

Der Einfluss des Rheinfalls auf das Klima seiner Umgebung

Autor(en): **Fichter, Rudolf**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen**

Band (Jahr): **24 (1951-1952)**

PDF erstellt am: **21.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-585513>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

4.

Der Einfluß des Rheinfalls auf das Klima seiner Umgebung

VON RUDOLF FICHTER

mit 4 Tafeln und 1 Abb. im Text

Die Untersuchung, über die hier berichtet wird, ist von der Meteorologischen Fachgruppe der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen durchgeführt worden. Diese Fachgruppe wurde am 22. November 1945 gegründet und befaßte sich unter dem Vorsitz des Berichterstatters zuerst während einiger Zeit mit der Durchführung von Wetterkursen und seit 3 Jahren mit der vorliegenden Untersuchung. Die hauptsächlichen Mitarbeiter sind am Schluß des Berichtes genannt.

Der vorliegende Bericht soll kein Abschluß sein, sondern eine Mitteilung der bisher wichtigsten Ergebnisse.

1. Aufgabe und Ziel

In Neuhausen ist schon lange behauptet worden, der Rheinfall habe einen gewissen (vor allem ungünstigen) Einfluß auf das Klima seiner Umgebung. Hauptsächlich soll er häufig Nebelbildung verursachen. Ferner fiel es schon seit Jahren verschiedenen Beobachtern, auch dem Berichterstatter, auf, daß (besonders im Sommer und Herbst) bei klarem Wetter oft eine lokale Wolke am Morgen über dem Rheinfall zu sehen ist. Wegen ihrer häufig auffälligen Form wurde diese Wolke von uns später „Pilz“ genannt (auch in solchen Fällen, da sie nicht gerade eine charakteristische Pilzform aufwies). Das Ziel der Arbeit der Fachgruppe ist, diese Fragen besser abzuklären.

Es war deshalb von Anfang an gegeben, daß vor allem Temperatur, Feuchtigkeit und Nebelerscheinungen aller Art beobachtet werden sollten. Ferner wurde sorgfältig die Wetterlage jeden Tag aufgezeichnet. Da alle Mitarbeiter von ihrem Beruf stark in Anspruch genommen sind, mußten möglichst viele Elemente graphisch registriert werden.

2. Das Beobachtungsnetz

Es waren folgende 3 Thermohygrographen in Betrieb:

Rheinfall (am rechtsseitigen Ufer, im Areal der Aluminium-Industrie A.G.)	Höhe 364 m ü. M.
Galgenbuck (Anhöhe im N von Neuhausen)	Höhe 489 m ü. M.
Gaswerk Schaffhausen (rechtes Ufer des Rheins)	Höhe 392 m ü. M.

Ferner bestanden folgende Temperaturmeß- und Beobachtungsstationen:

Neuhausen beim bad. Bahnhof (Forschungsinstitut der Aluminium-Industrie A.G.)	Höhe 440 m ü. M.
Uhwiesen (Nähe Sekundarschulhaus)	Höhe 478 m ü. M.
Beringen (Pfarrhaus) (im W von Neuhausen)	Höhe 460 m ü. M.

(Der Beobachtungsstandort am Rheinfall wurde mehrmals geringfügig geändert. Bis Ende Juli 1949 war die Wetterhütte am Hang etwa 10 m über dem endgültigen Standort aufgestellt. Im Dezember 1951 erfolgten einige kleine Verschiebungen wegen Abbrucharbeiten.)

Weiterhin erhielten wir in sehr verdankenswerter Weise die Beobachtungen der drei meteorologischen Stationen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt im Kanton Schaffhausen, nämlich:

Schaffhausen (Emmersberg)	Höhe 450 m ü. M.
Hallau	Höhe 450 m ü. M.
Lohn	Höhe 637 m ü. M.

Auch von der kantonalen Beratungsstelle für Gartenbau und Gemüsebau der Landwirtschaftlichen Schule des Kantons Schaffhausen erhielten wir freundlicherweise Temperaturmeßresultate.

Die Temperatur des Rheinwassers wurde im Pumpwerk Neuhausen, beim Pumpwerk Rheinhalde, Schaffhausen, und später

auch bei der Kantonalen Fischzuchtanstalt unterhalb des Rheinfallbeckens (nur Maxima und Minima) gemessen. Die Messungen des Pumpwerkes Neuhausen wurden bis Ende 1950 im Turbinenabwasser vorgenommen und stimmten mit den Schaffhauser Messungen ganz gut überein. Wegen des Umbaus des Pumpwerkes bezogen sich die weiteren Ablesungen auf die Temperatur des ufernahen Wassers im Rheinfallbecken. Diese Temperaturen sind aber stets verfälscht, weil das Grundwasser des alten Rheinlaufs auf der rechten Seite des Rheinfallbeckens in Form von zahlreichen, kleinen Quellen einströmt und dort das Rheinwasser abkühlt oder erwärmt, je nach Jahreszeit.¹⁾

Die Beobachtungen, über die hier berichtet wird, erstreckten sich — soweit nichts anderes angegeben ist — über den Zeitraum 1. Januar 1949 bis 31. Dezember 1951.

3. Die Temperaturverhältnisse

Die Genauigkeit der Thermographen wurde durch Stationsthermometer durchschnittlich täglich einmal kontrolliert, welche selbst periodisch miteinander verglichen wurden und auf $\frac{1}{10}^{\circ}$ genau waren. Außerdem wurde eine weitere Kontrolle durch sehr gute Schleuderpsychrometer ausgeübt, mit deren Hilfe gleichzeitig die Angaben der Hygrographen überwacht wurde. Einmal richtig einreguliert, zeigten die in Wetterhütten aufgestellten Registrierinstrumente eine recht gute Genauigkeit.

Mit den gleichen Stationsthermometern waren die 3 Temperaturmeßstationen des eigenen Netzes der Fachgruppe ausgerüstet (Neuhausen bad. Bahnhof, Uhwiesen, Beringen).

Die Tagesmittel der Temperatur wurden entsprechend dem Verfahren der Meteorologischen Zentralanstalt aus den Beobachtungen von 7.30 Uhr, 13.30 Uhr und 21.30 Uhr unter doppelter Zählung der letztgenannten ausgerechnet. Eine Zusammenstellung der Monatsmittel unserer Meßstationen findet sich in Tabelle 1. In Tabelle 2 sind die dreijährigen Mittel der Thermo-
hygrographenstationen verglichen mit den entsprechenden (nach der gleichen Weise ausgerechneten) dreijährigen und langjährigen Monatsmitteln der drei erwähnten MZA-Stationen (Schaffhausen Emmersberg, Hallau und Lohn).

¹⁾ Wir möchten an dieser Stelle den Beamten der Pumpwerke, der Gemeinde Neuhausen sowie dem kantonalen Fischereiinspektor (dessen Temperaturmessungen wir durch die Vermittlung von Herrn Prof. Fehlmann erhielten) danken.

