

Beiträge zur Klimatologischen Grundlagenforschung Matériaux pour la recherche des bases climatiques

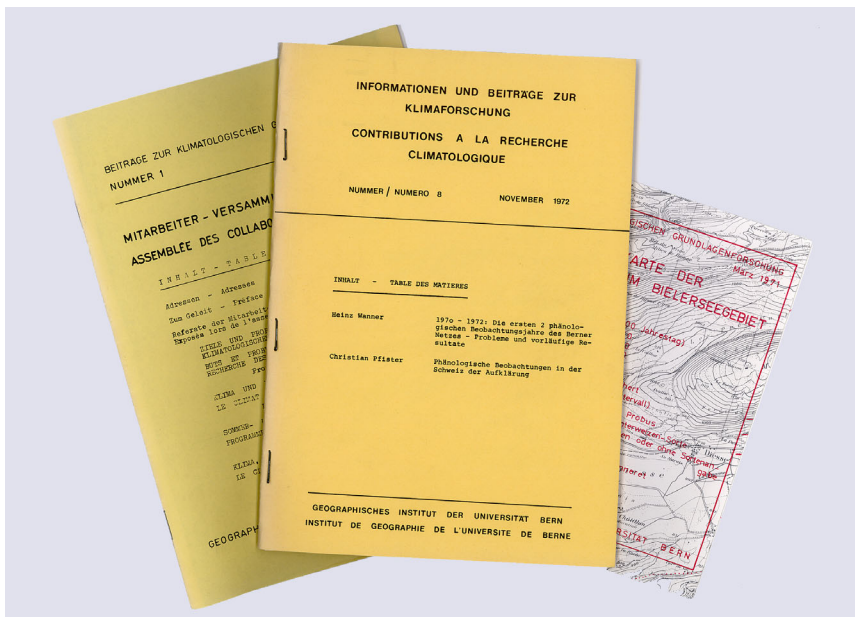
Die Nebelverhältnisse im Winter 1970/71 (Oktober bis März)

Versuch einer ersten Auswertung mit Beobachtungsergebnissen (mit Karte)

Les conditions du brouillard de l'hiver 1970/71 (octobre à mars)

Tentative d'une première exploitation des résultats d'observations (à l'aide de carte)

Heinz Wanner



GEOGRAPHICA BERNENSIA

Herausgeber:

Dozentinnen und Dozenten des Geographischen Instituts der Universität Bern

Reihen:

Reihe A African Studies

Reihe B Berichte über Exkursionen, Studienlager und Seminarveranstaltungen

Reihe E Berichte zu Entwicklung und Umwelt

Reihe G Grundlagenforschung

Reihe P Geographie für die Praxis

Reihe S Geographie für die Schule

Reihe U Skripten für den Unterricht

G95

WANNER, Heinz

Beiträge zur Klimatologischen Grundlagenforschung / Matériaux pour la recherche des bases climatiques
Die Nebelverhältnisse im Winter 1970/71 (Oktober bis März). Versuch einer ersten Auswertung mit Beobachtungsergebnissen (mit Karte)

Geographisches Institut der Universität Bern 1971 / Institut de géographie de l'Université de Berne 1971

Print Version: Nummer 6 (vergriffen) / Version imprimée: Numéro 6 (épuisé)

WANNER, Heinz

Beiträge zur Klimatologischen Grundlagenforschung / Matériaux pour la recherche des bases climatiques
Die Nebelverhältnisse im Winter 1970/71 (Oktober bis März). Versuch einer ersten Auswertung mit Beobachtungsergebnissen (mit Karte)

Geographica Bernensia 2019

Online Version: G95/6 doi: 10.4480/GB2019.G95.06.

© 2019 GEOGRAPHICA BERNENSIA



Creative Commons Licences

HEINZ WANNER

Die Nebelverhältnisse im Winter 1970/71 (Oktober bis März)

Versuch einer ersten Auswertung von Beobachtungsergebnissen
(mit Karte)

Les conditions du brouillard de l'hiver 1970/71 (octobre à mars)

Tentative d'une première exploitation des résultats d'observations
(à l'aide de carte)

DIE NEBELVERHAELTNISSE IM WINTER 1970/71
(OKTOBER BIS MAERZ)

Versuch einer ersten Auswertung von Beobachtungs-
ergebnissen (mit Karte)

LES CONDITIONS DU BROUILLARD DE L'HIVER 1970/71
(OCTOBRE A MARS)

Tentative d'une première exploitation des résultats d'ob-
servations (à l'aide de carte)

Herausgegeben vom Geographischen
Institut der Universität Bern

Édité par l'institut de géographie
de l'université de Berne

Text
texte Heinz Wanner

Zusammenstellung
Rédaction Dori Florin / Heinz Wanner

Traduction Elisabeth Indermühle

Bern 1971

UNIVERSITAET BERN
Geographisches Institut
Klimaforschung
Falkenplatz 18
3012 BERN

Tel. (031) 65 80 19 vormittags

INHALT

1. Einleitung	5
2. Zielsetzung und Problematik einer Nebelauswertung	5
3. Das Beobachtungsmaterial und seine Verwendungsmöglichkeiten	8
4. Versuch einer ersten Interpretation	11
5. Zukünftige Auswertungen	23
6. Bibliographie	36

TABLE DES MATIERES

1. Introduction	24
2. But et aspect problématique de l'exploitation du brouillard	24
3. Le matériel d'observations et ses possibilités d'emploi	27
4. Première tentative d'interprétation	29
5. Exploitations futures	35
6. Bibliographie	36

1. EINLEITUNG

In den Beiträgen Nr. 4 wurde erstmals der Versuch unternommen, das Material einer Beobachtung des Sommerprogrammes auszuwerten. Als logische Folge davon erscheint in Nr. 6 eine Auswertung im Rahmen der Winterbeobachtungen 1970/71. Auch sie hat grösstenteils methodischen Charakter, da praktisch alle Resultate einer einjährigen Beobachtungsreihe entstammen.

Ich danke Herrn Prof. Messerli vom Geographischen Institut der Universität Bern und Herrn Prof. Schüepp von der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich für die Ratschläge, die ich beim Entstehen der Nebelauswertung entgegennehmen durfte. Mein besonderer Dank gilt den Mitarbeitern der Klimatologischen Grundlagenforschung des Kantons Bern, die die Bürde auf sich genommen und das ganze Winterhalbjahr unentgeltlich die Nebelbeobachtungen durchgeführt haben.

Bern, im November 1971

Heinz Wanner

2. ZIELSETZUNG UND PROBLEMATIK EINER NEBELAUSWERTUNG

2.1. Das Phänomen Nebel

Bereits die spärliche Literatur weist darauf hin, dass das Phänomen Nebel nur schwer zu erfassen ist. Auf der internationalen Sichtweiteskala ist für den Nebel die Sichtweite bis 1 km definiert worden. Herrscht eine Sichtdistanz von 1 - 4 km, so wird in der Regel von Dunst gesprochen. Obschon diese Zahlen klar fassbare Ergebnisse vermuten lassen, liegt doch in allen Nebelbeobachtungen eine grosse Problematik. (SCHÜEPP (1971) schreibt dazu: "Nebel gehört zu den "kritischen" Wetterelementen, da er einerseits grosse lokale Unterschiede in Bezug auf Häufigkeit und Intensität aufweist, andererseits nur schwer zu messen ist. Wohl besitzen wir in den Transmissiometern, wie sie an manchen Hauptstationen, speziell den Flughäfen im Betrieb sind, ein objektives Mass der Sichtbestimmung, aber wieviele Stationen bedienen sich dieses teuren Hilfsmittels? In der Schweiz wurden bisher nur die beiden Stationen Kloten und Cointrin damit ausgerüstet, so dass sich darauf keine Nebelhäufigkeitsanalyse aufbauen lässt.

Wir müssen uns somit auf die Augenbeobachtungen verlassen und darauf vertrauen, dass der Beobachter die 1-km-Sichtmarke, welche ihm bei der Instruktion als kritische Sichtgrenze für die Nebelbestimmung angegeben wurde, auch tatsächlich immer beobachtet und sich nicht auf andere, falsche Punkte stütze. Es bleiben aber auch bei richtiger Zuhilfenahme der Sichtmarke noch viele Schwierigkeiten. An einzelnen Orten ist es beim besten Willen nicht möglich, eine gute 1-km-Marke zu finden, dann muss zwischen

zwei Punkten interpoliert werden."

Ich glaube, diese Worte unterstreichen mit aller Deutlichkeit, dass jeglicher Vergleich von Beobachtungen, die nicht vom gleichen Beobachter vorgenommen wurden, äusserst kritisch begutachtet werden muss. Im weiteren betont das angegebene Zitat auch meine Feststellung, dass für eine bestimmte Lokalanalyse im Zusammenhang mit dem Nebel nie die Nachbarbeobachtungen zu Rate gezogen werden dürfen. Wenn auch bei uns im Winterhalbjahr das Nebelmeer bei Schönwetterlagen oft tagelang dem Raum des Mittellandes aufliegt, so zeigen doch unsere einjährigen Ergebnisse deutlich, dass das Mikroklima für das Auftreten von lokalen Nebelschwadern von entscheidender Bedeutung ist!

2.2. Zukünftige Perspektiven im Hinblick auf die weitere Verwendung der Nebelbeobachtungen

Es darf wohl mit Sicherheit behauptet werden, dass dem Studium des Nebels in nächster Zukunft grosse Bedeutung zukommen wird. Nur zu deutlich unterstreichen Unfallmeldungen des Strassenverkehrs diese These, kann man doch im Herbst oft von Massenkollisionen auf Grund kurzfristig auftretender Lokalnebel lesen. Vor allem im Hinblick auf Planungsfragen müssen wir uns mit dem Nebelgeschehen intensiv befassen:

- Auslese günstiger Wohnzonen
- Wahl von nebelgeschützten Strassenführungen
- Aussagen bei Flugplatzverlegungen oder Industrieaussiedlungen
- Analyse der Klimafaktoren auf der Suche nach einem optimalen Heilklima usw.

Geradezu schockierend wirken die Meldungen von Nebelkatastrophen der jüngsten Zeit: Diese traten allesamt in stark besiedelten Flussebenen auf, in denen sich bei einer Schönwetterlage Inversionsnebel bildeten, die sich tagelang halten konnten. HEIMANN (1964) schreibt dazu: "Die Katastrophe im belgischen Maastal, 1930, die Epidemie in der Innenstadt von Donora in Pennsylvania (USA), 1948, und die Katastrophe, die sich im Dezember 1952 in London zutrug, erweckten besondere Aufmerksamkeit für dieses Phänomen. Wenn man den Untersuchungen und Berichten über diese Ereignisse nachgeht, kann man grundsätzlich feststellen, dass die Verunreinigung der Luft eine unerwünschte Lebensbedingung war, die ernste Gesundheitsschädigungen zur Folge haben konnte."

