen benötigen, um ins Zartener Becken zu gelangen, ist durch Messungen noch nicht erwiesen, doch dürften die Luftmassen diesen Weg etwa innerhalb einer Stunde oder in noch kürzerer Zeit ausführen. Wir wissen aber aus den Temperatur- und Feuchtigkeitsregistrierungen der Stationen in Kirchzarten, am Sandfang und im Stadtgebiet ziemlich genau über die Stärke und Häufigkeit der Bergabwinde auf der Strecke von Kirchzarten bis zum Mooswald Bescheid. In der Tabelle 1 sind

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

die mittleren, monatlichen Eintrittszeiten, Geschwindigkeiten, Temperatur- und Feuchteänderungen, wie sie sich aus dem Beobachtungsmaterial der Jahre 1941 bis 1948 ergeben, zusammengestellt. Der Bergwind setzt in Kirchzarten schon kurz nach dem astronomischen Sonnenuntergang ein. Nach rund 19 Minuten ist der Sandfang erreicht, nach weiteren 6 Minuten die mittlere Zasiusstraße. Von dort aus benötigt der Wind rund 38 Minuten bis zum Mooswald. Auffallend ist die kurze Laufzeit im Herbst, doch ist dies vielleicht eine Folge der in dieser Jahreszeit häufigen Süd- und Südostlagen sowie der auffallenden Beständigkeit und Wärme der Herbstmonate des Berichtszeitraumes. Im Großen und Ganzen zeichnen sich die Bergwinde aber in den Monaten April bis September durch die größten Geschwindigkeiten aus. Zwischen Kirchzarten und dem Sandfang wurden Durchschnittsgeschwindigkeiten von 30 km/h, das entspricht Windstärke 5 bzw. 8—9 m/sek, ermittelt, für einen lokalen Wind durchaus beachtliche Stärken. Der Verfasser notierte von der Dreisamstraße aus, also inmitten der Stadt, mitunter Windstärke 7 und stellte nach besonders kräftigen Bergwinden fest, daß von den an der Dreisam stehenden Pappeln armdicke Äste abbrachen. Meist wird die Intensität der Bergwinde in der Stadt durch die größere Reibung gemindert. Nur an Tagen mit überlagerter NE-, E-, SE- oder S-Strömung kommen in der Innnenstadt Windstärken von mehr als 5 Beaufortgraden vor. Doch auch bei überlagerter Westströmung können die Bergwinde noch Windstärke 4 erreichen, so verzeichnete man an einem Tage im Dezember 1948 in Freiburg einen abendlichen Ostwind, dessen durchschnittliche Stärke 3 Bft betrug, während der Feldberg WSW-Wind Stärke 5 meldete.

Wie setzt nun der Bergwind ein? Zunächst beginnt nach einer etwa ein- bis zweistündigen Windstille für wenige Minuten ein schwacher Luftzug, der bald durch einen rasch zunehmenden Wind ersetzt wird. Kurz darauf können schon maximale Windstöße erreicht werden. An Sommerabenden nimmt der Bergwind noch in der mittleren und unteren Innenstadt häufig böigen Charakter an. Die von den Bergwinden erfaßte Talsohlen-Luftschicht wächst nach dem Einsetzen der Bergwinde zunächst rasch, sie vermindert sich jedoch vor Mitternacht einige Male. Gegen Mitternacht, gegen 2 Uhr nachts und gegen 4 Uhr früh erreichen die Bergwinde nicht selten weitere Maxima, sodaß also häufig rund alle zwei Stunden ein bedeutender Schwall von Bergluft durch das Stadtgebiet weht. In den Morgenstunden flaut der Wind ab, zum Sonnenaufgang herrscht meist Windstille. Nahezu gleichbleibende Perioden des Eintritts stärkerer Bergluftwellen oder auch nur kleinerer Luftlawinen wurden, abgesehen von den oftmals nach jeweils zwei Stunden sich wiederholenden Bergwindvorstößen (es wurden allerdings auch 3- oder 4stündige Intervalle festgestellt) im Freiburger Raume noch nicht beobachtet. Allerdings liegt die Vermutung nahe, daß unter witterungsmäßig gleichen oder nahezu gleichen Verhältnissen periodische Abgleitvorgänge stattfinden, wie sie z. B. J. Küttner (1949) im Juli 1947 im Wettersteingebirge eindrucksvoll feststellen konnte.

Wie hoch reicht nun die vom nächtlichen Bergabwind erreichte Luftmasse über Freiburg? An heiteren Sommerabenden beobachtete der Verfasser, daß die Rauchfahne des 96 m hohen Schornsteins der Mez'schen Nähseidenfabrik Ostwind anzeigte und die 100 m über der Talsohle gelegene Schloßberg-Waldfahrstraße vom Höllentäler noch erreicht wurde, während der Bergwind den 170 m über dem Dreisamausgang aufragenden Schloßberggipfel nicht mehr erfaßte. Doch handelt es sich dabei nur um Einzelbeobachtungen, sodaß hierüber kein abschließendes Urteil abgegeben werden kann. Allerdings werden die Beob-

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

achtungen durch den an heiteren Abenden fast alltäglich am Stadtgarten zu erkennenden Windstillenbezirk bestätigt, denn würde der Wind über den Schloßberg wehen, so müßte er an der genannten Stelle zumindest etwas Windunruhe erzeugen. Wie später an Hand der Tabelle 1 noch gezeigt wird, ist die Zahl der Tage mit Bergwinden (auch Bergab- oder Talabwinde genannt) weitaus größer als die Zahl der heiteren oder sonnigen Tage (vgl. H. FLOHN, 1942), es muß also auch an stärker bewölkten Tagen eine durchaus erkennbare Ausgleichsströmung herrschen. Selbst im Winter kommen die Bergwinde noch relativ oft vor. A. WAGNER (1938) fand für das Inntal (sowie einige andere Alpentäler) ebenfalls das Auftreten der Berg- und Talwinde selbst an trüben Tagen sowie in der kalten Jahreszeit, allerdings ausgenommen die Monate Dezember und Januar. Zur Frage der Mächtigkeit der Austauschströme im Gebirge schreibt A. WAGNER unter anderem: „Die Täler mit ihren seitlichen Hängen stellen in der Nacht ein kaltes, bei Tag ein warmes Störgebiet dar, welches ringsum von der ungestörten Atmosphäre über der Ebene umgeben ist. Dieses Störgebiet findet nicht in der Höhe der seitlichen Kämme seine obere Begrenzung, es reicht vielmehr infolge Austauschbewegung und Strahlungsausgleich ein Stück darüber hinaus." Auch Herdern besitzt ein eigenes Bergwindsystem, es hängt erstaunlicherweise mit dem Höllental-Windsystem zusammen. Es handelt sich aber nicht um den am Dreisamtalende nach Norden umgelenkten Höllentäler, der die Herderner Gebiete und die Nordstadt oft nicht erreicht, sondern um den während der Intensitätsmaxima über den Hirzbergsattel streichenden Wind, der seinen Weg durch das Immental nach Herdern nimmt. Wird der lokale Immentalwind durch den Höllentäler verstärkt, dann kann die Windstärke auch in Herdern 4 bis 5 Beaufortgrade erreichen. (Abb. 8.)