Tabelle 1 *Temperatur-Monatsmittel der Stationen der Meteorologischen Fachgruppe*

Rheinfall	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1949			2,82	10,36	11,53	17,29	19,65	18,90	18,06	12,42	4,64	3,44
1950	0,01	3,29	6,09	7,66	15,00	18,84	19,70	18,74	13,99	9,81	(4,9)	-1,03
1951	1,44	2,67	4,29	8,18	12,47	15,86	18,42	17,78	15,57	8,97	(7,54)	0,95
Schaffhausen-												
Gaswerk												
1949	0,73	0,84	3,61	11,92	12,77	17,16	20,66	19,38	17,87	11,79	4,38	3,35
1950	-0,21	3,25	6,17	8,21	16,01	19,92	(21)	18,63	14,08	(9,3)	4,73	-1,40
1951	1,24	2,23	4,04	8,46	12,82	16,10	18,46	(17,9)	14,92	7,95	(6,52)	0,36
Galgenbuck												
1949	-1,46	-0,27	2,74	11,69	11,31	15,80	—	(18,5)	17,08	10,99	3,12	2,47
1950	-1,18	2,86	5,72	7,02	15,16	19,08	20,54	18,34	13,69	(10,4)	4,55	-2,64
1951	0,52	1,53	3,38	8,19	12,24	15,70	18,16	17,08	14,31	7,63	5,41	-0,56

Tabelle 2 *Mehrjährige Temperatur-Monatsmittel*

Rheinfall	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1949-1951	(0,72)	(2,98)	4,40	8,71	13,00	17,33	19,26	18,47	15,87	10,40	5,69	1,12
Schaffhausen-												
Gaswerk												
1949-1951	0,59	2,11	4,61	9,53	13,87	17,73	(20,04)	18,64	15,62	(9,68)	5,21	0,53
Schaffhausen-												
Emmersberg												
1864-1900 †	-2,0	0,2	3,2	8,3	12,2	15,9	17,7	16,6	13,3	7,7	3,1	-1,2
1891-1925 *	-1,6	-0,1	3,7	7,8	12,9	15,6	17,2	16,4	13,1	8,1	2,8	0
1949-1951	-0,24	1,56	3,89	8,89	13,07	16,93	19,42	18,03	15,02	8,96	4,55	0,30
Hallau												
1864-1900 †	-2,0	0,2	3,3	8,6	12,7	16,3	18,1	16,7	13,8	7,8	3,2	-1,1
1949-1951	0,14	2,06	4,34	9,09	13,53	17,24	19,77	18,21	15,38	9,30	4,93	0,39
Galgenbuck												
1949-1951	-0,71	1,37	3,95	8,97	12,90	16,86	(19,35)	17,97	15,03	9,54	4,36	-0,24
Lohn												
1864-1900 †	-2,4	-0,1	2,8	7,8	11,7	15,3	17,2	16,2	13,6	7,6	2,5	-1,7
1906-1925 *	-1,4	-0,1	3,6	7,0	13,1	15,1	16,7	16,4	13,0	8,3	2,1	-0,1
1949-1951	-0,70	-1,53	3,39	8,27	12,48	16,39	19,15	17,63	14,69	8,80	3,98	-0,34

* nach O. Elwert „Das Klima des Bodenseegebiets“ (Oehringen 1935)

† nach J. Maurer, R. Billwiler und C. Heß „Klima der Schweiz“, Bd. 2 (1910)

Tabelle 3

*Monatsmittel der Rheinwassertemperaturen**

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1949	4,0	3,0	3,8	7,1	10,4	15,4	19,6	19,4	19,4	16,2	9,0	6,0
1950	3,2	2,8	4,3	6,6	12,4	18,1	19,9	20,4	16,7	12,8	8,3	4,6
1951	2,8	3,4	4,2	6,5	11,3	15,0	17,9	18,5	17,7	13,4	9,4	5,8

* Vom Januar bis Oktober 1949 sind die beim Pumpwerk Neuhausen gemessenen Temperaturen angegeben. Ab November 1949 sind die beim Pumpwerk Rheinhalde in Schaffhausen bestimmten Werte in die Tabelle aufgenommen. Über die Gründe und die möglichen Verfälschungen siehe oben.

Tabelle 3 enthält die Monatsmittel der Wassertemperaturen des Rheins für die Jahre 1949 bis 1951.

Die eingeklammerten Zahlen sind jeweils mit einer gewissen Unsicherheit behaftet (weil das Mittel aus einer geringeren Zahl von Beobachtungen ausgerechnet ist, da gewisse Beobachtungsreihen ausgefallen sind).

Als wichtigstes Ergebnis erkennt man aus den Tabellen 1 und 2, daß die Temperatur am Rheinflall während der Wintermonate (September bis Februar) im Monatsmittel erheblich höher ist als beim Gaswerk Schaffhausen, obwohl beide Stationen nur wenige Meter vom Rheinufer entfernt aufgestellt waren und meteorologisch und orographisch als gleichwertig anzusprechen sind. In den Sommermonaten ist die Sachlage umgekehrt (April bis August): die Temperatur am Rheinflall ist merklich niedriger als beim Gaswerk Schaffhausen. Diese Verhältnisse gelten sowohl im dreijährigen Mittel als auch in fast jedem Falle für die einzelnen Monatsmittel. Der Verlauf der Differenz der Monatsmittel der Temperaturen am Rheinflall und beim Gaswerk Schaffhausen ist in der Figur 1 für die Jahre 1949 bis 1951 graphisch dargestellt, zusammen mit der Differenz zwischen der Lufttemperatur am Rheinflall und der Temperatur des Rheinwassers. (Hiezu ist noch zu bemerken, daß infolge des Höhenunterschieds von 28 m die Temperatur am Rheinflall im Mittel — ohne weitere Einflüsse — etwa $0,15^{\circ}$ höher sein sollte als beim Gaswerk Schaffhausen.) Der Zusammenhang zwischen den beiden Kurven in Fig. 1 ist offensichtlich, und diese Erscheinung kann wohl am besten dadurch erklärt werden, daß am Rheinflall soviel Wasser in Form feiner Tröpfchen als Gischt in die Luft eingespritzt wird, daß die Lufttemperatur dadurch in einem gewissen Umkreis merklich beeinflußt wird, und zwar je nach Wasser-