Das Londoner Ereignis, dem sehr starke Untersuchungen folgten, lässt die Vermutung zu, dass sich solche Katastrophen ohne weiteres wiederholen können. BROOKS (1954) schrieb zum Ablauf der Ereignisse: "Eine antizyklonale Wetterlage begünstigte die Bildung des tagelang auf der Stadt lastenden "smogs". Die Folge war, dass in dieser Zeit die Zahl der Todesfälle durch Bronchitis und Lungenentzündung um mehr als das siebenfache zunahm (aus: BLUETHGEN, 1966)." Dieses Ereignis, in dessen Verlauf in London 4000 Menschen starben, liefert uns die Ueberzeugung, dass wir handeln müssen, bevor es zu spät ist!"

2.3. Das Nebelproblem in unserem Raum

Dem Nebelproblem wurde auch in der Schweiz bis jetzt erstaunlich wenig Beachtung geschenkt. ZINGG (1945) und GENSLER (1969) befassten sich mit der Nebelanalyse mikroklimatischen Charakters, währenddem die Arbeiten von STREUN (1899) und SCHÜEPP (1965 und 1971) der allgemeinen Problematik und Thematik des Nebels gewidmet sind.

Obschon die Schweiz ausserhalb der grossen Mischungsnebelzonen der Erde liegt, stellt bereits STREUN (1899) fest, dass die Wohngebiete des Mittellandes teilweise hohe Nebelzahlen aufweisen. Folgende Stationen registrierten hohe Mittelwerte (Nebeltag = Tag, an dem zu irgend einer Zeit Nebel beobachtet wurde), die allerdings mit Vorsicht betrachtet werden müssen:

Sursee	113,2 Nebeltage/Jahr
Bern	81,6 Nebeltage/Jahr (?)
Winterthur	60,2 Nebeltage/Jahr
Olten	76,4 Nebeltage/Jahr

Obschon diese Zahlen nicht als sehr sicher anzuschauen sind, deuten sie auf die Wichtigkeit der Nebelfrage hin. STREUN unterscheidet in seiner Analyse zwischen "Talnebel" und "Bergnebel", wobei er im Zusammenhang mit der geographischen Verteilung des Nebels auf die Anfälligkeit des Mittellandraumes hinweist: "Im Jahresmittel findet sich das Maximum der Nebelhäufigkeit, sofern wir nur die Gebiete bis zu beiläufig 1000 m Seehöhe ins Auge fassen, die allein auf den Karten dargestellt sind, im Mittellande. Hier haben wir nordöstlich einer Linie Bern-Neuenburg in einem ca. 25 - 30 km breiten, dem Fuss der ersten Jurakette folgenden Streifen im Durchschnitt pro Jahr mehr als 50 Nebeltage."

Allein diese Feststellung weist auf die Relevanz weiterer Nebeluntersuchungen in unserem Raum hin. Brennend wird die Frage sicher in den grösseren Industrieballungsräumen unseres Landes (z. B. Limmattal): Wäre eventuell in solchen Gebieten auf Grund der fortschreitenden Luftverschmutzung bereits eine Zunahme der Nebelfrequenz zu registrieren? SCHÜEPP (1971) erwähnt in diesem Zusammenhang ein recht instruktives aktuelles Beispiel: "Eine Problemzone ist jedoch das mittlere und südliche Tessin, wo zwar im Sommer die erwähnte Berg-Talwindzirkulation wirksam ist, der Talwind aber von der Poebene her bereits stark vorbelastet ist durch das industriereiche Gebiet um Mailand. Im Winter, wo die stabile Luftschichtung vertikale Austauschvorgänge stark behindert und zudem das lokale Windsystem fast ausgelöscht ist, herrscht oft wochenlange Trockenheit (Lugano regenloser Januar 1901 und 1944, Februar 1928 und 1949). Die Luft in der Poebene stagniert und damit besteht die grosse Gefahr einer durch Luftverunreinigung erhöhten Nebelbildung." Der Verfasser erwähnt dabei von 1954 bis 1970 eine mehr als dreimalige Zunahme der Nebelprozentage für die Stationen Locarno Aeroporto und wirft die Frage auf, ob eine wirkliche Verschlechterung der Verhältnisse vorliegt oder ob es sich lediglich um Beobachtungsdifferenzen handelt. Sol-

che Problemkreise haben uns, die wir die Erhaltung unseres Lebensraumes anstreben, in hohem Masse zu beschäftigen.

3. DAS BEOBACHTUNGSMATERIAL UND SEINE VERWENDUNGSMOEGLICHKEITEN

3.1. Die Nebeldefinition

Im September 1970 wurde mit dem Beobachten des Nebels begonnen. In den Anleitungen für klimatologische Beobachtungen im Winter (1970) wurde der Nebel wie folgt definiert: "Die Tage, an welchen am Beobachtungsort zwischen 07.00 und 08.00 Uhr die horizontale Sicht infolge dichten Bodennebels kleiner als 200 m ist, sind als Tage mit Nebel (≡) einzutragen."

Auf Anregung der Herren SCHÜEPP UND GENSLER (MZA) wurde die Definition mit Beginn 1. Februar 1971 neu gefasst: "Die Tage, an welchen am Beobachtungsort zwischen 07.00 und 08.00 Uhr die horizontale Sicht infolge Bodennebels auf 200 bis 1000 m reduziert wird, sind als Tage mit Nebel durch Einsetzen der Zahl 1 in der Rubrik einzutragen. Beträgt die Sichtweite weniger als 200 m, ist die Zahl 2 einzusetzen."

Mit dieser Massnahme sollte erreicht werden, dass auch der dichte Nebel, der bioklimatisch sicher von grösserer Bedeutung ist, besser erfasst werden kann. Es hat sich aber im Laufe des Sommers gezeigt, dass auch diese Beobachtungsform, die lediglich über den Morgennebel eine Aussage machen kann, nicht die Ergebnisse für ein signifikantes Bild des Nebelgeschehens bei uns liefern kann. Aus diesem Grunde erging an unsere Beobachter in diesem Winter die Aufforderung, auch die Zeit der Nebelauflösung im Verlaufe des Tages einzutragen. Wir hoffen, so grössere Aufschlüsse über die Nebelverhältnisse allgemein zu erhalten.

Da unsere Beobachter ehrenamtlich arbeiten, lässt es sich nicht vereinbaren, dass wir im Sinne der Abmachungen an der 1. internationalen Tagung der Klimakommission der meteorologischen Weltorganisation (WMO) in Washington die Nebelfrequenzen zu verschiedenen Zeiten analysieren (SCHÜEPP 1971).

In der vorliegenden Auswertung wurde deshalb auf die Nebelfrequenz pro Tag nicht eingegangen. Unsere Karte vermittelt gemäss der letztjährigen Beobachtungsform das Bild der regionalen Nebelverhältnisse (Sichtweite 0 - 1000 m) zwischen 07.00 und 08.00 Uhr, und zwar in den sechs Wintermonaten von Oktober 1970 bis März 1971.

3.2. Zur Methodik der Nebelauswertung

3.2.1. Betrachtung des verfügbaren Materials

Wie anfangs erwähnt, müssen Nebelbeobachtungen mit grosser Skepsis betrachtet werden. Allein die Differenzen, die in unseren Resultaten zu verzeichnen sind, beweisen, dass auch bei einer klar abgefassten Definition die Interpretationsunterschiede der Mit-

arbeiter nicht auszumerzen sind. Dazu tritt wie bereits ange-
 tönt die Tatsache, dass der Nebel nur am Morgen beobachtet wurde.
 ZINGG (1945) schreibt zu diesem Problem: "Erst durch eine Vereinh-
 heitlichung des Begriffes Nebeltag, besser aber durch die Berück-
 sichtigung gewisser Terminbeobachtungen können Vergleiche und kli-
 matische Schlüsse gezogen werden."

Ich bin überzeugt, dass die Erweiterung unserer Beobachtungsan-
 leitungen auch vermehrt Rückschlüsse auf das Nebelgeschehen wäh-
 rend des Tages zulässt.

3.2.2. Gedanken zur kartographischen Auswertung

Für eine mikroklimatische Analyse, die täglich auf mehrstündigen
 Beobachtungen aufgebaut werden kann, ist sicher nicht zu bestreiten,
 dass die Isolethendarstellung eine grosse Aussagekraft be-
 sitzt. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, graphisch drei Grössen
 gleichzeitig zur Darstellung zu bringen:

- a) Tageszeit
- b) Jahreszeit
- c) Häufigkeit des Nebels

Erfassung der regionalen Nebelstruktur

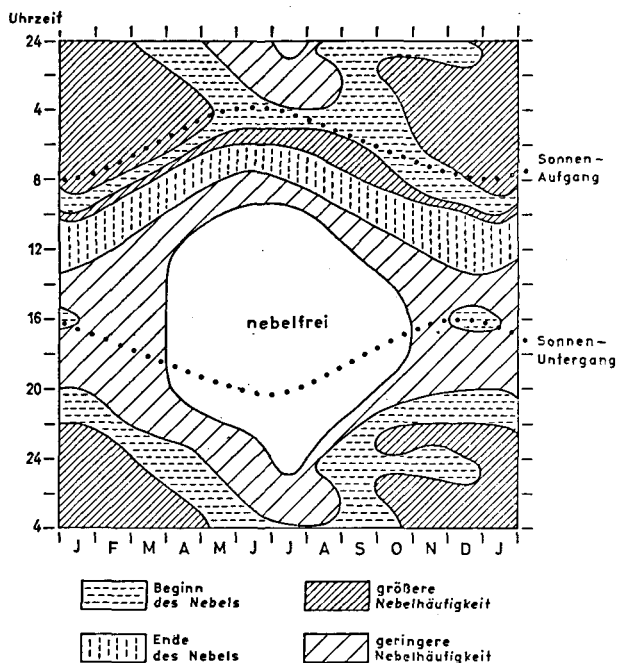


Fig. 1. Bad Kissingen. Grösste mittlere monatliche Wahrscheinlichkeit für Beginn und Ende des Nebels in den einzelnen Tagesstunden (Schematische Darstellung). (Entwurf H. Schirmer)

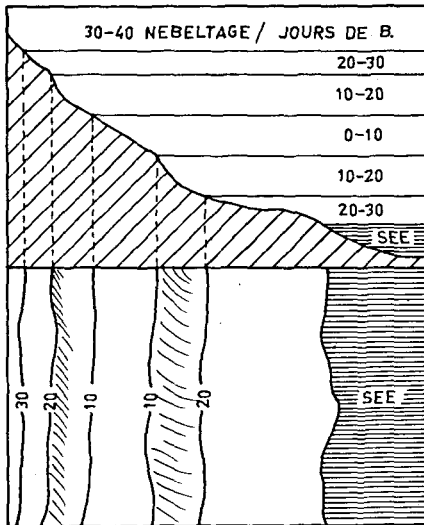
Abbildung 1
 Illustration 1

Beim Generalisierungsgrad unserer Karte (M 1 : 300 000, 214 Stationen, 444 Beobachtungsstellen) musste eine Darstellungsvariante gewählt werden, die eine Auskunft über die Anzahl der Nebeltage im mesoklimatischen Bereich geben kann. SCHIRMER (1970) empfiehlt eine geeignete Methodik, die bei der Erarbeitung sub-regionaler Karten angewandt werden soll. Er regt nämlich an, dass von der gleichen Region zwei verschiedene Karten gedruckt werden sollen:

- a) Verteilung der verschiedenen Nebelarten
- b) Gesamte Häufigkeit des Auftretens

Ich bin der Ansicht, dass auch im Rahmen unseres Klimaprogrammes mit der Zeit eine ähnliche Auswertungsmethodik in Betracht fallen kann. Für unsere erste Karte, die als Versuchsobjekt bloss auf einer einjährigen Beobachtungsreihe basiert, wurde allerdings die zum Teil problematische Darstellungsform mit Isolinien gewählt. Wir sind uns bewusst, dass diese Form auch bei uns in Gebirgszonen problematisch wird (Thunerseegebiet, Alpentäler, Jura usw.), da das reliefbedingte Nebelminimum nicht im Talgrund, sondern auf einer bestimmten Höhenlage (950 - 1100 m ??) liegt (vgl. Abb. 2).

