

**Zeitschrift:** Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.  
Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société  
Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative  
= Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

**Herausgeber:** Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

**Band:** 147 (1967)

**Vereinsnachrichten:** Sektion für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

**Autor:** [s.n.]

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

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

### 3. Sektion für Geophysik, Meteorologie und Astronomie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft für Geophysik, Meteorologie  
und Astronomie  
Samstag, 30. September 1967

*Präsident:* Prof. Dr. H. U. DÜTSCH (Zürich)  
*Sekretär:* W. KUHN (Zürich)

#### 1. R. SCHNEIDER – *La Suisse et la Veille météorologique mondiale.*

Ce matin, M. le Prof. P. A. SHEPPARD a présenté le plan des recherches prévues dans l'atmosphère, mieux connu sous son nom anglais de «Global Atmospheric Research Programme». Je n'y reviendrai pas, me bornant à ajouter qu'il fait partie du vaste programme de la Veille météorologique mondiale (VMM) qui, comme vous le savez, comprend en outre une partie opérationnelle tendant à augmenter et à améliorer le réseau d'observations au sol et en altitude, à activer l'échange des informations et à garantir le traitement rapide et efficace des données.

Comme l'a relevé le Prof. SHEPPARD, la mise en œuvre de cet immense projet appellera, à côté des spécialistes de la circulation générale, de la dynamique et du rayonnement de l'atmosphère, la collaboration des océanographes et d'experts de la théorie de l'information et de la cybernétique.

Pour couvrir les frais de ce vaste programme, le 5<sup>e</sup> Congrès de l'Organisation météorologique mondiale (OMM), qui s'est réuni ce printemps à Genève, a mis au point un programme spécial d'assistance volontaire et a prié instamment tous les Etats membres de contribuer à sa réalisation immédiate.

En ce qui concerne notre pays, sa participation à ce programme de la VMM s'impose indéniablement, aussi bien dans le domaine de la recherche scientifique que dans celui des opérations. Mais dans quelle mesure devons-nous, pouvons le faire? C'est la question que je voudrais traiter dans les quelques minutes qui suivent:

Pour ce qui est du réseau d'observations au sol et en altitude, aucune lacune n'est signalée chez nous, bien que, pour mieux connaître les phénomènes qui se développent au-dessus des Alpes, 1 ou 2 stations de radiosondages supplémentaires (l'une près du Mont-Blanc, l'autre dans les Grisons) fussent désirables. Mais les moyens financiers nécessaires à leur installation manquent pour le moment. Notre contribution se limitera donc, dans ce domaine, à accélérer l'échange des informations, ainsi qu'à assurer le traitement préliminaire des données, ce qui sera rendu possible par l'acquisition, vers 1969-70, d'un ordinateur de télécommunications adéquat. On peut englober aussi sous ce point l'aspect routine des travaux en cours du Prof. DÜTSCH sur les recherches en matière d'ozone, financés jusqu'à ce jour par le Fonds national suisse de

la recherche scientifique et l'Ecole polytechnique fédérale, et qui seront dès 1968 incorporés au programme de l'ISM, vu que les sondages en question seront effectués régulièrement à Payerne, qui devient ainsi une des stations d'observation d'ozone du réseau mondial. Il est indéniable que ces observations contribueront grandement à perfectionner nos connaissances dans cette partie de l'atmosphère et que le dépouillement et l'interprétation des données recueillies par le groupe du Prof. DÜTSCH constituent une contribution non négligeable au GARP.

Quant au programme de recherches dans son ensemble, il est évident que les grandes questions relatives à la circulation générale de l'atmosphère ne peuvent être traitées dans notre pays: nous n'avons, d'une part, que peu d'expérience scientifique dans ce domaine et, d'autre part, nous estimons plus sage d'utiliser nos ressources tant en matière grise qu'en argent pour poursuivre nos travaux dans les domaines de la physique des nuages, du rayonnement, de la pollution de l'air, de l'ozone, plutôt que de les investir dans de nouveaux travaux. Certes, un embryon de groupe pour la recherche en météorologie synoptique a été créé et nous espérons favoriser son développement, mais les problèmes qu'il traitera resteront plus ou moins à l'échelle «nationale» et ne sauraient toucher que très indirectement le plan de la VMM.