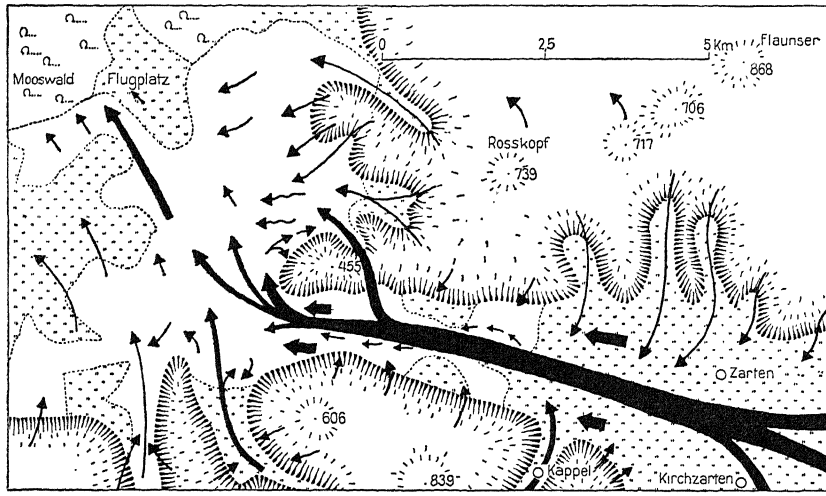

Abb. 8: Die Richtung der Bergwinde in Freiburg i. Br.

Obwohl Herdern näher am Berghang liegt als Kirchzarten, setzt der Bergwind in Herdern rund 20 Minuten später ein als dort. Da die Herderner Hänge infolge der Westexposition länger bestrahlt werden als die Quellgebiete des Höllentälers, wird die Verzögerung verständlich. Man denke nur an die schon

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

früh der Strahlung entzogene, über 1000 m hoch gelegene eiszeitl. Karmulde von Hofsgrund. Dort können sich die ausstrahlungsbedingten Kaltluftlawinen viel früher bilden und von ihrer Unterlage ablösen.

In den Vor- und Nachmittagsstunden besitzt der Bergabwind im Talaufwind einen Gegenspieler. Kommt der Bergabwind durch das Abgleiten der erkaltenden Luft zustande, so ist der Talaufwind eine Folge der tagsüber stattfindenden Erwärmung. Die Tageserwärmung ist in der Rheinebene im Sommerhalbjahr besonders groß (vgl. auch H. BERG, 1948 und HANN-KNOCH, 1932). Nun steigt aber die erhitzte Luft nicht nur senkrecht hoch, sondern dehnt sich auch nach den Seiten aus. Im Gebirge entsteht nun aber ebenfalls an den besonnten Hängen eine bedeutende Lufterhitzung. Dadurch nimmt der Luftdruck unmittelbar an den bestrahlten Hängen infolge Ablösung der erhitzten Luftpolster ab. Es entsteht also ein zusätzlicher Sog über dem Gebirge. Der Schwarzwald saugt also die erhitzte Luft der Rheinebene an. Da die Tageserwärmung ein seitliches und vertikales Ausdehnen der Luft bewirkt, ist die vom Talaufwind erfaßte Luftschicht über dem Freiburger Raume mächtiger als die vom Bergwind gestörte Schicht. Während der Höllentäler über Freiburg oberhalb 200 m über Grund kaum noch spürbar sein dürfte, setzt sich der Talaufwind an heiteren Sommertagen bis über 600 m hinauf durch, wie Pilotballon-Messungen über dem Flughafen ergaben. Dafür sind die Windgeschwindigkeiten der Talwinde bedeutend geringer. Nur an außergewöhnlich heißen Tagen erreicht der Talwind eine Stärke von 5—6 Beaufort, während diese Windstärken beim Bergabwind häufig vorkommen.

An ungestörten, heiteren Tagen weht der Talaufwind über dem Freiburger Stadtgebiet aus Nordwest bis Nordnordwest (Abb. 9). Selbst bei leichter, überlagerter Südwestströmung bemerkt man noch eine Nordkomponente. Beim Eingang in das Dreisamtal paßt sich der Talaufwind der Talrichtung an, dies gilt natürlich auch für die anderen Täler. Im Großen zeigt sich über der südlichen Rheinebene an solchen Tagen insgesamt eine leichte Nordkomponente (Alpen- und Jura-Einfluß?). Man kann die Umlenkung der Talaufwinde über Freiburg am besten an heiteren, aber noch kalten Strahlungstagen im März studieren, wenn allgemein noch geheizt wird. Vom Schloßberg aus beobachtet man dann die zahlreichen Rauchfahnen, die nicht nur die Ablenkung sondern auch die Windstärke-Unterschiede sichtbar machen. Wir hoch der Prozentsatz der Berg- (und Tal-) winde an der Gesamtverteilung ist, geht aus der in Tab. 1 enthaltenen Häufigkeitsdarstellung hervor. Einige besonders ungestörte Sommermonate brachten nur an einigen Abenden keinen Bergwind. So beobachtete man im Juli 1949 an allen Abenden Bergwinde.

Während sich von Tag zu Tag infolge der Verschiedenartigkeit der überlagerten Großströmung unterschiedliche Eintrittszeiten ergeben, ist es doch erstaunlich, wie sich im Mittel über einen Monat die zeitlichen Unterschiede ausgleichen. Für den Juni 1947 ergab sich am Flughafen eine mittlere Eintrittszeit des Bergwindes von 22.08 Uhr, im Juni 1948 stellte sich der Bergwind im Mittel um 22.02 Uhr ein. Damals fielen die „Bergwindtage" fast ausschließlich in die Hitzeperiode vom 5.—14.; im Juni 1947 verteilten sie sich über den ganzen Monat. Die Strahlungsbedingtheit der Bergwinde kommt hierdurch gut zum Ausdruck. In den Monaten April 1947 und 1948 stimmten die Schönwetterperioden zeitlich fast auf den Tag miteinander überein, der Eintrittszeit-Unterschied der Bergwinde betrug nur vier Minuten. Über die Eintrittszeit der Talaufwinde liegen leider noch keine Auswertungen aus dem Freiburger Raume

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

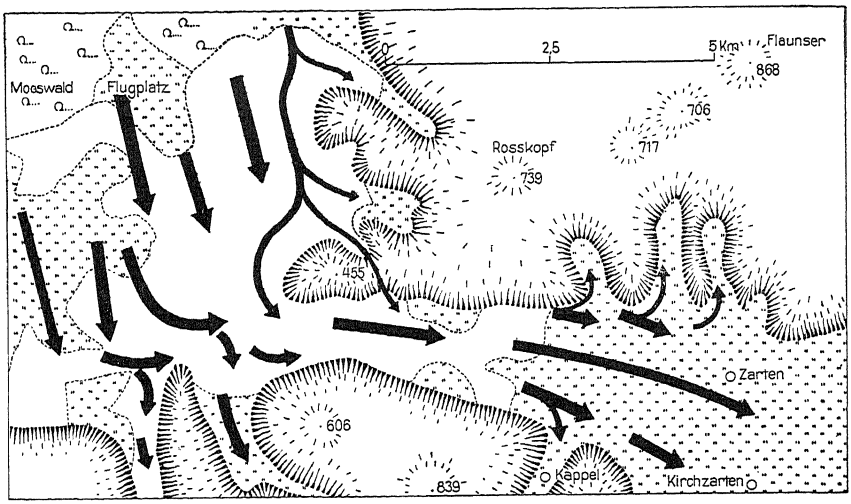

Abb. 9: Die Richtung der Talaufwinde in Freiburg i. Br.

vor, doch dürfte er ein bis zwei Stunden nach Sonnenaufgang bereits eingesetzt haben. In den Nachmittagsstunden, etwa zur Zeit der höchsten Temperaturen, sind die Talaufwindstärken am größten. WAGNER fand an heiteren Sommertagen für Innsbruck maximale Talwindstärken zwischen 15 und 16 Uhr und führt diesen gegenüber der maximalen Sonnenhöhe verspäteten Eintritt (gegenüber der Ebene 2—3 Stunden später) auf den täglichen Gang des thermischen Druckgradienten zurück. Er machte die interessante Feststellung, daß die maximalen Talaufwindstärken umso früher eintreten, je kleiner bzw. steiler die Täler sind, weil die in Bewegung zu setzende Luftmasse geringer ist. In sehr kleinen Tälchen nähert sich der Zeitpunkt der maximalen Talaufwindstärken dem des Sonnenstandes. Mit der Höhe finde nur eine geringe Verschiebung des Talwindbeginnes statt, wie im Innsbrucker Raume durch zahlreiche Aufstiege erwiesen wurde.