Abbildung 2
Illustration 2



- a) Querschnitt/Coupe transversale

Die einzelnen Stufen mit unterschiedlicher Anzahl an Nebeltagen sind klar ersichtlich

Les différents échelons comportent des jours de brouillard en nombre varié; ils ressortent nettement

- b) Kartographische Darstellung
Représentation cartographique

Das Kartenbild verlangt vom Leser, der eine Einsicht gewinnen will, ein intensives Studium der Isolinien

L'illustration cartographique requiert une étude intensive des isolignes de la part du lecteur qui désire s'initier

3.3. Die Vereinheitlichung der Beobachtungsergebnisse

Auftretende Differenzen bei Beobachtungen, die nahe beieinander erfolgten, deuteten zu allererst auf die Fraglichkeit der instrumentenlosen Nebelregistrierung hin. Aus diesem Grunde musste eine klare Vereinheitlichung der abgelieferten Ergebnisse vorgenommen werden.

Beim Ueberblicken der Resultate zeichneten sich folgende Massnahmen ab:

- Auswahl der Monate mit der grössten Anzahl an lückenlosen Auswertungen (Oktober - März)
- Ausscheidung von beweiskräftigen ungenauen Resultaten
- Eliminieren der lückenhaften Beobachtungen

Da lokalklimatisch wie schon erwähnt markante Unterschiede auftreten, fiel eine Interpolation bei vorliegenden Lücken zum vorneherein ausser Betracht. Beim Verarbeiten der gültigen Arbeitsgrundlagen ging es schliesslich darum, letzte Unregelmässigkeiten durch Nachkontrollen auszuschliessen.

3.4. Statistik der eingegangenen Resultate

- Anzahl Stationen im Beobachtungsraum	214
- Eingegangene Meldeformulare	135
- Total der Beobachtungsstellen	444
- Einzelbeobachtungen (444 Beob. stellen, $\sqrt{2}$ Jahr) ca.	75'000

4. VERSUCH EINER ERSTEN INTERPRETATION

4.1. Zum Aussagewert unserer halbjährigen Beobachtungsreihe

Obschon es müssig erscheint, von einer einzigen halbjährigen Beobachtungsreihe Rückschlüsse auf allgemeine Erscheinungen zu ziehen, treten nach meiner Ansicht verschiedene Erkenntnisse bereits andeutungsweise hervor. Gerade deshalb soll versucht werden, dass die sich abzeichnenden Tendenzen früh erfasst und verfolgt werden können. Der Witterungsverlauf des Herbstes 1971, der von demjenigen des Jahres 1970 deutlich abweicht, wird zeigen, wie weit sich Differenzerscheinungen bemerkbar machen.

4.2. Die häufigsten Nebelarten in unserem Raum

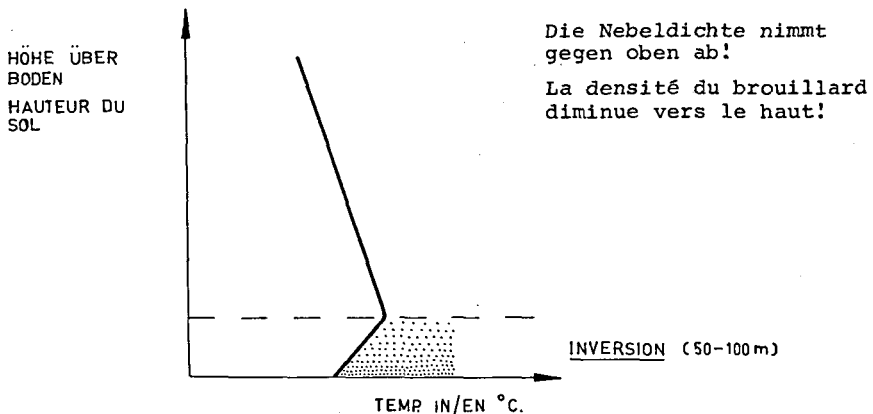
Streift man die vorhandene Literatur, so wird eine Tatsache offenbar: Die Nebelklassifikation bereitet etwelche Schwierigkeiten, was auch in den mannigfaltigen Interpretationsunterschieden zum Ausdruck kommt. Unsere Beobachtungen haben bis jetzt ergeben, dass bei uns vor allem die folgenden Nebelarten wirksam werden (siehe auch URFER 1956 und 1957; SCHIRMER 1970):

4.2.1. Die Nebel der tieferen Lagen

a) Strahlungsnebel mit Bodeninversion

Diese Nebelart ist vor allem lokalklimatisch von grosser Bedeutung. Sie entsteht namentlich dort, wo sich bei Windstille und nächtlicher Bodenausstrahlung "Kälteseen" bilden. Die bodennahe Luftschicht kühlt sich ab, wobei sich die schwerere Kaltluft in Senken, Mulden und Tälern festsetzt. Vor allem bei feuchter Luft (über Moränenschottern, ehemaligen Sumpfgebieten usw.) wird recht rasch der Taupunkt erreicht, so dass Kondensation und somit Nebelbildung eintritt. Diese Nebelart ist in Bodennähe in der Regel sehr dicht, wird gegen oben allmählich dünner und bildet für den Strassenverkehr ein stets grosses Hindernis. Die Inversion (= Temperaturumkehr, d. h. zuerst zunehmende und erst dann abnehmende Temperatur gegen oben) zeigt im Normalfall etwa das folgende Bild:

Abbildung 3
Illustration 3



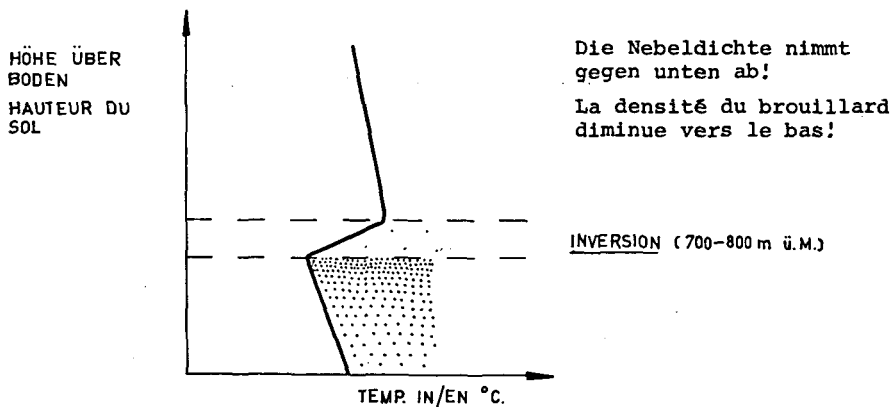
Begünstigt wird dieser Boden- oder Talnebel, der vor allem in den Monaten Oktober und November seine Wirkung zeigt, besonders auch dort, wo durch Rauchbildung zusätzliche Kondensationskerne "eingepflegt" werden: Industrierauch, Kehrlichtbrände usw. Der Strahlungsnebel mit Bodeninversion ist geprägt durch die dünne Nebelschicht, deren Auflösung meistens rasch nach der Erwärmung der Luft durch die aufsteigende Sonne eintritt.

b) Strahlungsnebel mit Inversion in der Höhe

Diese Nebelart wird bei uns vor allem in den Monaten November bis Januar wirksam. Sie ist bekannt unter dem Begriff des "Nebelmeeres", das bei Hochwetterlagen und relativer Windstille oft

tagelang bestehen bleibt. An der Grenzfläche zwischen Kalt- und Warmluft (oft ist auch eine deutliche Dunstoberfläche erkennbar) wird die Kondensation begünstigt. Es entsteht somit eine Reflexionsschicht, die das Sonnenlicht zurückwirft. Das Temperaturprofil dieser Inversionslage mag folgendermassen aussehen:

Abbildung 4
Illustration 4



Im Gegensatz zum Bodennebel ist in diesem Fall die Nebeldichte in der Höhe grösser als unten. Diese Inversionsnebel werden daher von unten häufiger als Hochnebel bezeichnet, es sei denn, die dichte Nebelschicht wächst bis zum Erdboden und bildet die bereits erwähnte antizyklonale und hartnäckige Nebelmeererscheinung des Mittellandes.

Die Abb. 5 (S.14) zeigt uns dieses Phänomen. Währenddem über dem Mittelland eine kompakte Nebeldecke lastet, sind die Juratäler bloss von einem Dunstschleier bedeckt. Einzig in den Randpartien erfolgt ein Abfliessen der Kaltluftnebelchwaden auch in die Regionen des Jurarandes.