Mais nous devons et pouvons collaborer tout au moins financièrement à ce vaste programme, puisqu'il nous permettra de mieux comprendre et prévoir ce qui se passe dans l'atmosphère, car il est évident que l'augmentation du nombre des observations au-dessus de l'Atlantique ou de l'Afrique contribuera indirectement, un jour, à l'amélioration de la qualité de nos prévisions.

On a estimé, au dernier Congrès, que pour les 4 années qui viennent, soit jusque vers 1971, une somme de 20 millions de dollars serait nécessaire, ce qui, proportionnellement à notre standard économique, équivaut pour la Suisse à une contribution de près de 1 million de francs ou d'environ 200 000 francs par année, qui peut être fournie sous forme de dons en espèces ou en nature. Actuellement, nous pensons que notre contribution en argent sera d'environ 30 000 à 50 000 francs par année; le reste, soit environ 150 000 francs, pourrait être fourni sous forme d'instruments fabriqués par notre industrie. Ce serait indirectement lui assurer une bonne propagande à l'étranger. Nous savons que, en matière de rayonnement, les instruments, uniques en leur genre, fabriqués à l'Observatoire de Davos sont très appréciés, qu'une maison suisse a développé une station très moderne de radiosondages jusqu'à une altitude de 30 à 40 km, permettant l'économie d'une unité de personnel; enfin, qu'une autre firme a réalisé une station de réception des images de satellites conforme aux standards internationaux et relativement bon marché.

En conclusion, notre pays a, à mon point de vue, un intérêt indéniable à participer à ce vaste programme de recherche et les sommes requises pour cette participation sont, tout bien considéré, loin d'être disproportionnées à nos ressources nationales, ni, comparativement, à celles investies dans des travaux de recherche intéressant d'autres domaines de la science.

Il est souhaitable que les autorités partagent ce point de vue et mettent à disposition des organes scientifiques internationaux les moyens financiers nécessaires.

## 2. J. HÄFELIN – *Die Treffsicherheit von Monatswettervorhersagen.*

Der amerikanische Wetterdienst veröffentlicht seit 1958 Monatswettervorhersagen. Anfänglich bezogen sich diese Prognosen nur auf den nordamerikanischen Kontinent, später aber auf die ganze Nordhemisphäre. Seit 1963 erhält die Meteorologische Zentralanstalt Kopien dieser Vorhersagen, die als Karten ausgegeben werden, regelmässig zugestellt. Die Vorhersagen enthalten Angaben über die voraussichtliche Abweichung der Monatsmittel der Temperatur und der Monatssumme der Niederschläge vom langjährigen Mittelwert. Die Temperatur wird in fünf Klassen eingeteilt: stark übernormal, übernormal, normal, unternormal, stark unternormal. Dabei wurden den drei mittleren Klassen je 25% der Werte des in Betracht gezogenen Zeitraumes zugeteilt, den beiden äussersten Klassen je 12,5%. Bei den Niederschlagsmengen wurden drei gleichwertige Klassen gebildet: übernormal, normal und unternormal.

Die ausgegebenen Prognosen wurden entsprechend der obigen Klasseneinteilung für Zürich auf ihre Treffsicherheit geprüft. Dabei wurden Abweichungen, die bei den Temperaturprognosen nur um  $\frac{1}{4}$  der Differenz zweier Klassengrenzen falsch waren, noch als richtig und die übrigen Werte, die in diese nächstgelegene Klasse fielen, als halbrichtig gewertet. Bei den Niederschlagsprognosen wurde eine ähnliche, jedoch etwas strengere Kontrolle ausgeübt. Die Resultate der Kontrolle wurden mit den Enthaltungsprognosen verglichen. Dabei wurde jeweils für den folgenden Monat die gleiche Klasse, die im vergangenen Monat auftrat, eingesetzt.