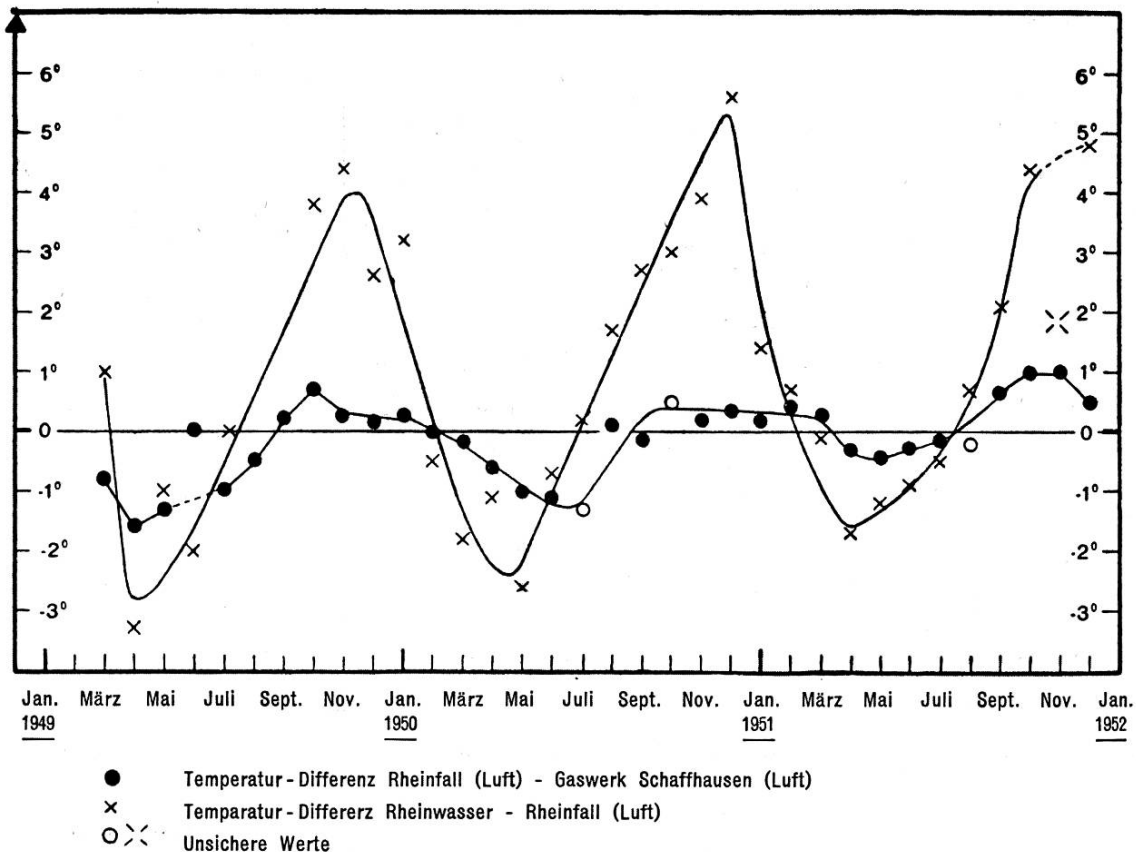


Fig. 1. Zeitlicher Verlauf der Differenz der monatlichen Temperaturmittel der Stationen Rheinflall und Gaswerk Schaffhausen und der monatlichen Temperaturmittel Rheinwasser und Rheinflall, Lufttemperatur.

temperatur nach oben oder nach unten. Der Rheinflall kühlt also im Sommer seine Umgebung ab und erwärmt sie im Winter.

Ähnliche Erscheinungen sind natürlich von größeren Wasserbecken, z. B. Seen, bekannt, aber es ist doch recht überraschend, daß auch ein Wasserfall einen derartigen Einfluß auf das Klima seiner Umgebung haben kann. Das Klima wird gewissermaßen „ozeanischer“.

Interessant ist die Verschiebung von Ursache und Wirkung, die aus Fig. 1 deutlich hervorgeht: die Kurve der Temperaturdifferenzen Rheinflall—Gaswerk hinkt (vor allem in den auf- und absteigenden Ästen sichtbar) hinter der Luft-Wasser-Kurve um etwa einen Monat nach.

Betrachtet man den Temperatur-Höhen-Verlauf der Monatsmittel der aufgezählten Stationen, so fällt vor allem auf, daß durchwegs die Temperatur von Schaffhausen Emmersberg tiefer liegt als die des gleichhohen Hallau. Der Unterschied beträgt $\frac{3}{10}$ bis $\frac{5}{10}^{\circ}$. Wie eine graphische Auswertung zeigte, liegt Hallau eher in der allgemeinen Norm. (Die langjährigen Monatsmittel zeigen diesen Unterschied nur in den Sommermonaten, s. Tab. 2.)

Abgesehen vom erwähnten Temperatursprung des Rheinfallwertes und einigen kleineren Unregelmäßigkeiten, die sicher zum Teil orographisch bedingt sind, liegt die mittlere Temperaturabnahme unserer Stationen zwischen etwa 0,3 bis 0,5° pro 100 m Höhendifferenz. Das stimmt mit den bekannten Mittelwerten gut überein (0,25 bis 0,6° je nach Jahreszeit, s. J. Maurer, R. Billwiler und C. Heß „Klima der Schweiz“, Bd. 2).

Um die Existenz des Temperatursprungs im Rheinfallbecken unter gewissen Bedingungen genauer zu untersuchen, haben wir mehrmals Simultanmessungen an verschiedenen Punkten auf der linken Seite des Falls vorgenommen, um ein „Temperaturprofil“ zu bekommen. Als Beispiel seien die Messungen vom Nachmittag des 26. Mai 1951 angeführt. Die Temperatur wurde mit genauen Schleuder-Psychrometern an jedem Meßpunkt zwischen 14.50 Uhr und 15.40 Uhr alle 10 Minuten bestimmt. Jeder Beobachter pendelte zwischen 2 Meßpunkten hin und her und führte alle 5 Minuten eine Messung durch. Für jede Station wurden die fehlenden Zwischenwerte interpoliert. Zu Beginn der Messungen war der Himmel stark mit Zirren bewölkt (also keine sehr intensive Sonneneinstrahlung). Im Lauf der Beobachtungen zog ein schwaches Frontengewitter mit Böen auf und um 15.25 Uhr begann es zu regnen. Die Temperatur nahm deshalb ab. Als Beispiel sind nachstehend die um 15.10 Uhr gemessenen bzw. interpolierten Temperaturwerte zusammengestellt (also vor der Zeit der Ankunft der Böen). Danach lag zu jenem Zeitpunkt die Temperatur bei der Schiffflände am Fuß des Reinfalls um fast 6° tiefer als auf dem etwa 60 m höher gelegenen Plateau beim Schloß Laufen in weniger als 150 m Horizontaldistanz! Dabei wurden alle Temperaturen selbstverständlich im Schatten und auch an während längerer Zeit beschatteten Stellen gemessen.

Die Wassertemperatur wurde an diesem Tag um 7.30 Uhr zu 13,0° gemessen. Am Nachmittag mag sie einige Zehntelgrad

Temperaturen am 26. Mai 1951 um 15.10 Uhr

Plateau Schloß Laufen	Waldiger Hang unter Schl. Lauf.	Unmittelb. oberhalb Rheinfall	Plattform oberhalb Fischetz	Fischetz	Unterhalb Rheinfall- fuß	Schiffflände unterhalb Rheinfall
24,2	23,9*	23,4	22,4	21,4*	19,7	18,4*

* Werte interpoliert aus Messungen, die je 5 Minuten früher und später stattfanden.

höher gewesen sein. Die Differenz gegen die Lufttemperatur genügte auf jeden Fall am Nachmittag, um im Einflußgebiet des Rheinfalls die beschriebene starke Abkühlung der Luft herbeizuführen.