4.2.2. Die hohe Nebelfrequenz in Hochlagen: Schlechtwetternebel
Höhere Berggebiete weisen ausnehmend hohe Nebelzahlen auf. Aus den Aufzeichnungen ist deutlich zu erkennen, dass diese Nebel vor allem bei Schlechtwetter auftreten. Die Abkühlung im Tiefdruckgebiet führt bei der aufsteigenden Luft recht rasch zur Kondensation. Dabei ist zu beachten, dass zwischen Wolke und Nebel kein Unterschied besteht. Diese Schlechtwetternebel werden

Abb. 5

Das Nebelmeer am Jurarand

Raum Niedergösgen - Stüsslingen - Rohr, Blick gegen W



denn auch von tiefer gelegene Stationen aus als Wolken bezeichnet. Die nachstehenden Zahlen stammen aus dem beschriebenen Gebiet:

Jungfrauoch (4158 m)	74 Nebeltage (MZA)
Alpli - Achseten (1650 m)	44 Nebeltage
Egg - Adelboden (1570 m)	26 Nebeltage
Rinderberg - Zweisimmen (1990 m)	28 Nebeltage
Raimeux - Eschert (1288 m)	34 Nebeltage

4.2.3. Die nebelfreien Zonen

SCHIRMER (1970), PRIMAULT (1971) und SCHÜEPP (1971) betonen, dass zwischen den tieferen Lagen (Inversionsnebel) und den Gebirgskämmen (Schlechtwetternebel) eine nebelarme Zone liegt. Im Kanton Bern wird diese Frage wohl deshalb relevant, weil etliche Fremdenkurorte des Oberlandes die bioklimatischen Vorzüge ihrer Region anzupreisen wissen.

a) Die nebelfreie Hangzone

Namentlich in Hanglagen kann eine nebelfreie Zone ausgeschieden werden. Diese liegt über der Obergrenze des Nebelmeeres und reicht bis an die Untergrenze der Schlechtwetternebel. Folgende Orte dürfen in diesem Raum liegen:

Schwendibach - Steffisburg (997 m)	2 Nebeltage
Rüti - Brienzwiler (770 m)	5 Nebeltage
Rüeggisberg (950 m)	9 Nebeltage

b) Die Nebelarmut der Alpentäler und ihrer Wohngebiete

Abb. 5 (S.14) zeigte, dass bei Nebelmeerlagen die Juratäler grösstenteils nebelfrei bleiben. Bekanntlich ist diese Erscheinung auch bei Luftaufnahmen des Alpenraumes zu beobachten. Ich habe mich deshalb gefragt, ob auf Grund der Beobachtungen dies auch festgestellt werden kann.

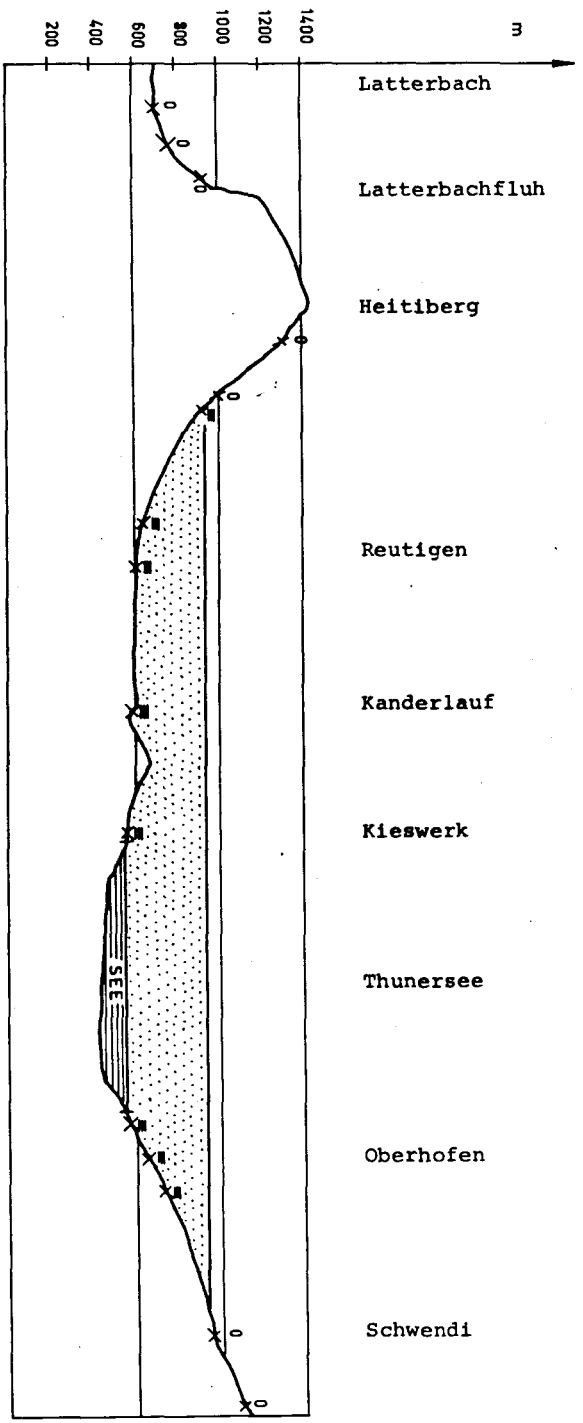
Die Abb. 6 zeigt die Situation im Raume Simmental - Thunersee - Schwendi am 14.1.1971 (Schönwetterlage, Nebelmeer). Da auch hier das Simmental nebelfrei bleibt, müssen doch die Tatsachen, die diesen Vorgang entscheidend beeinflussen, kurz festgehalten werden:

- An verschiedenen Taleingängen entsteht für die dichte Nebelmass eine natürliche Barriere in Form einer engen Stelle.
- Obschon die Obergrenze des Nebelmeeres recht hoch liegt und durch die Zirkulation während des Tagesablaufes oft noch gehoben wird, erlauben die Windverhältnisse kein Eindringen der Nebelmassen in die Alpentäler: Nachts schaffen die hangabwärts wehenden Winde eine feste Abschirmung am Alpenrand. Im Verlaufe des Tages erfolgt eine Gegenbewegung des Windes, die eigentlich ein Einfließen der Nebelmassen in den Alpenraum begünstigen sollte. Die allgemeine Erwärmung und damit die Tendenz zur Nebelauflösung wird jedoch so wirksam, dass der Alpenraum vom Nebelmeer kaum berührt wird. Ueber die Kämme streichende Nebelschwaden werden noch vor dem Eindringen aufgelöst. Die folgenden Zahlen unterstreichen recht deutlich diese Aussage:

Abbildung 6
Illustration 6

DAS NEBELMEER IM RAUME LATTERBACH - THURERSEE - SCHWENDI (14. Januar 1971)

Obergrenze der Nebeldecke: 930 m
 Meldungen durch die Messstationen: ■ mit Nebel
 0 ohne Nebel



M 1:50.000 (2 FACH ÜBERHOHT)

Farb - Saanen (1040 m)	o Nebeltage
Tellenfeld - Frutigen (779 m)	o Nebeltage
Lauterbrunnen (800 m)	1 Nebeltage

Wie diese Vorgänge spezifisch genau ablaufen, müsste eine genauere Analyse zeigen. Mit Hilfe von Luftaufnahmen und Detailbeobachtungen könnte diese Erscheinung wohl eine sichere Abklärung erfahren.

4.3. Einige Hinweise zum Gesamtbild der Karte

- Das Kartenbild unterstreicht wohl die bereits gemachten Feststellungen, wobei die folgenden Merkmale besonders hervortreten:
- Die Zonen der grossen Nebelhäufigkeit (30 Tage im Halbjahr von Oktober bis März) werden klar ausgedehnt: Es sind einerseits die Gebiete des Mittellandes, die vor allem bei Inversionslagen gefährdet sind, und andererseits die höheren Berggebiete, bei denen die Schlechtwetternebel ihre Wirksamkeit zeigen.
 - Die nebelfreien Zonen (0 - 10 Nebeltage) beschränken sich wie bereits erwähnt auf das Gebiet des Höheren Mittellandes, des Juras und der Alpentäler.
 - Im Grossen Moos bildete sich ein absolutes Maximum. Ob neben der spärlichen Zirkulation vor allem die Bodenfeuchtigkeit (Moosboden, Schotter) eine Rolle spielen könnte, müsste durch eine Detailanalyse festgestellt werden.
 - Im Raume Biel - Lyss - Bern wird die nebelintensive Zone durchbrochen: Ist dies eine Folge der Zirkulation ("Bärgluft" aus dem Taubenloch) oder handelt es sich bloss um eine Inhomogenität in den Beobachtungen?
 - Im Gebiet des Nordjuras (Raum Zwingen) wurde eine weitere Häufigkeitszone ausgedehnt. Diese Feststellung wurde bereits von W. SCHÜEPP (1971) gemacht: "Der Hauptstrom längs des Rheins ist kräftig genug, die synoptischen (wetterbedingten) Winde meist bis 100 m und mehr über die Stadtebene zu heben. An Stellen, wo diese Lokalströmung gehemmt ist, bilden sich häufig Nebel. Die höchste Frequenz (ca. 120 Tage pro Jahr) wird im fest abgeschlossenen Becken von Zwingen - Laufen beobachtet."

Viele bekannte Tatsachen wurden durch das Kartenbild bestätigt. Es darf aber behauptet werden, dass für zukünftige Untersuchungen eine Reihe neuer Probleme aufgetaucht ist. Viele Aussagen müssen nun durch mehrjährige Datenreihen gefestigt werden, so dass am Schluss eine generelle Analyse für das gesamte Beobachtungsgebiet möglich ist.

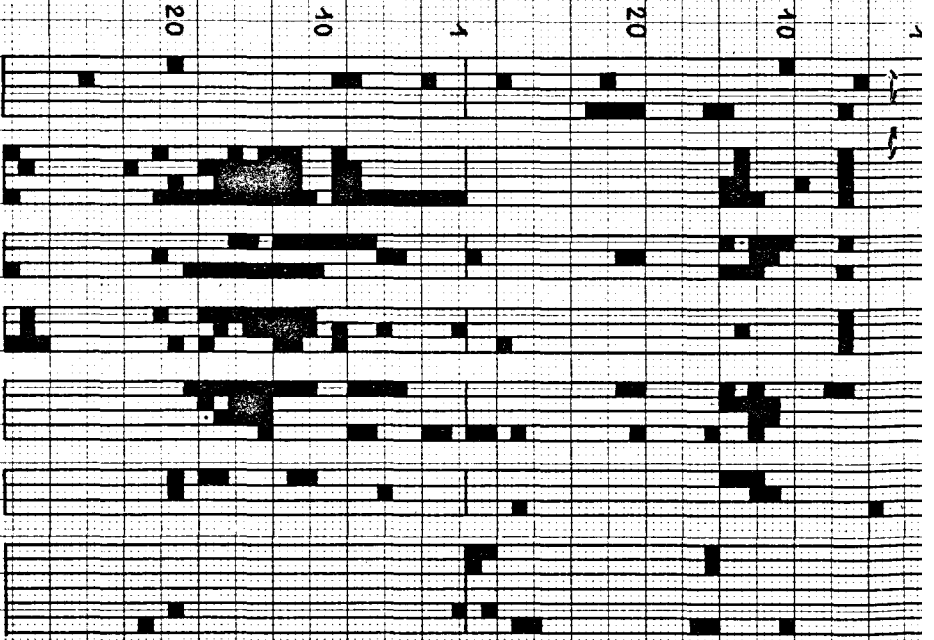
4.4. Die Frage des regionalen Nebelgeschehens