Treffer der Monatsvorhersagen  
Temperatur

	Prognose USA	Erhaltungs- prognose	Differenz
1963	54%	13%	+41%
1964	42%	38%	+ 4%
1965	63%	33%	+30%
1966	29%	25%	+ 4%
Mittel 1963–1966	47%	27%	+20%



Regenmenge				
	Prognose USA	Erhaltungs- prognose	Differenz	
1963	42%	50%	— 8%	
1964	67%	42%	+25%	
1965	50%	66%	—16%	
1966	58%	21%	+37%	
Mittel 1963–1966	54%	45%	+ 9%	

Die Tabelle zeigt, dass die Treffsicherheit dieser Vorhersagen für unser Gebiet recht klein ist. Nur die Hälfte der Prognosen trifft im Mittel zu. Bei der Regenmenge hätten in den Jahren 1963 und 1965 die Erhaltungsprognosen sogar bessere Resultate gegeben; in den beiden andern Jahren dagegen zeigten die USA-Prognosen doch ein merklich besseres Ergebnis. Es scheint, dass die heute zur Verfügung stehenden statistischen Methoden noch keine genügend grosse Treffsicherheit zulassen, um den beträchtlichen Aufwand, der für die Ausarbeitung solcher Monatsvorhersagen notwendig ist, zu rechtfertigen.

### 3. M. BOUËT – *Fronts froids et relief.*

### 4. H. U. DÜTSCH – *Direkte photochemische Einflüsse im Bereich des Ozonmaximums.*

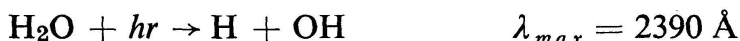
Die dreijährige Messreihe der vertikalen Ozonverteilung über Boulder, Colorado, in 40° N (ausgeführt mit der elektrochemischen Sonde Brewer-Mast) zeigt ab Mitte März einen recht kräftigen Rückgang des O<sub>3</sub>-Gehalts im Bereich des Maximums dieser aktiven Sauerstoffmodifikation zwischen 40 und 50 mb, folgend auf einen Anstieg von fast 50% von Mitte November bis Mitte Februar. Die bisherigen Resultate der entsprechenden Sondierungen in Thalwil bei Zürich (es steht erst ein Beobachtungsjahr zur Verfügung) zeigen ein analoges Verhalten, wobei allerdings der Ozonrückgang im Frühjahr weniger schroff erfolgt.

Die klassische photochemische Theorie (Theorie einer reinen Sauerstoffatmosphäre) ergibt in dieser Höhe photochemische Relaxationszeiten, die weit über einem Jahr liegen, d. h., der Abbau des Ozonmaximums im Frühjahr kann ebensowenig durch direkte photochemische Wirkung erklärt werden wie sein Aufbau im Winter, und es muss auf dieser Grundlage angenommen werden, dass die beobachtete Verminderung des Ozongehalts zwischen 20 und 23 km Höhe durch Abtransport in tiefere Schichten bei gleichzeitigem Abbruch der meridionalen Zufuhr zustande kommt.

1964 hat HAMPSON auf Grund von Laboratoriumsmessungen von MCGRATH und NORRISH die Hypothese aufgestellt, dass angeregte ( $^1D$ )-Sauerstoffatome, wie sie durch Photodissoziation von Ozon durch Wellenlängen  $< \text{etwa } 3100 \text{ \AA}$  entstehen, zur Aufspaltung des  $\text{H}_2\text{O}$ -Moleküls führen könnten,



Damit würde die Bildung von aktiven H-Radikalen, welche man bis dahin weitgehend auf die Mesosphäre beschränkt glaubte, wo sie durch direkte Photodissoziation erfolgt,



auch in der Stratosphäre möglich. HUNT hat das recht komplizierte Reaktionssystem, das auf dieser Grundlage entsteht, mit numerischen Methoden ausgewertet. Da aber die Umwandlung zwischen den aktiven H-Radikalen ( $\text{H}$ ,  $\text{OH}$ ,  $\text{HO}_2$ ) viel rascher erfolgt als ihre Bildung und Zerstörung (ebenso wie die Umwandlung zwischen  $\text{O}$ ,  $\text{O}^*$  und  $\text{O}_3$  viel schneller vor sich geht als Bildung und Zerstörung dieser «ungeraden» Sauerstoffteilchen), lässt sich eine mindestens halbquantitative Gleichgewichtstheorie des stratosphärischen Ozongehalts unter Einbezug der Reaktionen zwischen  $\text{O}$  und  $\text{O}_3$  und den aktiven H-Verbindungen aufstellen. Die Fehler, welche durch einige dabei gemachte Vernachlässigungen entstehen, sind viel kleiner als die Unsicherheiten, die durch die Unkenntnis der genauen Werte der Reaktionskonstanten eingeführt werden.