Viele Freiburger empfinden den Höllentäler als kalten oder kühlen Wind. Verfolgt man aber an Hand eines Thermohygrographen die mit dem Eintritt des Bergwindes einsetzenden Temperatur- und Feuchteänderungen, dann stellt man schon nach wenigen Beobachtungen fest, daß der Bergwind einen Temperaturanstieg — meist um 1 bis 2 Grad C. — und einen Feuchterückgang bringt, also ein typischer Fallwind ist. Bei überlagerter Süd- oder Südostströmung wird die Temperatur bisweilen um 4—8 Grad erhöht (Abb. 10). Erst vor Sonnenuntergang, wenn der Wind nachläßt, fällt die Temperatur rasch, oftmals innerhalb weniger Stunden um 8—10 Grad.

Warum erhöht nun der Bergwind die Temperatur im Tale, wo er doch durch die von den Bergen abgleitende Kaltluft erzeugt wird? Unmittelbar über dem Boden erkaltet die Luft am meisten und raschesten, in größerer Höhe ist die Bodenabkühlung infolge der geringeren Luftdichte und des niedrigen Wasserdampfgehaltes noch größer. Die über dem Erdboden lagernde Luftschicht ist dadurch nachts kälter als die freie Atmosphäre. Sinkt eine auf 13 Grad abgekühlte Luftlawine infolge ihrer relativen Schwere gegenüber der wärmeren Luft der Atmosphäre z. B. von 1300 auf 300 m ab, so erwärmt sie

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

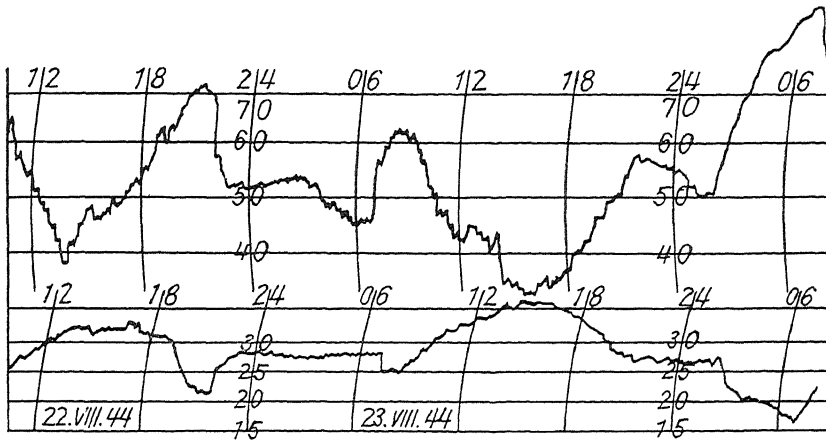

Abb. 10: Temperaturzu- und Feuchteabnahme durch Bergwind in Kirchzarten bei Freiburg i. Br. (Südost-Südlage).

sich um 1 Grad/100 m. Das Luftteilchen kommt in 300 m mit einer Temperatur von 23 Grad an. Dort herrscht aber bereits durch Ausstrahlung eine Temperatur von 18 Grad. Die freie Atmosphäre dagegen ist in 1300 m Höhe mit 19 Grad und über der 300 m hochgelegenen Talsohle mit 24 Grad bedeutend wärmer. Die herabfließende Kaltluftlawine kommt also in 300 m kühler an, jedoch bewirkt sie über der Talsohle eine Erwärmung von 5 Grad. Dieses Beispiel ist natürlich idealisiert, denn in Wirklichkeit kühlt sich die von den Bergen abgleitende Kaltluft auf ihrem Wege ebenfalls ab über der erkaltenden Bodenfläche und schließlich stammen auch nicht alle in Freiburg einfließenden Kaltluftlawinen aus 1300 m Höhe, sondern ein großer Teil löst sich von den Hängen der Mittel- und unteren Lagen ab.

Wenn in Höhenlagen über 600 m Schnee lag, die tiefsten Gebiete aber schneefrei waren, dann trat manchmal in Freiburg eine Abkühlung mit Eintritt des Bergwindes ein, da die Ausstrahlung über den Schneeflächen besonders groß war. In diesen Fällen besitzt der Bergwind für Freiburg „Boracharakter".

Unbeeinflußt von strahlungsbehindernden Bauten, Gewässern oder Waldungen ist die Erwärmung am größten, weil der Temperaturrückgang in ausstrahlungsbegünstigten Gebieten (Täler, Wiesenflächen) vorm Eintritt der Bergwinde am bedeutendsten ist. (Vgl. Tab. 1, Kirchzarten und Flugplatz gegenüber der Innenstadt/Bot. Inst.) Die wirkliche Erwärmung ist in Freiburg gegenüber den bergwindfreien Orten der Ebene noch größer als in der Tabelle gezeigt wird, denn da normalerweise die Temperaturen abends zurückgehen, bedeutet schon ein Gleichbleiben der Temperaturen am Bergwindort eine Erwärmung gegenüber der bergwindfreien Nachbarstation. Erhöht sich aber am Bergwindort die Temperatur um 1,5—2,0 Grad und bleibt sie etwa eine Stunde auf gleicher Höhe, so beträgt der Unterschied zwischen Bergwindort und freier Umgebung nach einer Stunde schon 3—4 Grad. Auf Grund dieser Tatsachen stellte bereits Thomas (1884) fest, daß Freiburg wärmer ist als die um 120—180 m tiefer gelegenen Städte der Rheinebene und wärmer ist als die ebenso hoch gelegene bergwindfreie Umgebung.. Auffallend ist aber die Tatsache, daß die Zahl der Frost- und Eistage nicht kleiner ist als in den übrigen Städten der Rheinebene. Die Ursache hierfür ist die Eigenart des Temperaturganges in der

Monat	Mittlere Eintrittszeit (MEZ)						Geschwindigkeit km/h			Mittlere Zahl der Bergwindtage		
	Kirch-zarten	Sandfang	Zasius-straße	Bot. Inst.	Flughafen	Dauer Kirchzarten bis Flughfn.	Kirchzarten b. Sandfg.	Sandfg. b. Zasiusstr.	Bot. Inst. b. Flughfn.	Kirch-zarten	Sandfang	Flughafen
Dezember	17.20	17.43	17.50	17.50	18.20	60 min.	16.9	9.4	5.8	4.7	8.5	6.0
Januar	17.34	18.00	18.10	18.00	18.50	76 „	15.0	6.6	3.5	5.8	8.3	5.0
Februar	18.27	18.50	19.00	18.45	19.33	66 „	16.9	6.6	3.6	6.3	8.7	2.0
März	19.09	19.28	19.38	19.45	20.40	91 „	21.6	6.6	3.2	13.5	17.7	15.5
April	19.48	20.03	20.07	19.52	20.41	53 „	25.9	16.5	3.6	17.3	17.0	13.0
Mai	20.32	20.46	20.50	20.52	21.39	67 „	27.8	16.5	3.7	15.0	17.7	19.0
Juni	20.48	21.01	21.05	21.21	22.03	75 „	30.0	16.5	4.0	10.0?	14.4	13.5
Juli	20.35	20.50	20.55	21.01	21.36	61 „	25.9	13.2	5.0	12.7?	18.3	15.5
August	20.02	20.20	20.25	20.18	20.50	48 „	21.6	13.2	5.4	20.7	20.3	19.0
September	19.09	19.30	19.33	19.26	20.10	61 „	18.5	22.2?	4.0	16.3	15.0	21.0
Oktober	18.25	18.50	19.00	18.40	19.27	62 „	15.6	6.6?	3.7	10.3	16.3	20.5
November	18.05	18.25	18.30	18.10	18.37	32 „	19.5	13.2	6.4?	7.0	6.0	9.5
Jahr	19.09	19.28	19.34	19.30	20.12	63 „	20.6	12.3	4.1	139.6?	168.2	159.5
Winter	17.47	18..11	18.20	18.12	18.54	67 „	16.2	7.3	4.1	16.8	25.5	13.0
Frühling	19.50	20.06	20.12	20.10	21.00	70 „	24.3	13.2	3.5	45.8	52.4	47.5
Sommer	20.29	20.44	20.48	20.53	21.30	61 „	26.0	14.6	4.7	43.4?	53.0	48.0
Herbst	18.33	18.55	19.01	18.45	19.25	52 „	17.7	14.0	4.3	33.6	37.3	51.0