4.4.1. Das Nebelgeschehen und seine Abhängigkeit von der Witterung

Um die Frage zu klären, ob neben den regional begründeten Un-

Januar/janvier

Dezember/décembre



F Emental
G Berner Oberland

■ Nebeltag
Jour avec brouillard

• Kein Nebel
Pas de brouillard

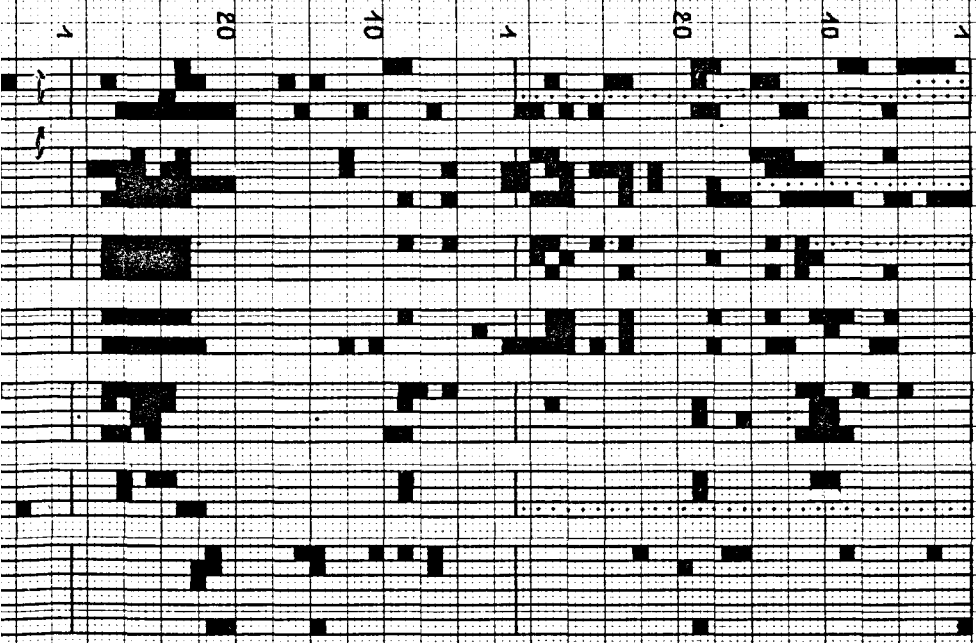
• Keine Beobachtungen
Pas d'observations

Abb. 7
Illustration 7

A B C D E F G

Oktober/octobre

November/novembre



Das Nebelgeschehen in den
 Monaten Oktober 1970 bis
 März 1971 (dargestellt an
 27 ausgewählten Stationen
 des Kantons Bern)

- A Jura
- B Seeland
- C Raum Bern und Umgebung
- D Oberaargau
- E Aaretal, Gürbetal, Thuners-
- F Emmental
- G Berner Oberland

terschieden der Nebel auch vom herrschenden Wetter abhängig ist, habe ich die Aufzeichnungen von 27 ausgewählten Stationen aus den Wohngebieten unseres Kantons einander gegenüber gestellt (Abb. 7, S. 18/19). Dabei wurden die vier Monate Oktober 1970 bis Januar 1971 berücksichtigt. Wenn wir die Verteilung der schwarzen Felder (= Nebeltage) studieren, so kristallisieren sich die folgenden Bemerkungen heraus:

- Die Häufigkeitsunterschiede zwischen den höher gelegenen Orten und den Mittellandräumen werden augenfällig
- Grosse regionale Unterschiede auf Grund der Darstellung sind vor allem im Herbst zu erwarten, da zu dieser Zeit selten grossräumige Nebellagen auftreten.
- Bei antizyklonalen Wetterlagen bildet sich wie bereits erwähnt das Nebelmeer, dessen Wirksamkeit durch die durchlaufenden schwarzen Felder unterstrichen wird. Wenn wir z. B. die Nebelmeerlage Ende November 1970 betrachten und einen Wetterbericht aus dieser Periode (23.11.70) herausgreifen, so lesen wir darin folgendes: "Das Hoch, das sich über den Alpen gebildet hat, wird sich noch verstärken." Das Hochdruckgebiet hat denn auch in der Folge entscheidend zur Hartnäckigkeit der Nebellage beigetragen.

4.4.2. Die regionale und prozentuale Nebelverteilung

Es schien angebracht, dass die Prozentverteilung des Nebels graphisch dargestellt wird (Abb. 8, S. 21). Das Schema kann die gemachten Aussagen bekräftigen. Interessant wird die Frage werden, wenn mehrjährige Aufzeichnungen vorliegen: Ein Vergleich wird Rückschlüsse auf die Faktoren der Nebelbeeinflussung ganz sicher zulassen.

Tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse (Angabe in %)

REGION	OKT.	NOV.	DEZ.	JAN.	FEB.	MAERZ	DURCH SCHNITT
Jura	13,8	12,4	10,6	6,5	4,9	8,8	9,5
Seeland	36,4	26,7	10,1	43,3	21,4	1,8	23,3
Bern u. Umgebung	15,9	18,5	13,3	20,4	17,6	6,7	15,4
Oberaargau	21,9	21,1	5,0	25,1	20,6	7,9	16,8
Aaretal/Gürbetal/ Thunersee	8,4	13,0	7,7	16,1	9,6	1,9	9,5
Emmental	9,7	13,3	9,6	8,6	10,7	3,6	9,2
Oberland	4,1	4,5	3,0	1,3	5,5	3,4	3,6
Gesamtkanton	15,7	14,0	8,5	17,3	12,9	4,9	10,5

Obschon einzelne Regionen mangels Beobachtungen in der Graphik nicht berücksichtigt werden konnten, deckt diese die folgenden, zum Teil schon erwähnten Tatsachen auf:

DIE REGIONALE MONATLICHE NEBELVERTEILUNG IN DEN WOHNGEBIETEN DES KANTONS BERN
 (WINTERHALBJAHR 1970/71)

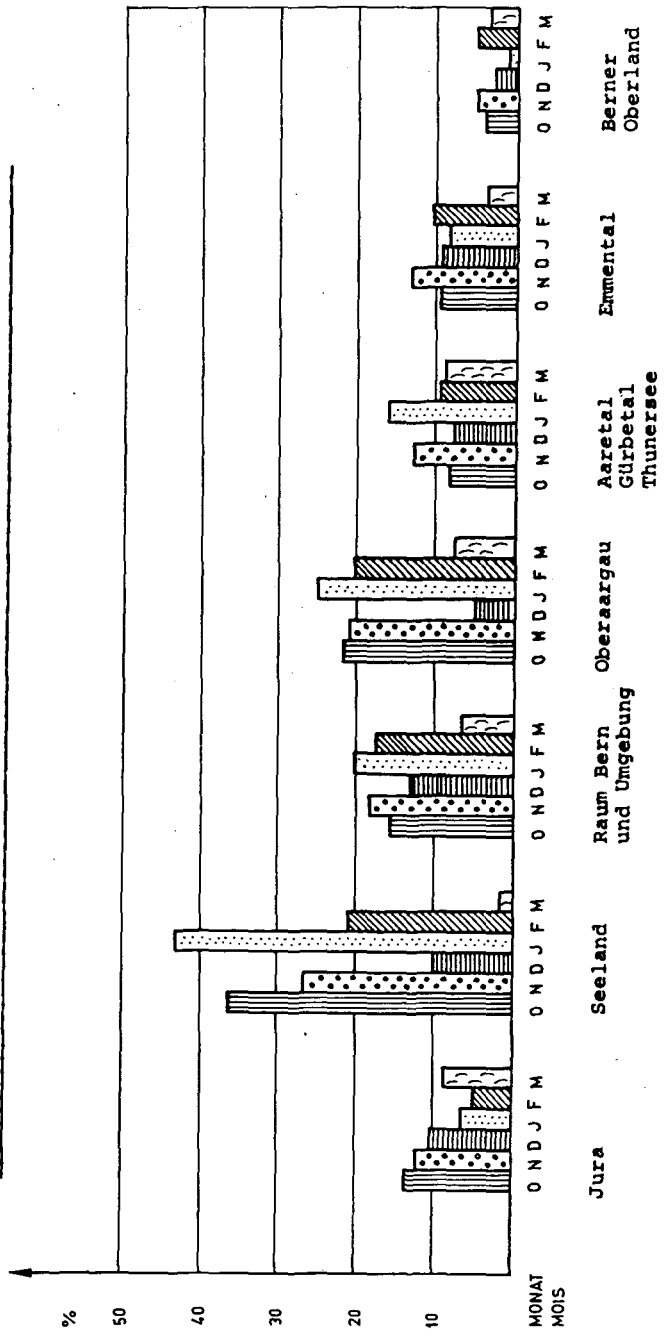


Abb. 8
 Illustration 8

- Nebelminima in gebirgigen Gebieten, Nebelmaxima in den Tieflandregionen
- Absolutes Maximum im Seeland, gefolgt vom Oberaargau und der Region Bern
- Ausgeglicheneres Nebelgeschehen in höheren Lagen, grosse Schwankungen in Mittelland
- Je nach Wetterlage und somit auch nach dem Nebelcharakter kann bei der regionalen Verteilung (Abb. 8) festgestellt werden, welcher Monat im betreffenden Kantonsteil das Nebelmaximum, bzw. das Nebelminimum liefert:

<u>Maximum</u>	Okt./Nov.:	Jura, Emmental, Oberland (anfangs unter dem Einfluss der Nebel mit Bodeninversion und der Schlechtwetternebel, Ende Nov. auch der Nebel mit Höheninversion)
	Januar:	Seeland, Raum Bern, Oberaargau, Aaretal/Gürbetal/Thunersee (vor allem Nebel mit Höheninversion)
<u>Minimum</u>	Jan./Feb.:	Jura, Oberland (Reliefabhängigkeit, d. h. kein Nebel mit Höheninversion)
	März:	Seeland, Raum Bern, Emmental (Ende der Nebelbildungsphase infolge des eintretenden Frühlingswetters)

Ich glaube, dass diese Zahlen auch für den Fremdenverkehr von entscheidender Bedeutung sind und einen weiteren Beweis für die bioklimatischen Vorzüge des Höhenklimas im Winter liefern!

4.5. Abhängigkeiten des Nebels

4.5.1. Wetterlage

Vom entscheidenden Einfluss des Wetters wurde bereits in den Kapiteln 4.2. (Nebelarten) und 4.4.2. (Frage des regionalen Nebelgeschehens) gesprochen. Recht markant traten die erwähnten Tatsachen auch dieses Jahr zu Tage: Das schöne Oktoberwetter begünstigte anfangs das Auftreten der Strahlungsnebel mit Bodeninversionen am Morgen, die sich tagsüber grösstenteils auflösen konnten, so dass Nebelmeerlagen relativ selten eintreffen konnten.