Für die  $\text{OH}$ -Konzentration ergibt sich auf dieser Grundlage

$$[\text{OH}] = \sqrt{\frac{a \cdot f_3 \cdot k_{24} \cdot w \cdot n_3}{C \cdot k_7 \cdot k_{12}}}$$

wobei  $f_3$  die Dissoziationsgeschwindigkeit des Ozons ist,  $n_3$  die Ozonkonzentration,  $a$  der Bruchteil der absorbierten ozonzerstörenden Quanten, der angeregte O-Atome liefert,  $w$  das Mischungsverhältnis Wasserdampf/Luft,  $C$  das Verhältnis zwischen  $\text{HO}_2$ - und  $\text{OH}$ -Konzentration und die  $k$ -Werte Reaktionsgeschwindigkeiten ( $k_7$  für die Desaktivierung der angeregten O-Atome,  $k_{24}$  für die Aufspaltung der  $\text{H}_2\text{O}$ -Moleküle durch angeregte O-Atome und  $k_{12}$  für die Reaktion  $\text{OH} + \text{HO}_2$ , welche die aktiven H-Verbindungen in  $\text{H}_2\text{O}$ -Dampf zurückführt). Die H- und  $\text{HO}_2$ -Konzentrationen sind durch einfach übersehbare Beziehungen mit der  $\text{OH}$ -Konzentration verknüpft.

Auf Grund dieses Resultates lässt sich nun auch der Ozongehalt ( $n_3$ ) im Gleichgewichtszustand berechnen aus der Beziehung

$$f_2 \cdot n_2 = n_3(C \cdot n_3 + C_2 \cdot \sqrt{n_3} + C_3 \cdot \sqrt{n_3})$$

( $f_2$  = Dissoziationsgeschwindigkeit von molekularem Sauerstoff,  $n_2$  dessen Konzentration). Behält man nur den 1. Term in der Klammer, so erhält man die klassische photochemische Theorie. Mit den Werten

für die wesentlichen Reaktionskonstanten, wie sie HUNT angegeben hat, überwiegen aber der 2. und 3. Term zusammen bei weitem, d. h., die Zerstörung «ungrader» Sauerstoffteilchen erfolgt vorwiegend durch ihre Reaktion mit H-Verbindungen. Die Grössen  $C_2$  (Reaktion mit atomarem Sauerstoff) und  $C_3$  (Reaktion mit Ozon) sind dabei proportional zur OH-Konzentration dividiert durch  $\sqrt{n_3}$ .

Damit ergeben sich wesentlich kleinere Werte für den Ozongehalt im photochemischen Gleichgewicht als mit der Theorie einer trockenen Atmosphäre, besonders unterhalb von 35 km. Vor allem wird aber die Relaxationszeit im 20-km-Niveau von mehreren Jahren auf etwa einen Monat herabgesetzt (wenigstens bei hohem Sonnenstand), womit es möglich erscheint, dass der rasche Abbau des Überschusozons im Frühjahr, wie ihn die angeführten Beobachtungen zeigen, mindestens zu einem guten Teil photochemischer Natur sein könnte (während der Aufbau des spätwinterlichen Maximums nach wie vor zirkulationsbedingt wäre).

Leider ist die gegenwärtige Unsicherheit in bezug auf einige der wichtigsten Reaktionskonstanten noch so gross (für  $k_7$  differieren die neuesten Angaben um 4 Zehnerpotenzen voneinander), dass gesicherte Schlussfolgerungen heute nicht möglich sind. Wegen der grossen Bedeutung, welche den Resultaten dieser Theorie, wie angedeutet, für eine gesicherte Ausnützung der Tracereigenschaften des Ozons zu Studien der allgemeinen Zirkulation der Stratosphäre zukommt, wären neue Laboratoriumsuntersuchungen in bezug auf die wesentlichen Resultate sehr wichtig.