Tabelle 1: Statistische Unterlagen zum Höllentalwind

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V., download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

Monat	Größte Temperaturzunahme während der Nachtwindzeit und größter Feuchterückgang (Mittel)													
										Mittl. Feuchteminimum nach Bergwindeintritt				
	Kirch-zarten	Sandfang	Zasius-straße	Bot. Inst.	Flughafen	Kirch-zarten	Sandfang	Bot. Inst.	Flughafen	Kirch-zarten	Sandfang	Bot. Inst.	Flughafen	Alle
Dezember	2.6	1.6	1.5	1.5	1.4° C	13	15	11	11%	62	73	66	76	68%
Januar	2.9	1.6	1.7	1.5	1.5	15	15	10	11	68	67	67	70	68
Februar	2.5	1.6	1.5	1.5	1.5	14	12	9	12	66	72	65	70	68
März	2.3	1.2	1.3	1.3	1.5	11	9	7	12	67	65	62	71	66
April	2.5	1.5	1.3	1.8	2.0	12	13	11	15	64	59	56	60	60
Mai	2.4	1.2	1.0	0.3?	1.6	12	12	10	14	62	62	64	75	66
Juni	1.8	1.3	0.9	1.4	1.5	8	8	9	15	74	68	63	69	68
Juli	1.9	1.2	0.8	1.0	1.4	11	10	10	15	72	70	70	75	72
August	1.9	1.2	0.8	1.4	1.8	10	9	10	15	67	68	66	71	68
September	1.8	1.2	0.8	1.6	1.9	8	9	11	15	73	77	66	68	71
Oktober	1.9	1.5	1.0	1.4	1.7	12	12	7	10	60	74	66	78	70
November	2.4	1.4	1.1	1.5	1.5	17	13	10	10	67	73	68	81	72
Jahr	2.2	1.4	1.1	1.4	1.6	12	11	10	13	67	69	65	72	68
Winter	2.7	1.6	1.6	1.5	1.5	14	14	10	11	65	71	66	72	68
Frühling	2.4	1.3	1.2	1.2?	1.7	12	11	9	14	64	62	61	69	64
Sommer	1.9	1.2	0.8	1.3	1.6	10	9	10	15	71	69	66	72	69
Herbst	2.0	1.4	1.0	1.5	1.7	12	11	9	12	67	75	67	76	71

Tabelle 1: Statistische Unterlagen zum Höllentalwind (Fortsetzung)

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

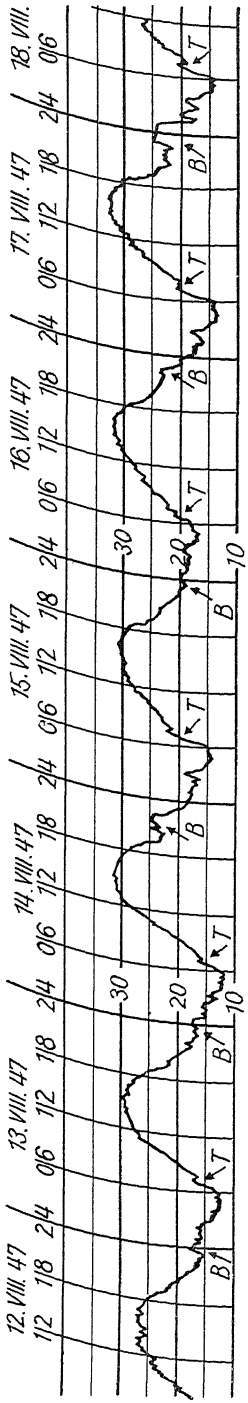

Abb. 11: Tagesgang der Temperatur an heiteren Tagen in Freiburg i. Br. (Schlierberg).

bergwindbeeinflußten Stadt. Nach einem bis zum Eintritt des Bergwindes andauernden Temperaturrückgang stellt sich ein Temperaturanstieg ein. Während der Nacht sinkt die Temperatur unregelmäßig, mitunter steigt sie mehrfach wieder an, erst kurz vor Sonnenaufgang sinkt sie rapid ab und erreicht für kurze Zeit die Tiefstände, wie sie in entsprechender Lage außerhalb der Bergwindzone üblich sind. In der kälteren Jahreszeit bleibt also Freiburg in Frostnächten keineswegs als Einzelstation frostfrei, doch ist in den Übergangsjahreszeiten die Frostdauer meist nur auf wenige 10 Minuten beschränkt, so daß in Freiburg und in ähnlichen Lagen im allgemeinen geringere Frostschäden auftreten als in den ebenso hoch gelegenen, bergwindfreien Gebieten.

Bevor in Freiburg der Höllentäler zu verspüren ist, tritt in manchen Stadtteilen schon ein leichter lokaler Bergwind ein, der sich im Thermogramm durch ein Nachlassen der Temperaturabnahme und eine gezackte Registrierung auszeichnet. Hierbei handelt es sich um örtlich abgleitende Kaltluftlawinen der nahen Umgebung, welche die an der Talsohle entstandene, flache Kaltluftschicht verdrängen. Erst später setzt sich der eigentliche Höllentäler durch, kenntlich an der einwandfreien Temperaturzunahme und dem Feuchterückgang (vgl. Tab. 1). Auffallend ist das niedrige Feuchteminimum im Frühjahr. Die niedrigen winterlichen Minima werden zum Teil dadurch verursacht, daß die Luftmassen während winterlicher Hochdrucklagen in der Höhe oft sehr trocken sind und Feuchtigkeitswerte aufweisen, die dort in der wärmeren Jahreszeit fast niemals eintreten.

Interessant ist die Auswirkung des schon erwähnten Gegenspielers, des Talaufwindes. In Freiburg verursacht er morgens nach Sonnenaufgang einen geringen Temperaturrückgang (Abb. 11), da die vom Rheintal herangeführten Luftmassen zum Aufsteigen und damit zur adiabatischen Abkühlung um 1 Grad pro 100 m gezwungen werden. Im Herbst und Winter drückt sich dies bei nahezu feuchtegesättigter Luft meist durch verstärkte Nebelbildung in der Zeit zwischen 8 und 11 Uhr vormittags aus. Oftmals läßt man sich an schwach nebligen, dunstigen und mitunter sogar klaren Herbstmor-

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

gen durch die bereits sichtbare Morgensonne täuschen und schließt auf einen schönen Vormittag. Doch plötzlich naht aus Westen oder Nordwesten die weißlich-graue Nebelwand und hüllt den größten Teil der Stadt oftmals für mehrere Stunden in dichten Nebel ein.