4.5.2. Die Komponenten der Nebelabhängigkeit

Sicher dürften viele verschiedene Komponenten einen entscheidenden Einfluss auf den Nebel ausüben. Um aber die Abhängigkeiten klären zu können, bedarf es einer genaueren Detailanalyse. Es wird daher eine Zukunftsaufgabe des Klimatologen sein, dass er solchen Fragen mit sauber durchgeführten Messungen zu Leibe rücken kann. Folgende Abhängigkeitsfaktoren verdienen der Erwähnung:

- Temperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Zirkulation
- Intensität der Sonnenstrahlung
- Luftverschmutzung, Rauchbildung

- Relief, Höhenlage
- Exposition
- Vegetation

4.6. Der Nebel - ein Kriterium für die Planung

Folgende Planungsfragen dürften im Zusammenhang mit dem Nebel von entscheidender Bedeutung sein:

- Linienführung der stark frequentierten Autobahnen und Autostrassen
- Bau von Grossiedlungen
- Differenzierung des Bioklimas verschiedener Kurorte
- Einfluss der industriellen Luftverschmutzung auf die Anzahl der Nebeltage

Wenn wir z. B. auf der Nebelkarte die nebelhäufigen Zonen (über 30 Nebeltage) betrachten und mit dem Verlauf der bestehenden Autobahnen vergleichen, so dürften bald einmal Zusammenhänge zwischen diesen Gebieten und der Unfallstatistik hervortreten. Ich möchte bloss auf die Unfallwelle im Raum Niederbipp hinweisen, die im Laufe des Oktober 1971 in der Presse recht breit diskutiert worden ist!

5. ZUKUNFTIGE AUSWERTUNGEN

Obschon auch in nächster Zeit mit der Kartierung des Beobachtungsgebietes fortgefahren werden soll, dürfte der Detailanalyse vermehrte Bedeutung zukommen. Man muss versuchen, bestimmte Typlandschaften zu charakterisieren. Diese sollen dann die Möglichkeit schaffen, auch dort Aussagen zu unternehmen, wo keine Aufzeichnungen existieren.

Im weiteren muss der Nebel in den Zusammenhang mit allen anderen mikro- und mesoklimatischen Elementen gebracht werden, damit über das Klima unseres Lebensraumes eine nützliche Gesamtschau erstellt werden kann, wie sie wohl auch vom Planer verlangt wird.

Eine besondere Bedeutung dürfte der quantitativen Auswertung zukommen: Liegt einmal eine mehrjährige Datenreihe vor, so kann eine regionalisierte Darstellung mit dem Computer ohne weiteres vorgenommen werden (z. B. Ausdruck im Printerverfahren).

1. INTRODUCTION

Aux "matériaux" no 4 nous avons tenté pour la première fois d'exploiter le matériel provenant d'une observation du programme d'été. Les "matériaux" no 6 en publient un résultat logique englobant les observations d'hiver 1970/71. Pratiquement, tous les résultats proviennent d'une série d'observations se basant sur une année; ceci explique le caractère en majeure partie méthodique de cette exploitation.

Je remercie les professeurs Messerli de l'institut géographique de l'université de Berne et Schüepp de l'institut suisse de météorologie, Zurich des bons conseils pour l'élaboration de la carte du brouillard. J'adresse également un merci tout particulier aux collaborateurs de la recherche de bases climatiques du canton de Berne qui se sont bénévolement donné pour tâche d'observer la fréquence du brouillard le semestre d'hiver durant.

Berne, novembre 1971

Heinz Wanner

2. BUT ET ASPECT PROBLEMATIQUE DE L'EXPLOITATION DU BROUILLARD

2.1. Le phénomène "brouillard"

L'insuffisance de littérature démontre que le phénomène "brouillard" est extrêmement difficile à percevoir. Pour le brouillard l'échelle de visibilité internationale mentionne un champ visuel d'un km. Par visibilité de 1 à 4 km on parle ordinairement de nébulosité. Bien que ces données laissent supposer des résultats précis, de grand problèmes se posent parmi les observations du brouillard. L'avis de SCHÜEPP (1971): "Le brouillard appartient aux éléments météorologiques "critiques"; d'une part il présente de grandes différences locales par sa fréquence et son intensité; de l'autre il se prête difficilement à la mensuration. Quand même par l'entremise de transmissomètres nous ayons la possibilité de définir objectivement la visibilité (mensurations appliquées à nombre de stations importantes, spécialement aux aéroports), combien de stations ont-elles le privilège de se servir cet appareil coûteux? En Suisse, seules les stations de Kloten et de Cointrin en ont été pourvues jusqu'ici. Une analyse de la fréquence du brouillard ne peut donc être envisagée.

Nous devons ainsi nous en tenir aux observations visuelles et faire confiance à l'observateur qui aura vraiment respecté la marque critique d' 1 km de visibilité prescrite aux instructions, sans s'être appuyé sur d'autres points l'induisant en erreur. Nonobstant l'aide de marques sûres, il reste d'innombrables difficultés- A certains endroits il est absolument impossible de trouver une bonne marque d'1 km; il faut interpoler entre deux points."

Je crois que ces paroles mettent en vedette la façon de juger avec extrêmement de critique toute comparaison entre les observations d'ayant pas été effectuées par la même personne. De plus, le passage cité souligne mes constatations à ne jamais avoir recours aux observations du voisin en voulant effectuer une certaine analyse locale. Même si pendant l'hiver et par une situation météorologique belle et stable une mer de brouillard s'étend sur le Plateau des jours durant, nos résultats d'une année montrent clairement que pour l'apparition de traînées de brouillard local, le microclimat est d'une signification décisive.

2.2. Perspectives futures s'appliquant aux observations ultérieures du brouillard

On peut prétendre avec certitude qu'à l'avenir l'étude du brouillard sera de grande valeur. Les nouvelles de la circulation routière annonçant en automne le nombre de collisions en séries dues à la courte apparition de brouillard local ne confirment que trop nettement cette thèse. C'est en premier lieu avec les questions de l'aménagement du territoire que nous mettons en relation l'événement du brouillard, c'est-à-dire

- la sélection de zones d'habitation favorables
- le choix de tracés routiers garantissant l'absence de brouillard
- les informations lors de construction d'aéroports ou de transferts industriels
- l'analyse des facteurs climatiques à la recherche d'un climat salubre optimal etc.

Les annonces de catastrophes récentes dues au brouillard sont carrément choquantes. Ces dernières se manifestèrent toutes en des vallées longées d'un cours d'eau et très peuplées; à savoir, les vallées, où, en cas de beau temps stable, se formait du brouillard d'inversion persistant pendant plusieurs jours. Selon HEIMANN (1964): "La catastrophe dans la vallée de la Meuse en Belgique, 1930, l'épidémie à l'intérieur de la ville Donora/Pennsylvanie (USA) en 1948 ainsi que la catastrophe survenue à Londres en décembre 1952 attirent une attention particulière sur ce phénomène. En suivant les enquêtes et les compte-rendus, on constatera délibérément que la pollution atmosphérique fut une condition de vie indésirable portant de sérieux préjudices à la santé."

Après l'événement londonien des recherches approfondies ont eu lieu; on admet que de telles catastrophes peuvent se répéter. Selon BROOKS (1954): "Une zone de haute pression favorisa la formation du "smog" qui pesait plusieurs jours déjà sur la ville. A cette époque, le nombre de décès sept fois plus grands dus à la bronchite et à la pneumonie en fut la conséquence (d'après BLUETHGEN 1966)." Cet événement, pendant lequel à Londres moururent 4000 âmes, nous fournit la preuve d'agir avant qu'il soit trop tard!

2.3. Le problème du brouillard chez nous

Même en Suisse jusqu'à présent on ne se voua qu'insuffisamment au problème du brouillard. ZINGG (1944) et GENSLER (1969) s'occupèrent de l'analyse du brouillard de caractère microclimatique tandis que les ouvrages de STREUN (1899) et SCHÜEPP (1965 et 1971) traitent de l'aspect problématique et thématique du brouillard.

Bien que la Suisse se trouve hors de la zone du brouillard de mélange du globe, STREUN (1899) constata que les zones d'habitation du Plateau accusaient en partie une forte fréquence du brouillard. Les stations suivantes ont enregistré des moyennes élevées (jours de brouillard = brouillard se produisant à n'importe quel moment de la journée). Considérons toutefois ces moyennes avec prudence:

Sursee	113,2 jours de brouillard/an
Berne	81,6 jours de brouillard/an (?)
Winterthour	60,2 jours de brouillard/an
Olten	76,4 jours de brouillard/an

Même si tous ces chiffres ne font pas entièrement foi, ils incitent à croire à l'importance du brouillard. Dans son analyse, STREUN fait une différence entre "le brouillard de plaine" et le "brouillard de montagne"; en parlant de la répartition du brouillard, il mentionne la très grande fréquence de ce dernier sur le Plateau: "En prenant la moyenne par année, le maximum de fréquence du brouillard se trouve sur le Plateau; ceci en ne tenant compte que des régions se trouvant en dessous de 1000 m altitude sur mer et figurant sur la carte. Là nous avons un tracé d'environ 25 - 30 km de large au NE de la ligne Berne - Neuchâtel. Ce tracé suit le pied de la première chaîne du Jura et présente une moyenne de 50 jours de brouillard par an."

Cette constatation à elle seule nous révèle l'importance des observations dans notre région. La question devient sans doute brûlante dans les grands centres d'agglomération industriels de notre pays (par exemple la vallée de la Limmat): La pollution continue de l'air serait-elle due à l'augmentation de la fréquence du brouillard? A ce sujet, SCHÜEPP mentionne un exemple autant actuel qu'instructif: "La partie moyenne et sud du Tessin représente toutefois une zone problématique. Bien qu'en été la circulation du vent de plaine se manifeste également en montagne, le vent de plaine soufflant de la plaine du Pô est déjà "atteint" de pollution provenant des centres industriels milanais. En hiver, lorsque les stratifications de l'air stable empêchent fortement le processus d'échanges verticaux et qu'en plus le système local des vents est quasi inexistant, souvent une sécheresse de plusieurs semaines règne (mois secs à Lugano: janvier 1901 et 1944, février 1928 et 1949). Comme dans la vallée du Pô l'air est stagnant, il y a grand danger à ce que de par la pollution de l'air, du brouillard de montagne se forme."

Entre 1954 et 1970 l'auteur mentionne une augmentation triple du brouillard à Locarno-Aeroporto; il soulève la question en se demandant si vraiment une altération a eu lieu ou s'il s'agit uniquement de différences d'observations. Cet ensemble de problèmes devrait sérieusement préoccuper tous ceux d'entre nous qui luttons pour la bonne conservation de notre espace.