#### 5. TH. ZINGG – *Schneedeckendauer in der Schweiz.*

#### 6. W. KUHN – *Zum Wärmehaushalt unserer Flüsse.*

Der natürliche Wärmehaushalt der Gewässer interessiert die Gewässerschutzfachleute neuerdings im Zusammenhang mit der Frage, ob grosse Mengen warmen Wassers aus den Kühlanlagen nuklearer Kraftwerke in unsere Flüsse geleitet werden dürfen. In der Schweiz ist das Problem mit umgekehrtem Vorzeichen bereits vor 22 Jahren beim Bau einer Wärmepumpe in Zürich behandelt worden [1]. In Österreich hat sich vor allem der Meteorologe O. ECKEL mit Gewässertemperaturen befasst [2]. Gründliche Studien über diesen Gegenstand sind auch aus den USA bekanntgeworden [3]. Unsere Ausführungen stützen sich auf die angegebene und weitere Literatur sowie eigene theoretische Überlegungen.

Wir beschränken uns auf Flussstrecken ohne Zuflüsse und vernachlässigen den verhältnismässig geringen Wärmeaustausch zwischen Wasser und Flussbett. Auch von der Erwärmung des Wassers durch Reibung wollen wir absehen, obgleich dieser Effekt grössenordnungsmässig abgeschätzt werden könnte. Unter den atmosphärischen Einflüssen wollen wir den Wärmeentzug durch Niederschläge (besonders durch Schnee) weglassen. Ferner wollen wir annehmen, die Turbulenz der Strömung Sorge für eine gute Durchmischung: Ein Wärmegewinn oder Wärmeverlust der oberflächennahen Wasserschicht soll sich in kurzer Zeit über

den ganzen Flussquerschnitt verteilen. Strenggenommen beziehen sich unsere Betrachtungen nicht auf die Temperatur des Wassers an einer bestimmten Stelle des Flusses, sondern auf diejenige eines mit der Strömung talabwärts fließenden Wasserquantums.

Unter diesen einschränkenden Voraussetzungen setzt sich der gesamte dem Fluss zugute kommende Wärmestrom  $H$  aus 5 physikalisch unterscheidbaren Komponenten zusammen, für die wir in Tabelle 1 geschätzte Extremwerte in kcal je m<sup>2</sup> und Tag angegeben haben (Vorzeichen: + für Wärmegewinn des Wassers). Es ist sinnvoll, Tagessummen anzugeben.

*Tabelle 1*  
Wärmegewinn des Wassers pro Tag und m<sup>2</sup> Oberfläche in kcal

<i>Komponenten</i>	<i>Optimalwerte</i>	
	für Abkühlung	für Erwärmung
$H_S$ Kurzwellige Einstrahlung von Sonne und Himmel	0	+7000
$H_G$ Langwellige Einstrahlung von der Atmosphäre («Gegenstrahlung»)	+3000	+8000
$H_W$ Ausstrahlung des Wassers (bei 25 °C bzw. 0 °C Wassertemperatur)	—9000	—6000
$H_V$ Verdunstung (bzw. Kondensation)	—3000	(+ 500)
$H_A$ Wärmeaustausch (Scheinleitung) an der Grenzfläche Wasser/Luft	—1000	+1000
$H = H_S + H_G + H_W + H_V + H_A$	etwa —3000	etwa +3000

Die einzelnen Komponenten lassen sich nur mit komplizierten Geräten messen, weshalb man es meist vorzieht, sie aus einfach zu bestimmenden meteorologischen Größen mittels theoretischer Formeln zu berechnen.  $H_S$  hängt von der Jahreszeit und der Bewölkung,  $H_G$  von verschiedenen meteorologischen Bedingungen,  $H_W$  allein von der Wassertemperatur  $T_w$ ,  $H_V$  und  $H_A$  sowohl von  $T_w$  wie von meteorologischen Bedingungen (Wind, Temperatur und Feuchtigkeit der Luft) ab. Bei der Summierung