4. Die Nebelverhältnisse

Es ist aus verschiedenen Gründen recht schwierig, eine einwandfreie Nebelstatistik aufzustellen. Viele Nebel entgehen der Aufmerksamkeit, weil sie sich zu ungewöhnlichen Tages- (oder Nacht-)zeiten bilden oder nur von kurzer Dauer sind. Andere erscheinen nicht in den offiziellen Aufstellungen, da sie nicht zu den normalen Beobachtungszeiten da waren. Ferner haben wir im Mittelland oft statt aufliegenden Nebels eine über dem Boden liegende, strukturlose Wolkendecke mit der Untergrenze in 50, 100 oder auch 200 m über dem Boden, den sogenannten Hochnebel. Seine Entstehung ist dieselbe wie die der hartnäckigen, langdauernden Nebelschichten: eine Temperaturinversion infolge eines Kaltluftsees in den Niederungen. Solche Kaltluftseen bilden sich besonders gern zwischen Alpen und Jura, wenn hinter einer Kaltfront Polarluft eingeströmt ist. Aber auch besonders starke Abstrahlung allein kann zur Bildung von Nebel oder Hochnebel führen.

Da die meteorologische Geschichte und die psychologische Auswirkung des Hochnebels dieselbe ist wie die allgemeiner Nebelschichten, muß in einer Statistik eigentlich auch der Hochnebel berücksichtigt werden. In den Wettermeldungen erscheint aber der Hochnebel als Wolkendecke und er geht deshalb nicht in die Nebelstatistiken ein. Das ist die Quelle großer lokaler Unterschiede in der Nebelhäufigkeit, die aber in keiner Weise auf Klimaunterschiede schließen lassen. In unserm Stationennetz hatten wir z. B. oft auf dem Galgenbuck oder in Uhwiesen wegen der höheren Lage Nebel und gleichzeitig am Rheinfall Hochnebel. Dasselbe gilt z. B. für Lohn und Schaffhausen.

Wir haben uns deshalb bemüht, alle uns zur Verfügung stehenden Beobachtungen sorgfältig dahingehend zu untersuchen, ob jeweils bei Meldung einer Stratusdecke Hochnebel vorlag oder ob es sich um eine andere Stratusdecke handelte. Nebel aller Art wurden von den Mitarbeitern der Fachgruppe besonders beobachtet. Besonders sorgfältige und vollständige Beobachtungen liegen von Uhwiesen vor, von einem Standort,

Tabelle 4

Mehrjährige Mittel der monatlich auftretenden Tage mit Nebel auf der Station

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Neuhausen- Bad. Bhf. 1949-1951	5	6	2	1	2	2	1	3	6	9	4	5
Schaffhausen- Emmersberg 1949-1951	10	8	3	2	1	1	1	2	8	13	8	10
1891-1920*	5,1	4,5	2,1	1,1	0,7	0,7	0,6	2,4	5,6	9,3	7,4	6,1
Hallau 1949-1951	8	4	2	1	0	1	0	2	5	9	5	12
1891-1900 †	8,9	5,3	4,3	2,6	1,8	1,9	2,7	4,2	6,9	9,6	12,3	10,0
Lohn 1949-1951	6	3	1	2	0	1	1	2	3	6	4	6
1891-1925*	6,5	3,4	1,8	1,9	1,5	1,4	1,3	1,6	3,6	6,4	8,1	8,9
Uhwiesen 1949-1951	6	4	3	1	2	2	2	4	9	12	6	8
Winterthur 1891-1920*	9,0	6,5	3,5	1,4	1,2	1,1	1,1	2,0	6,7	10,7	11,4	11,3
Dießenhofen 1881-1895 †	10,1	7,3	3,9	2,6	2,9	2,8	3,8	6,5	11,4	11,2	9,9	8,4

* nach O. Elwert „Das Klima des Bodenseegebiets“ (Oehringen 1935)

† nach J. Maurer, R. Billwiler und C. Heß „Klima der Schweiz“, Bd. 2 (1910)

von dem man eine weite Aussicht auf den Lauf des Rheins zwischen Rheinfall und Gegend von Eglisau und auf den Unterlauf der Thur genießt. Von hier aus wurden bei vielen interessanten Situationen auch Karten über die Nebelverteilung gezeichnet.

Die dreijährigen Mittel der Nebelhäufigkeit einiger unserer Stationen und der 3 MZA-Stationen sind in Tabelle 4 verglichen mit den langjährigen Mittelwerten einiger MZA-Stationen der näheren und weiteren Umgebung. Es zeigt sich deutlich, daß Neuhausen in keiner Weise durch besonders große Nebelhäufigkeit hervorsticht; es zeigt sogar im Gegenteil geringere Häufigkeit als Schaffhausen. Damit ist die Behauptung, der Rheinfall produziere in seiner Umgebung, d. h. in Neuhausen, häufiger

Tabelle 5

*Mittel 1949—1951**der monatlich auftretenden Tage mit Nebel oder Hochnebel auf der Station*

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Neuhausen- Bad. Bhf.	15	9	6	1	4	3	2	3	7	19	8	14
Schaffhausen- Emmersberg	18	8	7	2	2	1	1	2	11	18	12	17
Hallau	15	8	6	2	3	1	0	3	10	16	10	18
Lohn	13	5	5	2	1	1	1	2	5	12	8	13
Uhwiesen	15	6	6	1	2	3	2	4	11	17	9	15

Nebel, als er anderswo auftritt, widerlegt. Über die besondere Wolke über dem Rheinfall, den „Rheinfallpilz“, sollen weiter unten noch einige Feststellungen folgen.

Auffällig ist der Unterschied zwischen dem langjährigen Mittel der Nebelhäufigkeit von Schaffhausen und dem Mittel unserer drei Beobachtungsjahre 1949 bis 1951. Sonst weichen die dreijährigen Mittel nur wenig von den langjährigen ab, ausgenommen im zufällig nebelarmen November. Lohn ist natürlich als Bergstation sowohl im dreijährigen als auch im langjährigen Mittel von Nebel mehr verschont als die andern aufgezählten Orte. Die Vorverschiebung und Höhe des Maximums von Dießenhofen ist recht interessant (Einfluß der „Rheinschlange“?).

Bedeutend höher werden die Zahlen, besonders im Winterhalbjahr, wenn man die Tage mit Nebel oder Hochnebel zählt. Die entsprechenden dreijährigen Mittel finden sich für jeden Monat in der Tabelle 5. Die Zahlen werden nun für alle „Talstationen“ beinahe gleich. Nur Lohn sticht noch hervor dank seiner Lage auf einer Bergkuppe, die sich oft über das Nebelmeer des Mittellands erhebt. Auch Schaffhausen fügt sich ohne weiteres in das Bild der andern Stationen, und es geht ferner aus dieser Zusammenstellung hervor, daß Neuhausen in keiner Weise benachteiligt ist, im Gegenteil: seine Nebelhäufigkeit ist auch nach dieser Zählung geringer als die des benachbarten Schaffhausen. Wir möchten aber keinen Wert auf kleinere Unterschiede legen wegen der oben beschriebenen Schwierigkeiten, die bei einer Nebelstatistik zu beachten sind. Bei allen Stationen zeigt sich das (zufällige?) November-Minimum.