3. LE MATERIEL D'OBSERVATIONS ET SES POSSIBILITES D'EMPLOI

3.1. La définition du brouillard

En septembre nous avons commencé les observations du brouillard. Les instructions d'hiver (1970) servant aux observations climatologiques définissaient le brouillard comme suit: "Les jours auxquels, entre 07.00 et 08.00 h, à l'endroit d'observation et par suite de brouillard dense, la visibilité horizontale ne dépasse pas 200 m. Ces journées sont à enregistrer comme journées de brouillard (≡).

Messieurs SCHÜEPP et GENSLER (MZA) proposèrent d'en changer la définition au ler février 1971 comme suit: "Les jours auxquels entre 07.00 et 08.00 h au lieu d'observation et par suite de brouillard, la visibilité horizontale est réduite de 200 m à 1000 m; ces jours sont à inscrire comme jours de brouillard, que l'on marquera par un 1 sous la rubrique correspondante. Si la visibilité comporte moins de 200 m, inscrire le chiffre 2."

De cette façon, il sera possible de mieux englober le brouillard dense sans doute très important du point de vue bioclimatique. Au cours de l'été cependant, cette manière d'observer ne rapportait que le brouillard matinal; elle n'offra point une description significative de l'événement en question. C'est la raison pour laquelle nous avons appelé nos collaborateurs cet hiver à noter en plus l'heure à laquelle le brouillard se dissipait au cours de la journée. Nous espérons acquérir ainsi de plus amples renseignements sur ses conditions.

Vu que nos collaborateurs travaillent à titre honorifique, il n'est pas possible de leur demander d'analyser la fréquence du brouillard à divers moments de la journée, comme le prescrit la première réunion internationale de la commission des applications de la météorologie et de la climatologie (WMI) à Washington (SCHÜEPP 1971).

De ce fait, nous n'avons pas tenu compte, dans l'exploitation ci-jointe, de la fréquence du brouillard par jour. Notre carte présente la situation régionale du brouillard ressortant des observations de l'année dernière (visibilité 0 à 1000 m) mesuré entre 07.00 et 08.00 h d'octobre 1970 à mars 1971.

3.2. En parlant de la méthodologie de l'exploitation du brouillard

3.2.1. Réflexions sur le matériel à disposition

Comme nous l'avons mentionné au début, il est nécessaire d'exa-

miner le brouillard d'une manière très sceptique. Les différences enregistrées parmi nos résultats prouvent à elles seules que même une définition clairement formulée ne réussit pas à éliminer les nuances d'interprétation parmi les collaborateurs. A ceci vient s'ajouter le fait de n'observer le brouillard que le matin. ZINGG (1944) écrit à ce sujet: "Ce n'est qu'en unifiant la définition "jour de brouillard" ou encore mieux, en tenant compte de certains délais d'observations que l'on pourra faire des comparaisons et en tirer des conclusions climato-logiques."

Je suis persuadé qu'en élargissant nos instructions, nous arriverons à tirer de plus amples conséquences sur l'événement du brouillard.

3.2.2. Réflexions sur l'exploitation cartographique

Il est incontestable que pour une analyse microclimatique basée sur des observations de plusieurs heures par jour, la représentation par isopléthe est fort bien rendue. A l'aide de cet instrument il est possible de représenter graphiquement trois grandeurs simultanément:

- a) l'heure du jour
- b) la saison
- c) la fréquence du brouillard

Voir illustration 1, page 9

Au degré de généralisation de notre carte (M 1 : 300 000, 214 stations, 444 endroits d'observations) nous avons choisi une variante de représentation renseignant sur le nombre de jours de brouillard dans le domaine mésoclimatique. SCHIRMER (1970) suggère une méthodologie adéquate que l'on applique lors d'élaboration de cartes sous-régionales. Il recommande d'imprimer deux cartes différentes de la même région:

- a) répartition des diverses sortes de brouillard
- b) fréquence des diverses sortes de brouillard

Pour en revenir à notre programme climatologique, je suis d'avis qu'à la longue une méthodologie d'exploitation semblable entrera en ligne de compte. Quant à notre première carte faisant l'objet d'un essai, puisqu'elle base sur une série d'observations d'une année uniquement, nous l'avons toutefois représentée par des isolignes.

Nous sommes conscients que cette forme deviendra également problématique pour les zones de montagne (région du lac de Thoune, vallée des alpes, Jura etc.), vu que le minimum de brouillard conditionné par le relief de s'étend pas au ras de la vallée mais à un certain niveau (950 - 1100 m ??)

voir illustration 2
page 10

3.3. L'uniformisation des résultats d'observations

Des différences se présentant lors d'observations les unes près des autres attirent l'attention sur le problème de ce travail sans l'utilisation d'instrument. C'est la raison pour laquelle il a fallu unifier les résultats rentrés.

En parcourant ces derniers, les mesures suivantes s'imposèrent:

- sélection des mois présentant le plus grand nombre d'exploitations intégrales (octobre - mars)
- élimination de résultats prouvés inexacts
- élimination de résultats incomplets

Sous l'influence du climat local il ressortit de sérieuses différences. C'est la raison pour laquelle on laissa de côté dès le début une interpolation entre les lacunes existantes. En définitive, l'ouvrage de base valable consistait à exclure par un contrôle toute irrégularité.

3.4. Statistique des résultats rentrés

- nombre de stations au sein du réseau d'observation	214
- formulaires rentrés	135
- total des endroits d'observation	444
- observations particulières (444 endroits d'observations, 6 mois)	environ 75 000

4. PREMIERE TENTATIVE D'INTERPRETATION

4.1. Qu'explique notre série d'observations après une demi-année?

Même qu'il semble superflu de tirer des conclusions de six mois d'observations, à mon avis, divers indices en ressortent nettement. C'est justement pour cette raison que nous relèverons immédiatement ces tendances et les suivrons de près. Le temps qu'il a fait en automne 1971 est très différent de celui de 1970; ce fait prouve à quel point les manifestations sont apparentes.

4.2. Sortes de brouillard les plus fréquentes dans notre région

En parcourant les ouvrages littéraires disponibles, un fait est évident: la classification du brouillard soulève des difficultés. Les multiples nuances d'interprétation le confirment. Selon nos observations, les sortes de brouillard suivantes se manifestent chez nous (voir aussi URFER 1956 et 1957; SCHIRMER 1970):

4.2.1. Les brouillards des régions basses

a) Brouillard de rayonnement avec inversion au sol

Cette sorte de brouillard est d'une grande importance du point de vue de la climatologie locale. Elle se manifeste là où sous l'absence de vent et par rayonnement terrestre nocturne, des lacs d'air froid se forment. Les couches d'air près du sol se refroidissent, si bien que l'air froid plus lourd remplit les dépressions de terrain, les bassins synclinaux et les vallées. Par l'effet d'air humide surtout (près de débris de moraine, endroits jadis marécageux etc.), le point de rosée est atteint. Il favorise la condensation, c'est-à-dire la formation de brouillard. En règle générale, cette sorte de brouillard au sol est très compacte; elle diminue plus on s'élève et représente ainsi un gros obstacle à la circulation routière. L'inversion (=intervertissement de la température, c'est-à-dire hausse de la température en premier lieu et baisse de la température vers le haut) donne l'illustration suivante en cas normal:

illustration 3, page 12

Le brouillard de bas-fond (2 m) ou le brouillard de vallée qui se manifeste surtout en octobre et en novembre est spécialement favorisé par la formation de fumée à laquelle vient s'ajouter les noyaux de condensation telles que de la fumée industrielle, les feux de gadoues (ordures ménagères) etc. On reconnaît le brouillard de rayonnement avec inversion au sol à la mince couche de brouillard qui se dissout rapidement après le réchauffement de l'air dû au soleil ascendant.

b) Brouillard de rayonnement avec inversion au sol en montagne

Chez nous, cette sorte de brouillard se manifeste surtout de novembre à janvier. Elle est connue sous le nom de "mer de brouillard" et dure souvent pendant plusieurs jours par temps de haute pression et par vent nul. A la limite des zones d'air froid et chaud (souvent l'on reconnaît une nette surface supérieure de la brume), la condensation est favorisée. Il résulte ainsi une couche de réflexion qui renvoie la lumière du soleil. Le profil de température relatif à cette situation se présenterait ainsi:

illustration 4, page 13

Contrairement au brouillard de bas-fond, la densité du brouillard de l'illustration ci-dessus est plus forte en haut qu'en bas. Ce sont ces brouillards d'inversion que, vus d'en bas, l'on désigne comme brouillards élevés (en France: stratus bas), à moins que l'épaisse couche de brouillard s'accroisse jusqu'au sol et apparaisse sur le Plateau sous forme de mer de brouillard anticyclonale et tenace dont nous avons déjà parlé. L'illustration No 5 (p.14) démontre ce phénomène. Alors que sur le Plateau repose une couche de brouillard compact, les vallées ju-

rassiennes ne présentent qu'un léger voile de brume. Ce n'est qu'aux bordures avoisinantes que des traînées de brouillard à air froid découlent dans les régions du pied du Jura.

4.2.2. La haute fréquence de brouillard dans les montagnes: brouillard de mauvais temps ou brouillard de pente

Les régions de haute montagne présentent exceptionnellement beaucoup de brouillard. Les annotations démontrent clairement l'apparition de ce phénomène en cas de mauvais temps. De par l'air s'élevant, le refroidissement en zone dépressionnaire conduit très vite à la condensation. Remarquons à cet effet que l'on ne voit aucune différence entre les nuages et le brouillard. C'est pourquoi les stations se trouvant en dessous de ce brouillard de mauvais temps l'appellent "nuages". Les chiffres suivants proviennent des régions en question:

Jungfrauoch (4158 m)	74 jours de brouillard (MZA)
Alpli - Achseten (1650 m)	44 jours de brouillard
Egg-Adelboden (1570 m)	26 jours de brouillard
Rinderberg - Zweisimmen (1990 m)	28 jours de brouillard
Raimeux - Eschert (1288 m)	34 jours de brouillard

4.2.3. Les zones sans brouillard

SCHIRMER (1970), PRIMAULT (1971) et SCHÜEPP (1971) insistent sur le fait qu'entre les couches basses (brouillard d'inversion) et les crêtes de montagnes (brouillard de mauvais temps) se trouve une zone pauvre en brouillard. Pour le canton de Berne, cette question devient essentielle, car nombreux sont les sites touristiques oberlandais vantant les avantages bioclimatiques de leur région.

a) Le versant libre de brouillard

Les terrains inclinés présentent notamment une zone sans brouillard. Celle-ci domine la limite supérieure de la mer de brouillard et s'étend jusqu'à la limite inférieure du brouillard de pente. Les endroits suivants y sont situés:

Schwendibach - Steffisburg (997 m)	2 jours de brouillard
Rüti - Brienzwiler (770 m)	5 jours de brouillard
Rüeggisberg (950 m)	9 jours de brouillard

b) La pauvreté en brouillard des vallées alpestres et leurs zones d'habitation

Lors de mer de brouillard, la plupart des vallées jurassiennes en restent épargnées (voir illustration No 5, page 14). Pour la région des alpes, des photos aériennes témoignent des phénomènes semblables. Nos observations rapporteraient-elles des résultats semblables? L'illustration No 6 fait voir la situation telle qu'elle se présente le 14-1-1971 dans la région du Simmental - lac de Thoun - Schwendi (beau temps, mer de brouillard). Vu que le Simmental est sans brouillard lui aussi, il s'impose de mentionner brièvement les faits qui influencent ce processus:

- Aux divers entrées de la vallée, une barrière naturelle s'impose à la masse de brouillard sous forme de resserrement.
- Bien que la limite supérieure de la mer de brouillard se situe très haut et parfois s'élève encore par la circulation, les conditions des vents empêchent la pénétration de masses de brouillard dans les vallées alpestres: de nuit, les vents de pente descendants barricadent la bordure des alpes. Au cours du jour, un mouvement opposé du vent s'ensuit; celui-ci devrait favoriser le brouillard à pénétrer dans la région alpestre. Cependant, le réchauffement général tendant à dissiper le brouillard devient efficace au point de ne plus envahir cette région par le brouillard. Les traînées frôlant les crêtes se dissipent avant même de pénétrer dans la vallée. Les chiffres suivants soulignent distinctement ces dires:

Farb - Saanen (1040 m)	0 jour de brouillard
Tellenfeld - Frutigen (779 m)	0 jour de brouillard
Lauterbrunnen (800 m)	1 jour de brouillard

Une analyse plus minutieuse expliquerait de façon plus spécifique le déroulement de ce processus. Des photos aériennes et des observations détaillées contribueraient à éclaircir ce phénomène.

4.3. Quelques remarques générales au sujet de la carte

L'illustration par carte souligne bien les constatations énoncées. Les caractéristiques suivantes en ressortent particulièrement:

- Les zones d'intense fréquence de brouillard (30 jours en 6 mois, c'est-à-dire octobre à mars) se distinguent clairement: ce sont d'une part les régions du Plateau, compromises surtout lors de situation d'inversion; de l'autre les régions de haute montagne où se manifestent les brouillards de pente (ou de mauvais temps).
- Les zones sans brouillard (0 à 10 jours de brouillard) se limitent aux régions élevées du Plateau suisse, du Jura et des vallées alpestres.
- Un maximum absolu se forme sur le Grand Marais. En plus de la circulation insuffisante, l'humidité du sol (sol tourbeux, cailloutis) jouerait-elle un rôle? Une analyse détaillée pourrait l'expliquer.
- Entre Bienne - Lyss - Berne, la zone d'intense fréquence de brouillard est interrompue: serait-ce l'effet de la circulation ("Bärgluft" = air de montagne du Taubenloch) ou ne s'agirait-il que d'une inhomogénéité d'observations?
- Dans la partie nord du Jura (région de Zwingen) se distingue une autre zone d'intense fréquence de brouillard déjà constatée par W. SCHÜEPP (1971): "Le courant majeur le long du Rhin est assez puissant à soulever les vents synoptiques (conditionnés par le temps) jusqu'à 100 m et plus au-dessus de la ville. Les endroits ne jouissant pas de ce courant lo-

cal présentent fréquemment du brouillard. La fréquence la plus élevée (120 jours par an environ) a été observée dans le bassin très renfermé de Zwingen-Laufen."

La carte illustrée a confirmé de nombreux faits déjà connus. Toutefois, il est vrai que de nouveaux problèmes ont surgi pour les recherches à venir. Ces constatations devront être justifiées par une série de dates reposant sur plusieurs années. Ainsi, il sera possible de présenter une analyse générale sur le réseau d'observations global.

4.4. La question de l'événement régional du brouillard

4.4.1. L'événement du brouillard et sa dépendance du temps

Afin de clarifier la question, si, en plus des différences régionales motivées, le brouillard dépendait aussi du temps qu'il fait, j'ai comparé les enregistrements de 27 stations choisies parmi les zones d'habitation de notre canton (illustration No 7, page^{18 19}). J'ai tenu compte des 4 mois d'octobre 1970 à janvier 1971. En examinant la répartition des carrés noirs (= jours de brouillard), les remarques suivantes s'ensuivent:

- Les différences de fréquence entre les endroits plus élevés et les régions du Plateau sont visibles.
- Selon la présentation, il faut surtout s'attendre en automne à de grandes différences régionales, car à cette saison le brouillard ne s'étend rarement qu'à une seule et grande surface à la fois.
- Une mer de brouillard se forme lors de situations anticycloniques. Son efficacité devient encore plus marquée par les traînées noires continues. En examinant par exemple la situation de la mer de brouillard en novembre 1970 ainsi qu'un bulletin météorologique de cette date (23-11-1970), nous y voyons: "La zone de haute pression qui s'est formée sur les Alpes se renforcera." La zone de haute pression aura encore favorisé la résistance du brouillard.

4.4.2. La répartition du brouillard, régionale et en pour cent

Nous tenons pour opportun de représenter graphiquement la répartition en pour cent du brouillard (illustration No 8, page 21). Le schéma confirmera les phénomènes ci-dessus. Le problème deviendra intéressant lorsqu'existeront des graphiques représentant plusieurs années: Sans aucun doute, ils permettront de tirer des conclusions sur les facteurs influençant le brouillard.

Même si à défaut d'observations certaines régions n'ont pu être considérées dans le graphique, celui-ci dévoile les faits mentionnés et qui sont les suivants:

- Minima de brouillard dans les régions de montagne, maxima de brouillard dans les régions basses
- Maximum absolu au Seeland, suivi de la Haute Argovie et de la région de Berne
- Evénements du brouillard plus équilibrés en régions élevées, grandes fluctuations sur le Plateau
- Suivant la situation météorologique et partant, le caractère du brouillard, la répartition régionale (illustration No 8, page 21) permet de constater quel mois, dans la partie du canton en question, présente le maximum, ou, le cas échéant, le minimum de brouillard:

Maximum	octobre / novembre	Jura, Emmental, Oberland (début oct. sous l'influence du brouillard avec inversion au sol et du brouillard avec inversion en altitude)
	janvier	Seeland, région de Berne, Haute Argovie, vallée de l'Aar, vallée de la Gurbe, lac de Thoun (principalement brouillard avec inversion en altitude)
Minimum	janvier/février	Jura, Oberland (assujetti au relief, c'est-à-dire pas de brouillard avec inversion en altitude)
	mars	Seeland, région de Berne, Emmental (fin de la phase de formation du brouillard par suite du début du printemps)

Je suis convaincu que ces données sont également d'une grande importance du point de vue touristique. Elles fournissent une preuve de plus aux avantages bioclimatiques de la haute montagne en hiver!

4.5. Assujettissement au brouillard

4.5.1. Situation météorologique

Aux chapitres 4.2. (sortes de brouillard) et 4.4.2 (question de l'événement régional du brouillard) nous avons déjà parlé des conséquences météorologiques. Cette année aussi, des faits marquants se sont révélés: D'abord, le beau temps d'octobre favorisa l'apparition matinale du brouillard de rayonnement avec inversion au sol; ce brouillard se dissipa en majeure partie au cours de la journée, si bien que l'on ne vit que très rarement des mers de brouillard.

4.5.2. Les facteurs d'assujettissements du brouillard

Il est certain que de nombreux facteurs exercent une influence prépondérante sur le brouillard. Une explication des assujettissements nécessite une analyse plus minutieuse. Une des tâches futures du climatologue sera de résoudre ces problèmes à l'aide de mensurations exécutées avec tous les soins voulus. Les facteurs d'assujettissements suivants méritent d'être mentionnés:

- la température
- l'humidité atmosphérique
- la circulation
- l'intensité de la radiation solaire
- la pollution de l'air, la formation de fumée
- le relief, l'altitude
- l'exposition
- la végétation

4.6. Le brouillard - un critère à l'aménagement du territoire

Les questions sur l'aménagement en rapport avec le brouillard sont d'une signification décisive. Les voici:

- tracé des routes et autoroutes fortement fréquentées
- construction de sites d'extension
- différenciation du bioclimat de stations touristiques diverses
- influence de la pollution industrielle sur l'ensemble des jours de brouillard

Si l'on examine les zones d'intense fréquence de brouillard (plus de 30 jours de brouillard) figurant sur la carte et si on les compare avec le tracé des autoroutes actuelles, des rapports entre ces régions et la statistique sur les accidents en ressortent. N'énumerais-je que la vague d'accidents survenus aux environs de Niederbipp discutés amplement dans la presse en octobre dernier!

5. EXPLOITATIONS FUTURES

Tout en poursuivant l'enregistrement sur carte des régions d'observations, nous vouerons un intérêt tout particulier à une analyse détaillée.

Nous essayerons de dépeindre certaines contrées caractéristiques. Elles offriront la possibilité de confirmer des faits là où les enregistrements manquent.

De plus, il faudra mettre en cohérence le brouillard avec tous les autres éléments micro et mésoclimatiques. Ainsi seulement il sera possible d'établir un exposé complet sur le climat de notre espace vital tel que l'exigent les responsables pour l'aménagement du territoire.

Nous vouerons également une attention particulière à l'exploitation quantitative: dès que nous serons en possession d'une série de dates reposant sur plusieurs années, il sera sans autre possible de représenter en détail les régions par "computer".

6. BIBLIOGRAPHIE

Die Bibliographie umfasst wiederum nur Texte, die bis jetzt noch nicht in unseren "Beiträgen" aufgeführt wurden!

De nouveau, la bibliographie comporte des textes n'ayant pas encore figurés aux "matériaux" précédents!

BROOKS, C. E. P. 1954: The english climate. London

HEIMANN, H. 1964: Auswirkungen der Luftverunreinigung auf die Gesundheit des Menschen. In: "Die Verunreinigung der Luft". Weinheim

PRIMAULT, B. 1971: Etude Mesoclimatique du Canton de Vaud. In: "Office cantonale de l'urbanisme", Cahier de l'aménagement, No 14. Lausanne

SCHIRMER, H. 1970: Beitrag zur Methodik der Erfassung der regionalen Nebelstruktur. In: "Abhandlungen des 1. Geographischen Instituts der Freien Universität Berlin", Bd. 13, Aktuelle Probleme geographischer Forschung. Berlin

SCHUEPP, M. 1971: Die klimatologische Bearbeitung der Nebelhäufigkeit. Zürich

SCHUEPP, W. 1971: Regionalplanung als meteorologisches Problem. In "Regio Basiliensis", XII. Jg., H. 1. Basel

URFER, A. 1956: Sur les changements du gradient vertical de température dans le brouillard de rayonnement. In "Geofisica pura e applicata", Vol. 34, Milano

URFER, A. 1957: Brouillards de rayonnement et gradient vertical de température. In: "La Météorologie" IV - 45 - 46. Paris