$$H = H_S + H_G + H_W + H_V + H_A$$

kompensieren sich die positiven und negativen Glieder weitgehend, so dass Vorzeichen und Betrag von  $H$  im Einzelfall mit Unsicherheiten behaftet sind. Es ergeben sich Tageswerte zwischen etwa +3000 und —3000 kcal · m<sup>-2</sup> · d<sup>-1</sup>. Positives  $H$  führt zu einem Anstieg, negatives zu einem Abfall der Wassertemperatur; 1000 kcal · m<sup>-2</sup> · d<sup>-1</sup> bedingen in einem Fluss von 1 m Tiefe eine Temperaturänderung von 1 °C pro Tag.

Nun hat aber die Wassertemperatur  $T_w$  über  $H_W$ ,  $H_V$  und  $H_A$  einen Einfluss auf  $H$ : Bei steigender Wassertemperatur nimmt  $H$  ab, bei sinkender zu. Es muss also bei gegebenen meteorologischen Bedingungen eine Gleichgewichtstemperatur  $T_w^*$  des Wassers geben, für die  $H = 0$  wird.

Bei gleichbleibenden meteorologischen Bedingungen würde die Wassertemperatur diesem Gleichgewichtswert in Funktion der Zeit *exponentiell* zustreben:

$$T_w(t) - T_w^* = [T_w(0) - T_w^*] \cdot e^{-t/t_a}$$

Wir definieren die *Ausgleichszeit*  $t_a$  als diejenige Zeitspanne, innerhalb der die Abweichung der Wassertemperatur vom Gleichgewichtswert auf  $1/e$  des Anfangswertes zurückgeht. Man kann nun zeigen, dass  $t_a$  in verhältnismässig einfacher Weise von einigen meteorologischen und limnologischen Parametern abhängt. Es gilt nämlich

$$t_a = \frac{h \cdot c_w \cdot \rho_w}{\frac{\partial H}{\partial T_w}}$$

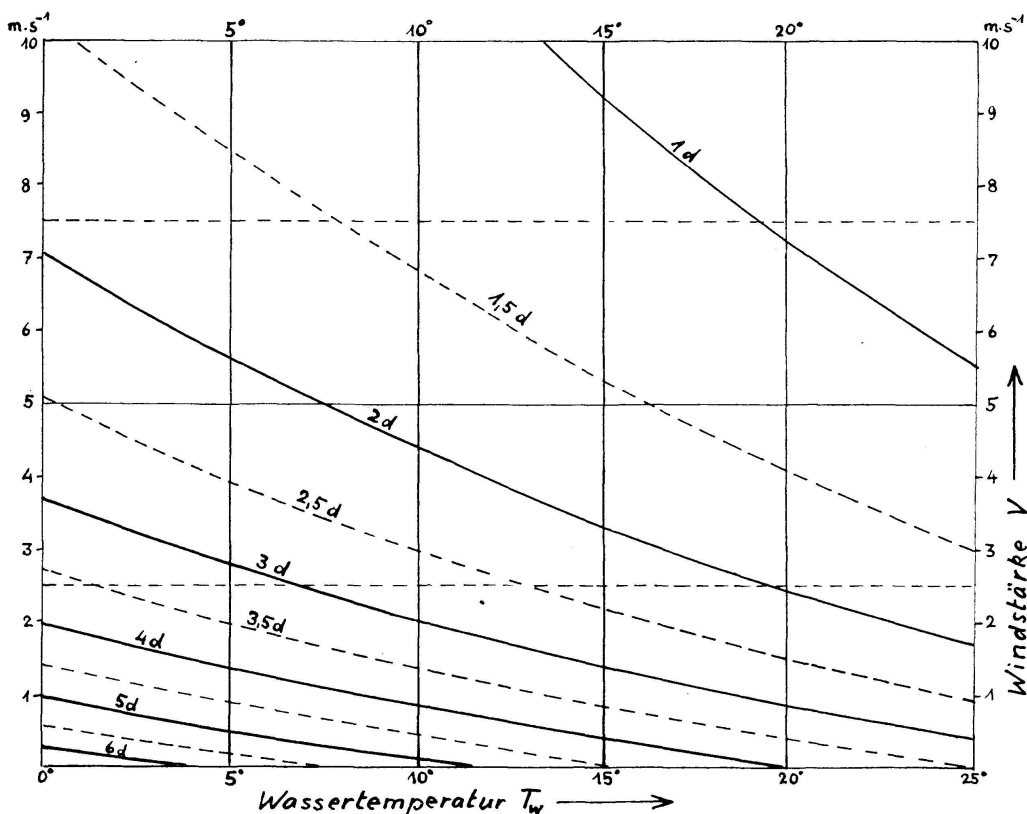
wobei  $h$  = mittlere Tiefe des Flusses