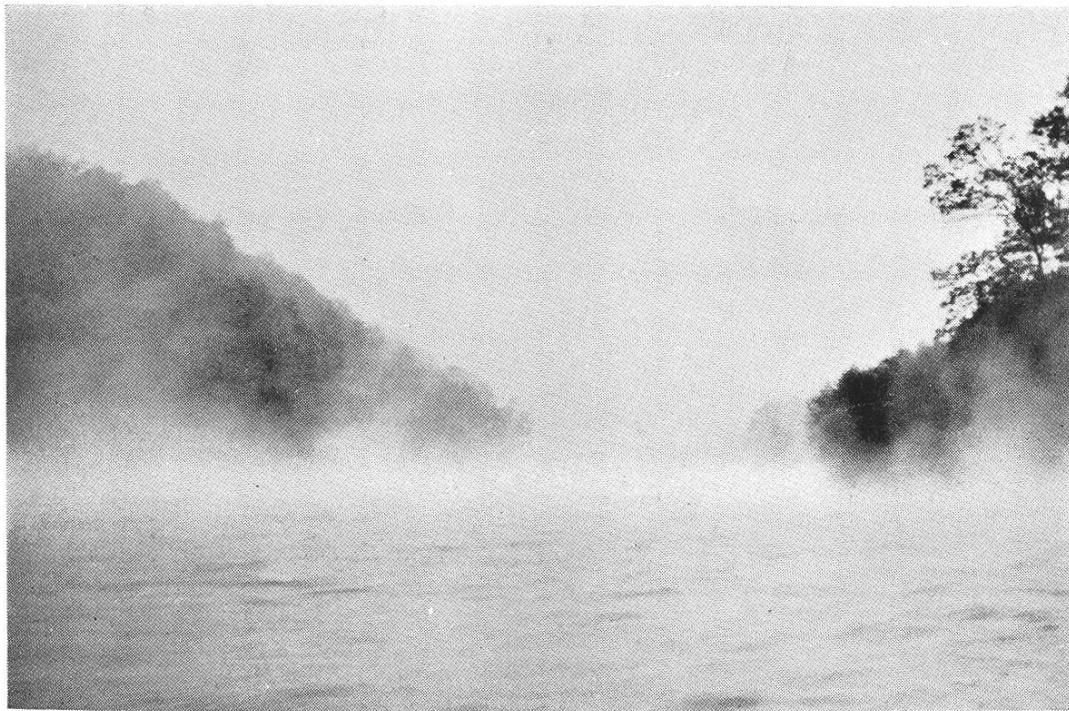


Fig. 2. Nebelbildung auf dem Rhein bei der Rötthalde südlich Dachsen,
22. September 1951, 8.00 Uhr (Phot. Jb. Frei).

Über dem Rhein selbst bilden sich mehr Nebel (wie über den meisten Gewässern) und zwar vor allem Mischungsnebel. Es kann oft eine dem Flußlauf auf größere Strecken folgende Nebelschlange beobachtet werden. Wir nannten sie die „Rheinschlange“. Entsprechend gibt es z. B. auch eine „Thurschlange“. (Nach den Beobachtungen von Uhwiesen und Neuhausen scheinen sehr häufig Nebel über dem Unterlauf der Thur aufzutreten, auch wenn der Rhein nebelfrei ist.) Vielfach war die Rheinschlange nur unterhalb des Falls oder sogar nur unterhalb von Rheinau zu sehen. Noch öfter aber erstreckt sie sich mehr oder weniger über den ganzen Lauf des Rheins unseres Beobachtungsgebiets.

Besonders interessant ist es, die Bildung solcher Nebel zu verfolgen: Bei entsprechender Wetterlage (erhebliche Temperaturdifferenz zwischen Wasser und Luft oder auch unter dem Hochnebel) steigen über dem Wasser des Rheins kleine Nebelsäulchen empor, die einige Dezimeter hoch sind im allgemeinen (s. Fig. 2). Sie erscheinen vor allem dort, wo das Wasser etwas schäumt, auch wenn dies nur in sehr geringem Maß der Fall ist; also beispielsweise bei den „Lächen“ (Stromschnellen). Eigentümlich ist es ferner, daß diese Säulchen mit der Schaumstelle mitwandern! Das alles deutet auf die Entstehung durch Mischung von feuchterer mit trockener Luft von anderer Temperatur hin.

Der Rheinfall selbst erzeugt — wie bereits erwähnt — seine lokale Wolke, den „Rheinfallpilz“. Der Pilz tritt besonders häufig am frühen Morgen oder auch am späten Abend, bisweilen sogar mitten in der Nacht, auf. Er entsteht zweifellos infolge der starken Wassereinspritzung des Rheinfalls in die Luft und zwar besonders dann, wenn das Wasser wärmer ist als die Luft. Der Pilz kann natürlich sehr verschieden gut ausgebildet sein. Bisweilen handelt es sich um eine richtige Cumuluswolke mit allen Zeichen eines starken thermischen Auftriebs, die bis über 300 m hoch werden kann. Wenn Wind herrscht, wird der Pilz verweht, manchmal so stark, daß sich einzelne Wolkenballen ablösen, ähnlich wie Wirbel. Wir haben Situationen mit mehreren abgelösten Ballen, die als Nebelschwaden gegen den Lauferberg oder die Enge getrieben wurden, beobachtet. Die Verwehung äußert sich vielfach auch in einer fahnenartigen Umbiegung der oberen Partien des Pilzes. Sehr häufig kommt es nicht zur Ausbildung einer eigentlichen Wolke, sondern der Fall „raucht“ (oder bes-

ser: nebelt) einfach. (Diese Form wurde nicht als Pilz gezählt.) Meistens ist der Zusammenhang des Pilzes an seinem Fuß mit dem Gischt des Rheinfalls eindeutig. Der Nebel steigt auch in diesem Fall überall dort aus dem Wasser, wo es schäumt, also wo es turbulent ist. Vom Rheinfall gehen entsprechend der Zweiteilung des Falls zwei Schaumströme in das Becken und die aufsteigenden Nebel folgen genau diesen Strömen. In gewissen Fällen können deshalb auch zwei deutlich getrennte, nach oben steigende Nebelströme beobachtet werden. Einen Überblick über die Formen des Rheinfallpilzes mögen die Figuren 3 bis 5 geben.

Daß der Rheinfallpilz so groß ist oder so stark verweht wird, daß er das Dorf Neuhausen mehr oder weniger einnebelt, kommt vor, aber es ist verhältnismäßig selten und tritt im allgemeinen nur dann ein, wenn sowieso eine starke Tendenz zur Nebelbildung vorhanden ist. Diese Tendenz bedingt dann beispielsweise auch die Entstehung einer Rheinschlange, welche ihrerseits auch Teile von Schaffhausen stark zu vernebeln imstande ist. Unsere oben erläuterte Statistik beweist auf jeden Fall, daß in Neuhausen nicht mehr Nebel herrscht als in seiner Umgebung an Orten ähnlicher Lage.

Der Pilz ist aber keine dem Rheinfall allein zugehörige Erscheinung! Auch beim sogenannten Moserdamm in Schaffhausen, dem Wehr des städtischen Elektrizitätswerks, kann sich eine pilzartige Nebelkuppe bilden. Dasselbe gilt von den Stromschnellen unterhalb des Rheinfalls bei Balm (Rheinau) und bei der „Röthehalde“ (Punkt 689 475 / 278 575, etwa 2 km unterhalb Dachsen). Besonders an dieser Stelle wurde von Uhwiesen aus verhältnismäßig häufig eine kuppenartige Erhebung der Nebeldecke oder ein lokaler Pilz beobachtet (s. Fig. 6). Es gibt sogar Situationen, bei welchen am Rheinfall kein Pilz vorhanden ist, wohl aber bei der Röthehalde.