Diese Herbst- und Vorwinternebel sind eine der unangenehmsten Begleiterscheinungen des Rheinebeneklimas. Innerhalb des Stadtgebietes ist die Zahl der jährlichen Nebeltage sehr verschieden. Im Waldseeviertel zählen wir jährlich rund 21 Nebeltage, im Stühlinger 75 und am Flughafen sogar über 80. Je nach Mächtigkeit des Nebels gibt es in Freiburg einige markante, der Bevölkerung nicht unbekannte Nebelgrenzen (Abb. 12). Die westlichste Nebelgrenze ist meist im Früh- und Mittherbst gut ausgebildet. Sie liegt etwa im Bereich der 250 m hoch gelegenen Güterbahnlinie, also dort, wo die dichter bebauten Stadtteile aufhören und die locker bebauten, von Wiesengelände unterbrochenen Vorstädte beginnen. Die Stadt selbst setzt also dem Nebel ein erstes Hindernis entgegen. Die nächste Hindernislinie ist der etwa 1 km ostwärts gelegene Damm der Bahnlinie Basel—Frankfurt. Auch er kann natürlich nur die vertikal wenig mächtigen Nebelmassen am Eindringen ins Stadtinnere hindern. Die dritte, sehr oft erkennbare Nebelgrenze bildet die Dreisamtalverengung zwischen Schwabentorbrücke und Meßplatz. Der Talaufwind treibt den Nebel in diese enge „Staudüse". Infolge der minimalen Windgeschwindigkeiten wird hier der Nebel tatsächlich gestaut oder bei leichter Luftbewegung zwar in die Talverengung hineingetrieben, aber bei der Talweitung oberhalb des Meßplatzes, etwa am Sandfang buchstäblich zerteilt. So kommt es häufig vor, daß die Stadtteile Waldsee, Sandfang und Littenweiler im Spätherbst und Winter nebelfrei sind, während westlich der Rheintalbahn und oft auch noch in der Innen- und Oberstadt mitunter den ganzen Tag dichter Nebel herrscht. Lediglich der abendliche Höllentalwind ist imstande den Nebel abends und nachts aus dem Dreisamtalausgang nach Westen zu treiben, so daß auch die Wiehre und die Innenstadt nachts oftmals nebelfrei sind.

Diese Nebelgrenzen im Dreisamtalausgang bilden sich selbst dann noch aus,

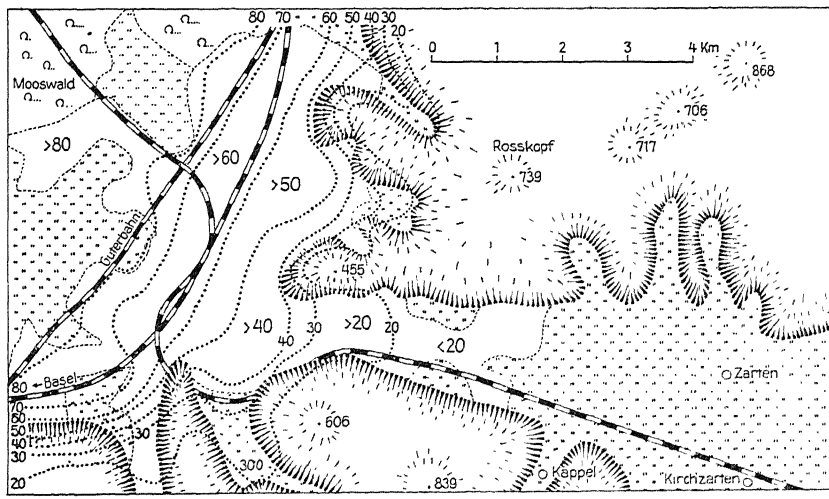

Abb. 12: Nebelgrenzen in Freiburg i. Br.

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

wenn der Nebel bis 400 oder gar 500 m NN reicht. Rund 2 Drittel aller Nebeltage weisen im Freiburger Raume Nebelobergrezen unter 500 m NN auf. An den gleichen Tagen trifft man allerdings am Hochrhein und im Bodenseegebiet oftmals bedeutend höhere Obergrenzen an. Nur an etwa 20 bis 25 Tagen im Jahr reicht auch im Freiburger Raum der Nebel bis über 600 m NN hinaus. An solchen Tagen füllt der Nebel das gesamte Zartener Becken aus, dringt aber kaum in die Seitentäler ein. Etwa bei Himmelreich und Buchenbach wird der Nebel bereits in 450 m Höhe am weiteren Vordringen gehindert. Damit bleiben die schon in 500 m Höhe gelegenen Punkte dieser Täler selbst an Tagen mit Nebelobergrenzen von 800 m NN nebelfrei.

Der nebelreichste Monat ist in Freiburg der November. Er bringt in der Nordweststadt durchschnittlich 12, in der Oberwiehre jedoch nicht einmal 5 Nebeltage. Im Höchstfalle verzeichnete man in der Oberwiehre 9 Nebeltage pro Monat, in Herdern und der Nordweststadt mehrfach über 20. Der nebelreichste Herbst brachte in der Oberwiehre 14 Nebeltage, in den nebelreichen Teilen der Stadt jedoch 47 (vgl. Tab. 2).

Wie wirkt sich nun die Stadt selbst auf die Nebelbildung aus? Von vielen Großstädten und Industriegebieten weiß man, daß die Nebelbildung durch die zahllosen Ruß- und Staubteilchen und Kerne außerordentlich begünstigt wird (vgl. KRATZER 1937). Berühmt sind die Londoner Stadtnebel und den Flugzeugführern bekannt die fast undurchdringlichen Dunstmassen über dem Ruhrgebiet, selbst bei an sich klarem Wetter (vgl. E. REICHEL). In Freibung wurde eine Nebelbegünstigung durch Kernanreicherung nicht festgestellt, im Gegenteil, durch die um etwa 1—2 Grad höhere Temperatur im enger bebauten Stadtkomplex wird die Nebeldichte gewöhnlich verringert, da ein vielleicht nicht unbeträchtlicher Teil der Nebeltröpfchen verdampfen kann. Die relative Feuchte (aspiriert) erreicht an solchen Nebeltagen am Stadtrand (Flughafen) meist Werte von 97 bis 100%, blieb im Stadtgebiet selbst jedoch oftmals unter 96 oder 94% bei nahezu gleichem Dampfdruck wie außerhalb der Stadt. Hierdurch sind die Sichtweiten in der Stadt meist etwas größer als in der freien Umgebung. Doch tritt diese Begünstigung fast nur bei annähernder Windstille ein. Die Tage mit Niederungsnebeln weisen auf den Schwarzwaldhöhen meist ungewöhnlich klares und mildes Wetter auf. Die Temperatur liegt auf den Bergen oft um 10, mitunter sogar um 15—20 Grad über derjenigen der Täler. So wurden im Januar 1949 auf den Höhen großenteils mit 9 bis 15 Grad an jenem Tage die Monatshöchsttemperaturen gemessen, als in den Niederungen mit —7 bis —10 Grad Monatstiefstwerte verzeichnet wurden. Es gibt sogar Monate, in denen die Durchschnittstemperatur oberhalb 1000 m Höhe höher liegt als in der Ebene.