Der Rheinfallpilz ist natürlich keine unbewegliche Dauererscheinung, sondern er kann sich recht schnell ändern und in einigen Minuten gebildet werden und wieder verschwinden. Im allgemeinen ist er aber doch von längerer Dauer (eine halbe bis etwa 2 Stunden). Das Spiel des Werdens und Vergehens kann sich mehrmals wiederholen.



Fig. 3. Rheinfallpilz von Buchhalde aus, 19. August 1951, 6.20 Uhr,
Fahne nach W (Phot. Jb. Frei).



Fig. 4. Rheinfallpilz von Buchhalde aus, 18. August 1951, 7.47 Uhr,
(Phot. Jb. Frei).

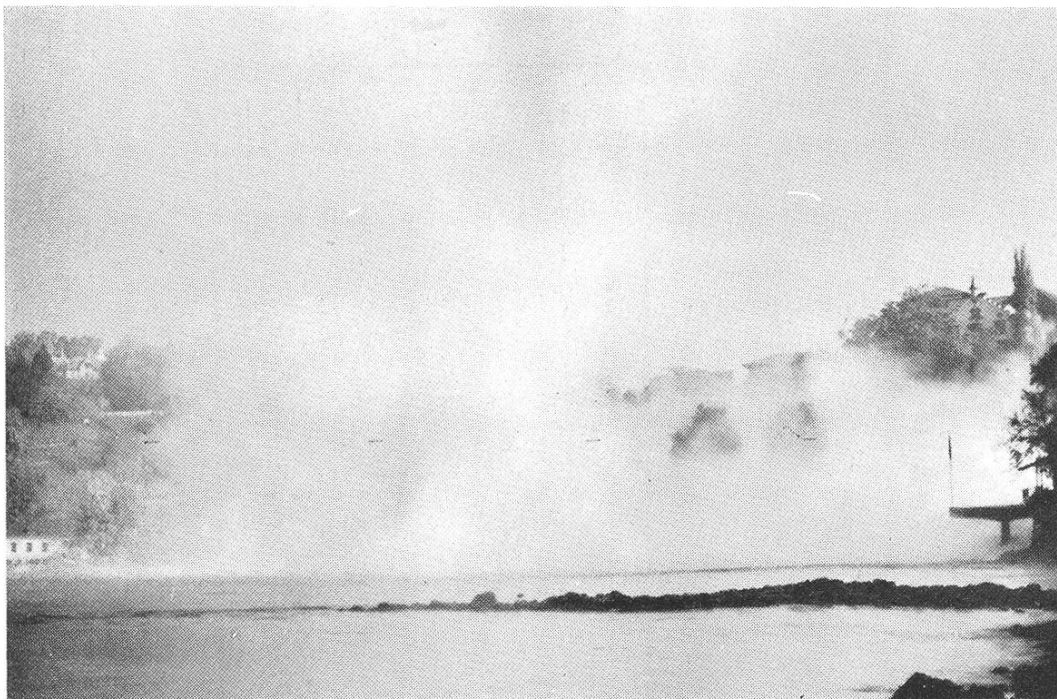


Fig. 5. Entstehung des Rheinfallpilzes durch Nebelbildung über dem Schaum im Rheinfallbecken. Vom Damm unter Schloß Laufen aus (Phot. Jb. Frei).

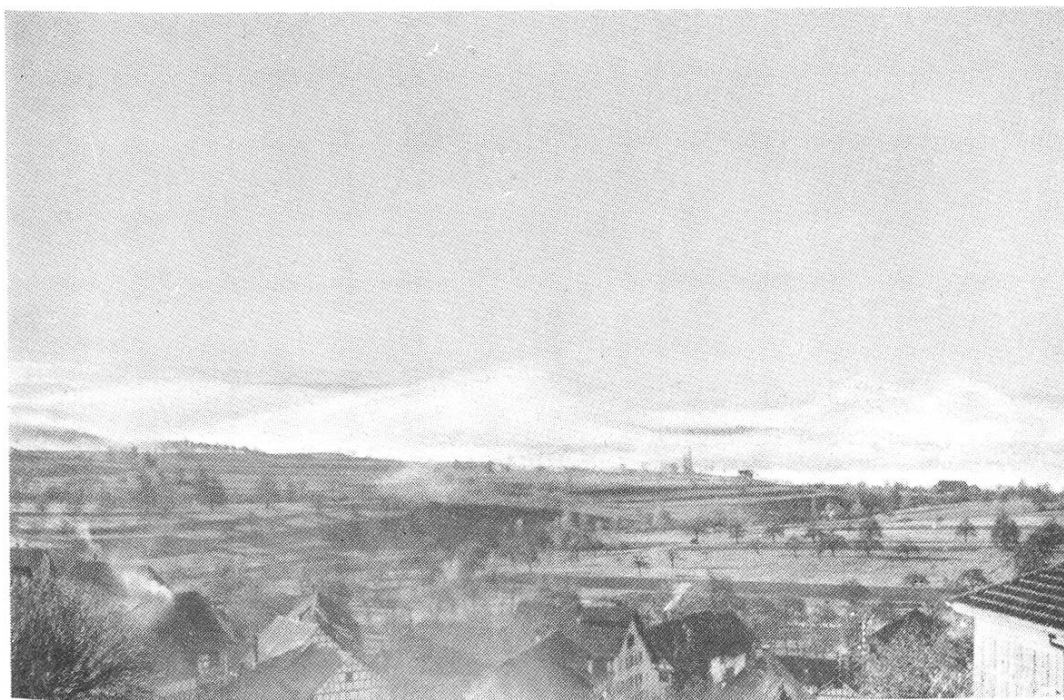


Fig. 6. Starke Rheinschlange mit einzigartigen, großen Kuppen über Röthehalde, Balm und Rheinau. Von Uhwiesen aus, 11. Nov. 1951, 9.05 Uhr (Phot. Jb. Frei).

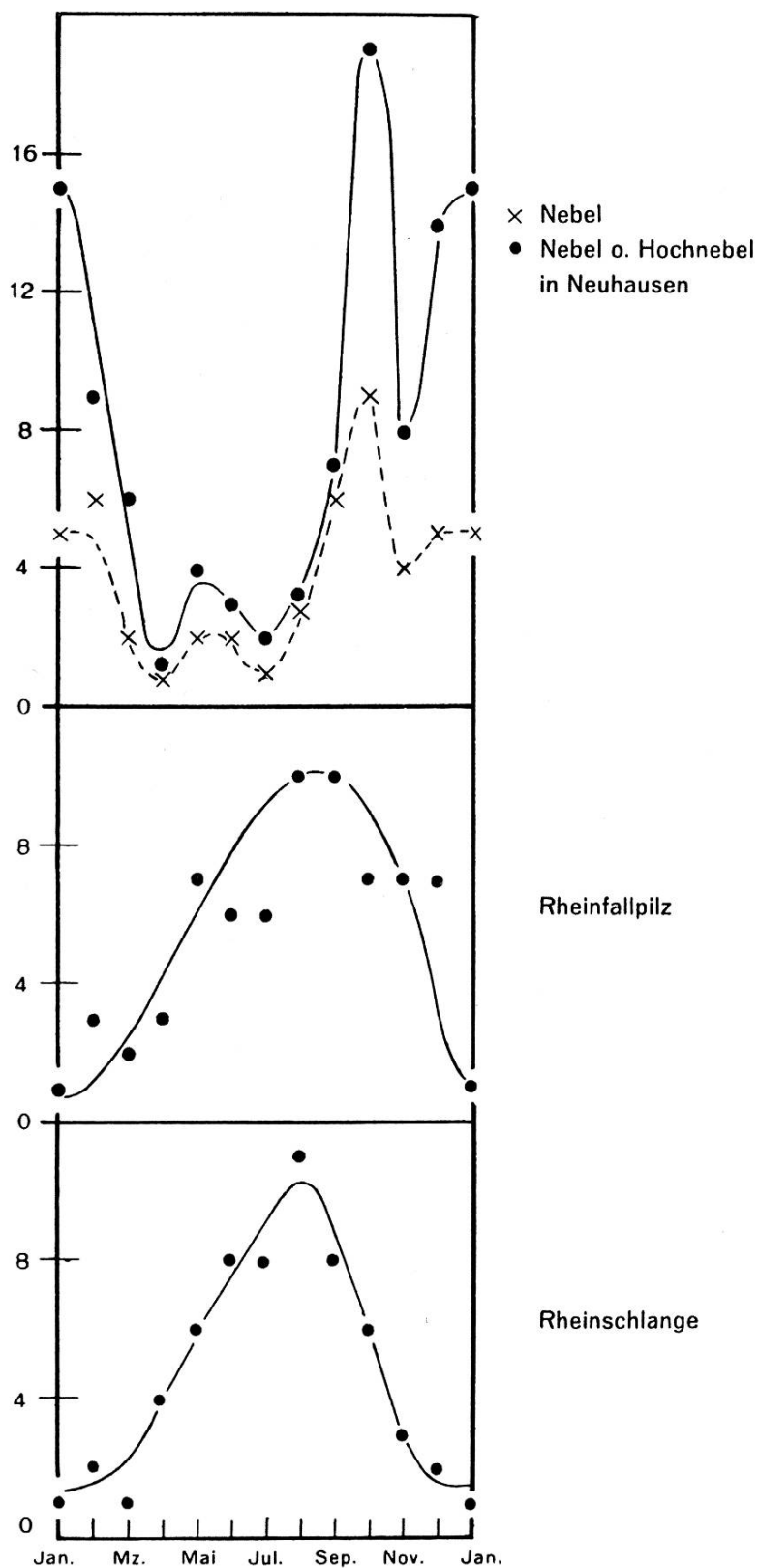


Fig. 7. Dreijährige Mittel (1949—1951) der pro Monat aufgetretenen Tage mit Rheinschlange, Rheinfallpilz und Nebel bzw. Nebel oder Hochnebel in Neuhausen.

Tabelle 6 Die Häufigkeit des Rheinfeldpilzes und der Rheinschlange*

Rheinfeldpilz	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1949					3	0	3	3	6	8	3	6
1950	1	5	4	5	9	13	6	11	9	6	6	3
1951	1	3	3	5	8	6	9	17	15	8	11	11
Rheinschlange												
1949					8	11	10	10	11	6	3	1
1950	2	3	3	8	5	7	7	9	6	4	2	0
1951	2	2	0	3	6	7	6	14	8	7	6	4

* Die Beobachtungen vom Januar bis April 1949 sind wahrscheinlich unvollständig und deshalb nicht aufgeführt.

Ähnliche lokale Wolken über großen Wasserfällen sind unseres Wissens vom Niagarafall und von den Victoriafällen bekannt. (Ihr Name bei den Eingeborenen „Mosiwatunja“ wird mit „Tönender Rauch“ übersetzt.)

Die dreijährigen Mittel der monatlichen Häufigkeit des Rheinfeldpilzes und der Rheinschlange sind in Fig. 7 verglichen mit den entsprechenden Mitteln der Nebel- und Nebel+Hochnebel-Häufigkeit. Die Lage der Maxima und Minima ist bei Rheinfeldpilz und Rheinschlange ziemlich gleich. Das Maximum liegt im August (September), in einer Zeit also mit relativ geringer Nebelhäufigkeit!²⁾

Diese Verschiebung hängt zum Teil zweifellos damit zusammen, daß bei großer Nebelhäufigkeit Pilze und Rheinschlangen einfach im allgemeinen Nebel „untergehen“. In den „Nebel-Kurven“ kommt wieder das starke November-Minimum zum Ausdruck.

Die monatliche Häufigkeit des Rheinfeldpilzes und der Rheinschlange während der drei Beobachtungsjahre ist in der Tabelle 6 zusammengestellt. Für das Jahr 1951 besteht eine sozusagen vollständige Aufstellung über die von Uhwiesen aus beobachtbaren Rheinnebel aller Art (Mischungsnebel, Pilze, Rheinschlangen etc.). Es wurden 8 verschiedene Stellen für die Zählung ausgewählt: Rheinfeld, Nohl, Grenzstein 130 gegenüber Dachsen, Rötthalde, Anstalt Neu-Rheinau, Rhein oberhalb der gedeckten Brücke bei Rheinau, Rhein unterhalb dieser Brücke, Rhein oberhalb Balm.

²⁾ Daher kommt wahrscheinlich auch die Verschiebung des Nebelmaximums von Dießenhofen (s. oben).

Tabelle 6 Die Häufigkeit des Rheinfallpilzes und der Rheinschlange*

Rheinfallpilz	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1949					3	0	3	3	6	8	3	6
1950	1	5	4	5	9	13	6	11	9	6	6	3
1951	1	3	3	5	8	6	9	17	15	8	11	11
Rheinschlange												
1949					8	11	10	10	11	6	3	1
1950	2	3	3	8	5	7	7	9	6	4	2	0
1951	2	2	0	3	6	7	6	14	8	7	6	4

* Die Beobachtungen vom Januar bis April 1949 sind wahrscheinlich unvollständig und deshalb nicht aufgeführt.

Ähnliche lokale Wolken über großen Wasserfällen sind unseres Wissens vom Niagarafall und von den Victoriafällen bekannt. (Ihr Name bei den Eingeborenen „Mosiwatunja“ wird mit „Tönender Rauch“ übersetzt.)

Die dreijährigen Mittel der monatlichen Häufigkeit des Rheinfallpilzes und der Rheinschlange sind in Fig. 7 verglichen mit den entsprechenden Mitteln der Nebel- und Nebel+Hochnebel-Häufigkeit. Die Lage der Maxima und Minima ist bei Rheinfallpilz und Rheinschlange ziemlich gleich. Das Maximum liegt im August (September), in einer Zeit also mit relativ geringer Nebelhäufigkeit!²⁾

Diese Verschiebung hängt zum Teil zweifellos damit zusammen, daß bei großer Nebelhäufigkeit Pilze und Rheinschlangen einfach im allgemeinen Nebel „untergehen“. In den „Nebel-Kurven“ kommt wieder das starke November-Minimum zum Ausdruck.