Diese Temperaturumkehr ist gegen Ende der winterlichen Kälteperioden fast immer gut ausgeprägt. In der zweiten Hälfte der Kältewelle des Dezembers 1946 lagen in Freiburg die Morgentemperaturen zwischen —12 und —17 Grad, während der Feldberg teilweise nur —1 Grad meldete. Die Kaltluft ist an manchen Tagen sehr seicht. Am Morgen des 24. Dezembers betrug in Freiburg die Temperatur noch —12 Grad, doch in Höhen von 100—150 m über der Stadt bereits +1 Grad (Badenweiler meldete +1.3 Grad). Auf der Münsterturmspitze kann es also mitunter um 10 Grad wärmer sein als auf dem Münsterplatz. Auch innerhalb des Stadtgebietes sind manchmal größere Temperaturunterschiede festzustellen, doch meist nicht infolge der Temperaturumkehr, sondern durch die unterschiedliche Bergwindbeeinflussung. Tritt beides

Station	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Lehrerseminar (Waldseeviertel)	3.0	2.2	0.6	0.3	0.1	0.3	0.3	0.7	2.1	3.9	4.6	2.6	20.7
Altstadt-Stadtmitte (Rathaus)	5.3	4.9	2.3	1.3	1.1	0.5	0.7	1.0	3.4	8.3	9.8	7.8	46.4
Nordweststadt (Stühlinger — Flughafen)	9.1	7.6	5.1	3.0	1.6	2.1	1.8	1.9	8.1	11.3	12.1	11.4	75.1
Herdern (Botan. Institut)	6.1	5.6	3.3	1.6	1.4	1.0	0.7	1.0	3.5	9.5	10.0	7.8	51.5

Tabelle 2: Mittlere Zahl der Tage mit Nebel in den einzelnen Stadtteilen Freiburgs (1901—1949)

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V., download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

zusammen in Erscheinung, dann können Temperaturunterschiede von mehr als 5 Grad eintreten. Am 2. März 1947 lagerte in den Tälern eine Kaltluftschicht, die Höhen ragten bereits in eine wärmere Strömung. Da der Bergwind noch nicht ganz abgeflaut war, erreichte das Minimum im Botanischen Garten nur —7,2 Grad, an dem nur 20 m tiefer und nicht allzu entfernt gelegenen Flughafen jedoch —12,1 Grad. Über die Unterschiede der Temperaturen innerhalb des Stadtgebietes, wie sie an heiteren Tagen öfters auftreten können, berichtet uns H. LOSSNITZER und A. FREUDENBERG (1937).

Es sollen nun einige regionale Einflüsse erläutert werden. Neben dem Schwarzwald wirken sich auch die Vogesen, der Schweizer Jura und selbst die Alpen auf das Klima von Freiburg aus. Der Schwarzwald zwingt die aus westlichen Richtungen einströmenden Luftmassen zum Aufsteigen. Daher treten bei Frontdurchgängen am Schwarzwaldwestrand gewöhnlich verstärkte Niederschläge und lang anhaltende Bewölkung auf. Freiburg liegt dabei inmitten des ostwärts des Rheines beginnenden Schwarzwaldstaues. In Rheinnähe wirken sich, besonders im Herbst und Winter, bei westlichen Winden die Vogesen niederschlagsmindernd aus. Die ostwärts der Vogesen absinkenden Luftmassen erwärmen sich nämlich um rund 1 Grad pro 100 m, wobei der Kondensationspunkt überschritten wird, so daß sich die Wolken auflösen. Diesen Vorgang nennt man Föhn. Der Föhn bildet sich im Lee der Gebirge aus, wenn genügend feuchte Luft über das Gebirge hinwegzieht. In Freiburg beobachtet man an Regen- und Schauertagen häufig die Wolkenwand über den Vogesen, aber über dem Oberelsässischen Teil der Rheinebene hält sich zwischen Mühlhausen und Schlettstadt oft mehrere Stunden ein heller, wolkenarmer Streifen (Vogesenföhnlücke), während über der dem Schwarzwaldwestrand vorgelagerten Rheinebene und über dem Schwarzwald Schauer oder Dauerregen niedergehen. Mancher wird durch diese Naturerscheinung dazu verleitet, auch für Freiburg ein baldiges Ende der Regenfälle zu vermuten, doch wird er in seiner Annahme nicht selten getäuscht. Bei Südwest- bis Nordwestlagen ist diese Erscheinung am häufigsten. Freiburg verdankt seinen Niederschlagsreichtum (Jahresniederschlag 1871—1950 über 920 Liter/qm) diesen Stauerscheinungen. In den meisten Gebieten Deutschlands fallen jährlich nur 600—800 Liter Niederschlag pro qm. Der nahe Kaiserstuhl und die Orte Breisach, Oberrotweil, Grezhausen usw. erhalten lediglich 580—680 Liter Niederschlag im Jahr. H. FLOHN (nach brieflicher Mitteilung) errechnete für Colmar im Zentrum des elsässischen Vogesen-Leegebietes für den Zeitraum 1891—1930 eine mittlere Niederschlagsmenge von nur 504 mm. Dies ist der niedrigste Wert im Oberrheinraume neben einigen Gebieten Rheinhessens. Demgegenüber brachte das trockenste Jahr (1893) in Freiburg immerhin noch 605 Liter/qm, also noch so viel, wie es dem Soll weiter Teile Deutschlands entspricht, ja es gibt sogar Gegenden in Mitteldeutschland, in denen Niederschlagsmengen von 605 Liter/qm, zu den absolut höchsten gehören, die dort in einem Jahre aufgezeichnet wurden. (Wanzleben, Werben). Daß man allerdings auch in Freiburg Dürrezeiten erlebt, hängt mit der Eigenart der Niederschlagsverteilung zusammen. Die Niederschläge fallen oft während längerer Schlechtwetterperioden oder in Form kräftiger Stauregen. Demgegenüber stehen vielleicht 8- bis 14tägige Trockenzeiten mit hohen Temperaturen, in denen sich Dürreerscheinungen einstellen können. Die längste Trockenzeit erlebte man in Freiburg im Frühjahr 1893 mit 45 aufeinanderfolgenden, die zweitlängste im Juni/Juli 1949 mit 33 aufeinanderfolgenden völlig niederschlagsfreien Tagen. Regenlose Perioden von mindestens 15tägiger Dauer sind

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

in Freiburg ziemlich selten (vgl. H. v. RUDLOFF). In den Jahren von 1886—1950 brachte durchschnittlich nur jedes zweite Jahr solche Trockenzeiten, die natürlich unschädlich sind, wenn sie wie in einem großen Teil der Jahre, im Herbst oder Winter eintreten.

Bei reinen Südwestwinden ist die Niederschlagsergiebigkeit in Freiburg oftmals noch bedeutend, da die Luftmassen großenteils durch die Burgundische Pforte eindringen und von keinem Gebirge beeinflußt werden. Im Sommer sind die Südwestgewitter gefürchtet, weil sie sehr oft mit ungehinderter Heftigkeit hereinbrechen und Sturm-, Hagel- oder Ausschwemmungsschäden verursachen. Der Sommer 1950 brachte außergewöhnlich zahlreiche, schwere Südwestgewitter.