Die monatliche Häufigkeit des Rheinfallpilzes und der Rheinschlange während der drei Beobachtungsjahre ist in der Tabelle 6 zusammengestellt. Für das Jahr 1951 besteht eine sozusagen vollständige Aufstellung über die von Uhwiesen aus beobachtbaren Rheinnebel aller Art (Mischungsnebel, Pilze, Rheinschlangen etc.). Es wurden 8 verschiedene Stellen für die Zählung ausgewählt: Rheinfall, Nohl, Grenzstein 130 gegenüber Dachsen, Rötthalde, Anstalt Neu-Rheinau, Rhein oberhalb der gedeckten Brücke bei Rheinau, Rhein unterhalb dieser Brücke, Rhein oberhalb Balm.

²⁾ Daher kommt wahrscheinlich auch die Verschiebung des Nebelmaximums von Dießenhofen (s. oben).

Tabelle 7 *Gesamtzahlen des Auftretens von Rheinnebel*
(Zählmethode im Text beschrieben), Jahr 1951

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
4	17	14	32	81	59	80	133	78	42	99	55

Tabelle 8

Jahreszahlen über das Auftreten von Rheinnebeln vom Rheinflall bis Rheinau

Rheinfall	Nohl	gegenüb. Dachsen	Röthehalde	Neu-Rheinau	oberhalb Brücke	unterh. Brücke	oberh. Balm
135	59	91	127	71	66	70	70

Außerdem wurde jeder Tag in 3 Perioden eingeteilt: 0—8 Uhr, 8—16 Uhr und 16—24 Uhr.

Die monatlichen Häufigkeiten (Zahl der Tagesperioden mit Rheinnebel beliebiger Art), summiert für alle 8 Beobachtungsstellen, sind in Tabelle 7 zusammengestellt. Es zeigt sich für das Jahr 1951 ein schwächeres Maximum im Mai, ein sehr starkes im August (!) und ein ebenfalls ausgeprägtes im November. Das Minimum liegt im Januar.

Bei der Beurteilung der Verteilung der Nebelhäufigkeit auf die Tageszeiten ist natürlich der Morgen bevorzugt. Nach der beschriebenen Zählweise wurden im Jahre 1951 insgesamt 694 Rheinnebel beobachtet, davon 567 zwischen 0 und 8 Uhr, 48 zwischen 8 und 16 Uhr und 79 zwischen 16 und 24 Uhr.

Um ein Bild über die Nebelhäufigkeit längs einer gewissen Strecke des Rheins zu bekommen, sind in Tabelle 8 die auf oben beschriebenem Weg gewonnenen Zahlen zusammengestellt. Die Abkürzungen entsprechen den erwähnten 8 Stellen. Rheinflall und Röthehalde stechen vor allem durch größere Häufigkeit hervor.

5. Weitere Beobachtungen

Hier sind noch Zählungen von Kondensationskernen zu erwähnen, die wir dank der Freundlichkeit von Herrn Prof. Dr. F. Verzár (Physiologisches Institut der Universität Basel), der uns einen Kernzähler zur Verfügung stellte, durchführen konnten. Es sei ihm auch an dieser Stelle herzlich dafür gedankt. Wir haben uns ursprünglich vorgestellt, die Kernzahlen seien vielleicht in der Rheinflallumgebung höher als

in einem weiteren Umkreis. Diese Vermutung konnte nicht bestätigt werden.

Der Apparat war ein verbesserter Aitken-Kernzähler, der eine kleine Kammer besitzt, in welche Außenluft eingeführt wird, die man dann expandieren läßt. Dabei bilden sich feine Nebeltröpfchen an den Kondensationskernen, und diese Tröpfchen zählt man mit einer Lupe aus.

Wir fanden in der Umgebung von Neuhausen (die Messungen erstreckten sich von Schaffhausen bis Rheinau) im allgemeinen recht hohe Kernzahlen zwischen etwa 3 000 und 20 000. Die hohen Kernzahlen wurden vor allem im Siedlungsgebiet von Neuhausen (Industrie, Hausbrand!) festgestellt. Im freien Gelände lagen die Zahlen nur bei Nebel oder Regen über 9 000. Auch waren stets Störquellen in der Gestalt von rauchenden Spaziergängern oder Gartenfeuern etc. sehr gefürchtet und kaum zu vermeiden.

Als Beispiel sollen die am 6. August 1950 bestimmten Kernzahlen mitgeteilt werden (es handelt sich immer um Mittelwerte aus mehreren Messungen):

7.20 Uhr	Hohfluh (Anhöhe im N von Neuhausen)	6200
8.15 Uhr	Schloß Laufen, Pavillon über Rheinfall	4000—4300
8.50 Uhr	Fischetz, unmittelbar neben Rheinfall	5000

Es war also keinerlei Einfluß des Falls festzustellen. Das Wetter war sehr schön, bei flacher Druckverteilung über Europa.

Bei einer Wetterlage mit Tendenz zu Nebelbildung, am 6. Oktober 1950 zwischen 20 und 22 Uhr, fanden wir am Rheinfall die außerordentlich hohe Kernzahl von 34 000 und oberhalb Flurlingen (Bindfadenfabrik) 13 000. Die Vermutung, nun doch einen Einfluß des Falls bestätigt zu haben, löste sich aber bald in's Nichts auf, da wir erfuhren, an diesem Abend sei im Industrieareal am Rheinfall gesprengt worden! Diese Explosion genügte anscheinend, um stundenlang die Luft mit außerordentlich viel Kondensationskernen zu „verpesten“.

Es fehlte auch nicht an Versuchen, andere als die in den vorhergehenden Abschnitten erwähnten Beobachtungselemente, z. B. die Feuchtigkeit, statistisch auszuwerten und eine Korrelation zwischen der Großwetterlage und den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen zu finden. Über abschließende Ergebnisse kann jedoch in dieser Beziehung noch nicht berichtet werden.

6. Schlußwort

Es ist an dieser Stelle dem Berichterstatter ein Bedürfnis, einerseits der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen für die großzügige Unterstützung und andererseits allen Mitarbeitern der Fachgruppe für Meteorologie und den weiteren Helfern für ihren nimmermüden Eifer und für ihre Ausdauer zu danken. Es betrifft dies insbesondere die Herren Jb. Frei (Uhwiesen), A. Koller (Neuhausen), Pfr. Layer (Beringen), den leider zu früh verstorbenen E. Oswald (Neuhausen), E. Schudel (Neuhausen), Dir. W. Schudel (Schaffhausen), A. Stamm (Schaffhausen), W. Steinemann (Neuhausen), H. Tanner (Schaffhausen), Dr. R. Sulzberger (Neuhausen), R. Suter (Neuhausen) und ferner die MZA-Beobachter Herren H. Huber (Hallau), Pfr. Sonderegger (Lohn) und den inzwischen leider ebenfalls verstorbenen A. Streckeisen (Schaffhausen).

(Manuskript am 15. Januar 1952 eingegangen)