Weisen die Winde eine etwas südlichere Komponente auf, dann treten auch im Freiburger Raume stärkere Föhnerscheinungen auf. Auf dem Wege über die Westalpen und den bis 1700 m ansteigenden Jura verlieren die Luftmassen einen Teil ihrer Feuchtigkeit und bringen in Freiburg meist keine oder nur leichte Niederschläge, vor allem im Winter. Die Temperaturen steigen mitunter auf extrem hohe Stände an. Je mehr die Südkomponente überwiegt, umso ausgeprägter sind die Föhnerscheinungen in Freiburg. Bei verhältnismäßig schwach bewölktem Himmel kam es selbst in den drei Wintermonaten zu Höchsttemperaturen zwischen 17 und 19,5 Grad. Daß es sich dabei um Föhnerscheinungen handelte, geht aus dem Vergleich der Temperaturen Freiburgs und des Feldbergs hervor. An advektiven Föhntagen ist der Feldberg mindestens um 9 Grad kälter als Freiburg und mitunter von Wolken verhüllt. Ebenfalls bei antizyklonalen Süd- bis Südwestlagen kommen Föhnerscheinungen vor, doch handelt es sich hierbei mehr um den sogenannten freien Föhn, der nicht mehr die typischen Merkmale des advektiven Föhns, nämlich die rasche Temperaturabnahme und Feuchtezunahme in der Höhe zeigt (vgl. H. FLOHN, 1942). Auch die Höhenlagen des Schwarzwaldes sind bei freiem Föhn ungewöhnlich warm. Am heiteren Himmel zeigen sich die typischen, oft linsenförmigen Föhnwolken in verschiedenen Niveaus. Der Föhnhimmel bringt mitunter die interessantesten Wolkenerscheinungen. R. NEUWIRTH (1941), der die Lee-Erscheinungen im Grazer Becken eingehend untersuchte, verwendete für eine Art der Lenticularisformen den treffenden Ausdruck „Föhnfische". Im Sommer treten während solcher Wetterlagen die extremsten Hitzegrade auf (29. 7. 47, 13. 7. 49, 30. 6. 50, 23. 8. 50). Die Wetterlagen halten selten länger an und enden im Sommer gewöhnlich mit stark auflebender Gewittertätigkeit und nachfolgender erheblicher Abkühlung, im Winter mit plötzlichem Frosteinbruch und Schneefällen im Schwarzwald.

Am interessantesten sind die Föhnerscheinungen zweifellos im Winter. Wenn nach einer vorausgegangenen Frostperiode von Westen her tiefer Luftdruck folgt und die Kaltluft durch den entstehenden Sog abfließt (H. v. FICKER, 1948), tritt oft ein plötzlicher Temperaturanstieg von 5, 8 oder sogar 10 Grad, mitunter in wenigen Minuten, ein. Auf den Höhen ist dann nicht selten überhaupt kein Temperaturanstieg zu erkennen, mitunter sinkt sogar die Temperatur. Das kommt daher, weil gegen Ende der Frostperioden auf den Höhen meist Temperaturumkehr herrscht und die von Westen herannahende Luft labil geschichtet ist, also eine Temperaturabnahme mit der Höhe zeigt, während die verdrängte Luftmasse mit der Höhe zunehmende Temperaturen aufwies. Föhnvorstöße sind in Freiburg dann am besten ausgebildet, wenn die Luftbewegung mit dem Eintreffen einer Warmfront zunimmt. In kalten Wintern wird Süd-

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

westdeutschland von den Warmsektoren der Zyklonen mitunter noch überquert, Nord- und Nordostdeutschland aber z. T. nicht mehr, weil sich die Störungen unter Verengung des Warmsektors gleichsam an dem stabilen eurasischen Kältehoch totlaufen. In Südwestdeutschland treten dabei mitunter, wenn auch vielleicht nur vorübergehend, hohe Temperaturen ein, im Grenzgebiet der Warm- und Kaltluft, häufig im Gebiet zwischen Weser und Elbe oder Elbe und Oder dagegen ergiebige und anhaltende Aufgleitschneefälle. Die Temperaturen bleiben in jenen Gebieten unter Null Grad, weil die Warmluft nur noch in der Höhe weiter nach Osten vordringt. Oft dauert der Kampf zwischen der Warm- und Kaltluft längere Zeit, wobei in Südwestdeutschland das eine Mal die Warm-, das andere Mal die Kaltluft die Oberhand gewinnt. Eine letzte Art von Föhn ist für Freiburg der Nordost- und Ostföhn. Dieser Föhn tritt auf, wenn an der Südflanke eines Hochs nordöstliche bis östliche Winde über den Schwarzwald wehen. Im Winter kommt es beim Einbruch der russischen Kaltluft in Freiburg zunächst fast immer zu dieser Föhnerscheinung. Auf der Baar und im Schwarzwald schneit es dabei häufig etwas, die Temperaturen liegen dort zwischen —10 und —15 Grad. Zur Rheinebene hin lösen sich die Wolken auf, die Luft erwärmt sich um rund 1 Grad pro 100 m. Bei rauhen, zeitweise stürmischen östlichen Winden empfindet man zwar eine eisige Kälte,

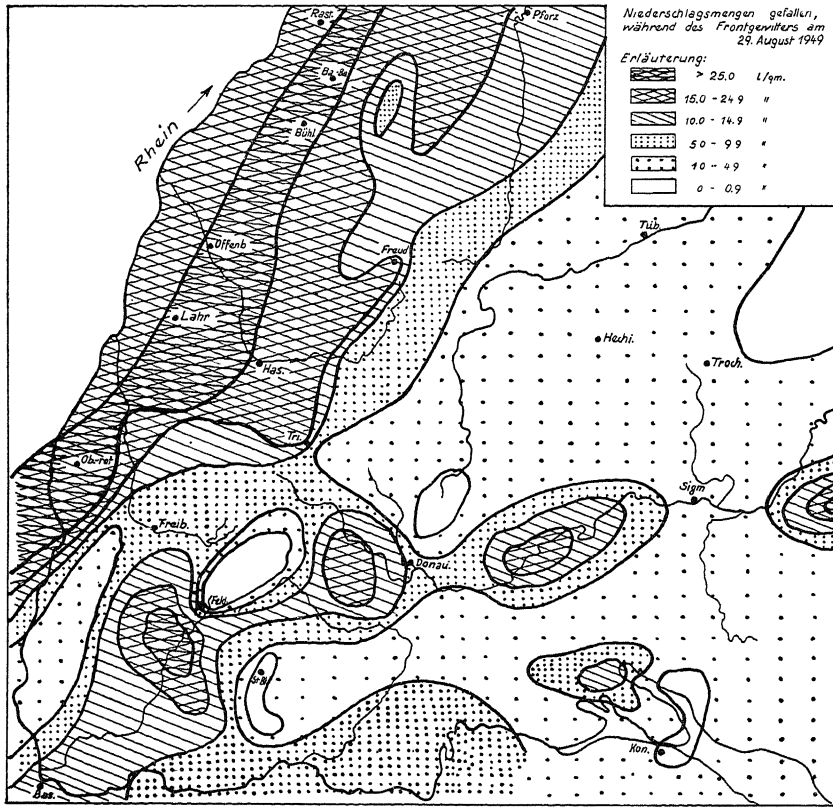

Abb. 13: Niederschlagsmengen gefallen während des Frontgewitters am 29. August 1949.

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

doch liegen die Temperaturen nur um den Nullpunkt. Das Kältegefühl wird durch die abkühlende Wirkung des Windes im Zusammenhang mit der geringen, mitunter weniger als 50% betragenden relativen Feuchte erzeugt. Erst bei Nachlassen der Luftbewegung setzt auch in der Rheinebene scharfer Frost ein.

Zum Schluß noch ein Wort über die Gewitter: Wenn auch die Zahl der Gewittertage in Freiburg größer ist als es dem Durchschnitt in Deutschland entspricht, so ist der Freiburger Raum selbst kein gewitterbegünstigendes Gebiet. Die Gewitterzugstraßen gehen nicht über den unmittelbaren Freiburger Raum hinweg, sie berühren Freiburg nur am Rande. Die Südwestgewitter bevorzugen in der Ebene z. T. den Weg des geringsten Widerstandes und ziehen mit der großräumigen Strömung; sie folgen meist der „Umlenkung im Rheintalgraben" (vgl. J. Arnoux 1949). Die rheinnahen Gebiete, der Kaiserstuhl, die nördliche Vorbergzone und natürlich der Schwarzwald sind den Gewittern am häufigsten ausgesetzt. H. Lossnitzer (mündl. Mitt.) machte uns seinerzeit auch auf eine andere bedeutende Gewitterzugstraße aufmerksam: Aus dem elsässischen Münstertal dringen die Gewitter gegen den Kaiserstuhl und die Emmendinger Vorbergzone oder das Elztal vor (Abb. 13). Die Bevorzugung des Kaiserstuhls durch Gewitter geht aus dem Vergleich der Niederschlagsmengen gewitterreicher und gewitterarmer Monate hervor. In gewitterreichen Monaten fallen dort nicht selten größere Mengen als am regenbegünstigten Schwarzwaldwestrand, manchmal sogar auch größere Mengen als im südlichen Hochschwarzwald. Eine weitere Gewitterzugsstraße bildet der südliche Schwarzwaldwestrand. Die Gewitter kommen aus der Burgundischen Pforte und treiben am Schwarzwaldwestrand, über den Schönberg und Gerstenhalm etwa zum Schauinslandmassiv, wo sie sich verstärken. Das Schauinslandmassiv, der Feldbergstock, die Hochfläche von St. Peter — St. Märgen und das Kandelmassiv mit dem Elztal sind außerdem gewitterbegünstigte Punkte der Freiburger Umgebung. Über den letztgenannten Gebieten entstehen im Frühling und Sommer häufig Wärmegewitter, sie wachsen mitunter zusammen und lösen über diesem relativ großen Gebiet nicht selten ergiebige Regengüsse, Hagel und kräftige Entladungen aus, während in der Rheinebene heiteres Wetter herrscht. Am 4. Juni 1950 wuchsen über diesem Gebiet Wärmegewitter zusammen, die in dem gesamten Raume Niederschlagsmengen von über 20 Liter/qm und Hagel brachten. Die Rheinebene blieb völlig niederschlagsfrei. Wie scharf die Abgrenzung sein kann, geht daraus hervor, daß an jenem Tage in Ebnet bei Freiburg noch 10 Liter/qm fielen, in der Stadt selbst nur noch einige Zehntelliter und am Flughafen kein Niederschlag verzeichnet wurde. Da alle Tage mit hörbarem Donner als Gewittertage gezählt werden, ist die große Anzahl der Gewittertage in Freiburg verständlich, da die Zugstraßen und Gewitterherde die nähere Umgebung berühren, so daß Freiburg noch Anteil an den Gewittern erhält, ohne jedoch häufiger in den Kernbereich zu gelangen.

Herrn Oberregierungsrat Dr. H. Flohn danke ich an dieser Stelle für das Interesse, das er der Arbeit entgegen brachte, sowie für die wertvollen Anregungen.

Schrifttum:

Arnoux, J.: Elements de climatologie des Pays Rhénans du Sud (Palatinat Rhénan-Bade-Sudwurtemberg) Miss. Mét. Francaise en Allemagne et en Autriche, 1949 S. 82 ff (Abb.).

Berg, H.: Allgemeine Meteorologie, Frankfurt/M. 1950, S. 320 ff.

v. Ficker, H., de Rudder: Föhn und Föhnwirkungen, Probleme der Bioklimatologie, Leipzig 1948, zweite Aufl., S. 1, ff, S. 25 ff

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

FLOHN, H.: Witterung und Klima in Deutschland, Forschungen z. Dtsch. Landeskde., Leipz. 1942, S. 78 ff, ferner S. 36, 45, 47, 48, 58, 67, 68, 71—75, 130—137 und Kartenanhang.
HANN-KNOCH: Handbuch der Klimatologie, Bibl. d. Geogr. Handbücher, Suttgart 1932, Seite 311 ff.
KEIL, K.: Handwörterbuch der Meteorologie, Frankf/M, 1950, S. 244.
KRATZER, A.: Das Stadtklima, Braunschweig 1937, S. 96 ff, 99 ff.
KÜTTNER, J.: Periodische Luftlawinen, Met.-Rundsch. 1949, S. 183.
LOSSNITZER, H.: Beiträge zum Klima Freiburgs, „Das Wetter", 1942.
LOSSNITZER, H. und FREUDENBERG, H.: Temperaturmeßfahrten im Gebiete der Stadt Freiburg im Breisgau, Bioklimatische Beiblätter 1940, S. 30—39.
NEUWIRTH, R.: Lee-Erscheinungen im Grazer Becken, Forschungs- und Erfahrungsberichte des Reichswetterdienstes, Reihe A, Nr. 12, Berlin 1941, S. 6 ff und Bildanhang.
PFUEGER, H.: Lage und Klima der Kurstadt Freiburg, Freiburg 1933.
REICHEL, E.: Flugklimatologie, Manuskript (1950) unveröfftl.
v. RUDLOFF, H.: Beitrag z. Problem des Freiburger Höllentalwindes, Peppler-Festschrift 1949, unveröffentlicht.
v. RUDLOFF, H.: Das Klima Freiburgs in der normalklimatologischen Beobachtungsweise, Dissertation, Freiburg 1951, unveröffentlicht.
SCHMAUSS, A.: vgl. Bayr. Met.-Jahrbuch 1926, Anhang F.
SCHMIDT, K.: Die Windverhältnisse in Freiburg an heiteren Sommertagen, Dtsch. Met.-Jb. 1932 (Baden).
THOMAS, L.: Über das Klima von Freiburg, Freiburg, 1884.
THOMAS, L.: Über das Klima und die Einrichtungen für öffentliche Gesundheitspflege von Freiburg/Brsg., Freiburg 1904.
SCHULTHEIS, Chr.: Über einige Eigentümlichkeiten des Klimas von Freiburg „Das Wetter" 1896.
WAGNER, ARTHUR: Theorie und Beobachtung der periodischen Gebirgswinde, Gerlands Beitr. Geophys. 52, 1938, Seite 408—449.
Ferner Meteorologische Jahrbücher von Baden 1868—1933 und Deutsche Meteorologische Jahrbücher ab 1934, Witterungsberichte, Original-Registrierstreifen, Wetterkarten.

Exkursion zum Isteiner Klotz und ins Rheinvorland

Von O. WITTMANN und E. LITZELMANN

Der schon im ersten Morgengrauen des 21. Mai 1950 in Freiburg aufgebrochenen stattlichen Schar bot sich an der Station Kleinkems der erste Einblick ins tiefere Fundament der Isteiner Vorbergscholle. Es wird von hellweißen klotzigen Kalken des Malm (= Weißjura) gebildet. Längs der Bahntrasse stehen die obersten Korallenkalke seiner zweituntersten Stufe, der raurachischen Stufe (= Rauracien) an, nach oben schlecht geschichtet und von den bekannten Bänderjaspissen durchsetzt, die in prähistorischer Zeit hier sogar Anlaß zu bergmännischer Gewinnung gaben (R. LAIS). Darüber folgen die grob gebankten Kalke der nächst jüngeren Malmstufe, des Séquanien, die aber am Isteiner Klotz in nur noch geringer Mächtigkeit vorhanden sind. Alle höheren Stufen des Malms und die ganze Kreide fehlen, wiewohl sie wenigstens zum Teil auch hier einmal abgelagert worden waren. Vielmehr wird das geringmächtige Séquanien unmittelbar vom ältesten Tertiär (hier Eozän) überlagert. Eine Erosionsfläche trennt historisch Jahrmillionen und räumlich Jura und Tertiär, tieferes und höheres Schichtstockwerk am Isteiner Klotz. Sie repräsentiert den

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.

Jahr/Year: 1948-1952

Band/Volume: NF_5

Autor(en)/Author(s): Rudloff Hans von

Artikel/Article: Besonderheiten im Klima Freiburgs (1951) 237-254