$c_w$  = spezifische Wärme des Wassers

$\rho_w$  = Dichte des Wassers

Der Nenner  $-\frac{\partial H}{\partial T_w} = -\frac{\partial H_w}{\partial T_w} - \frac{\partial H_v}{\partial T_w} - \frac{\partial H_A}{\partial T_w}$  ist eine Funktion der

Ausgleichszeit  $t_a(T_w, V)$  in Tagen



Grundlagen:  $H_w = -0,97 \sigma \cdot (T_w + 273)^4$   $H_v = -(70 + 55V) \cdot (e_{ws} - e_L)$   $H_A = -(70 + 55V) \cdot (T_w - T_L) \cdot 0,45$

Abbildung 1

Gleichgewichtstemperatur  $T_w^*$  und der Windstärke  $V$ ; die Strahlungsterme  $H_s$  und  $H_G$  haben keinen Einfluss auf  $t_a$ , ebensowenig die andern meteorologischen Elemente. Abbildung 1 zeigt, dass bei Flüssen von 1 m Tiefe  $t_a$  normalerweise mehrere Tage beträgt ( $t_a$  ist zur Flusstiefe proportional).

Da die in Frage kommenden Schweizer Flüsse Geschwindigkeiten von 1 bis  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  aufweisen, ergibt sich aus dem Obigen die Schlussfolgerung, dass innerhalb der Landesgrenzen kein wesentlicher Abbau einer künstlichen Temperaturerhöhung stattfindet.

Im übrigen ist darauf hinzuweisen, dass die Gleichgewichtstemperatur  $T_w^*$  empfindlich auf Änderungen der meteorologischen Parameter reagiert und deshalb rascher als die Wassertemperatur selbst schwankt.

#### LITERATUR

1. GALAVICS, F.; FEJER, G.: Der Temperatúrausgleich in Flüssen im Zusammenhang mit Wärmepumpen- und Wärmekraftanlagen. – Schweiz. Arch. angew. Wiss. Techn. 11, 9, 269–277, und 10, 302–311; 1945.
2. ECKEL, O.; REUTER, H.: Zur Berechnung des sommerlichen Wärmeumsatzes in Flussläufen. – Geogr. Ann. 3/4, 188–209; 1950.
3. EDINGER, J. E.; GEYER, J. C.: Cooling Water Studies for Edison Electric Institute. EEI-Publ. No. 65 = 902, 253 p., Baltimore 1965.

#### 7. A. RIMA – *Periodi con e senza precipitazioni a sud delle Alpi.*

Per periodi con (o senza) precipitazioni s'intende quell'intervallo di tempo che passa tra una precipitazione giornaliera (o giorno senza precipitazioni) e l'altra, rispecchiante certi criteri esposti in seguito. Vengono chiamati «periodi secchi» (Trockenperioden) i periodi senza precipitazione e «periodi piovosi» quelli con precipitazione.

I criteri adottati per le elaborazioni statistiche sono i seguenti:

##### *Periodi secchi*

- Come «periodo secco» vien definito quell'intervallo di tempo senza precipitazioni o con un massimo di 0,3 mm.
- Un periodo della durata di 5 giorni o più, con un intervallo di 1 giorno con precipitazione  $\leq 1 \text{ mm}$ , viene considerato ininterrotto.
- Certi periodi secchi si estendono per 2 mesi. Vengono calcolati ininterrottamente e attribuiti al mese con maggior numero di giorni privi di precipitazioni. Considerazioni del genere sul peso, rispetto a periodi che durano più di 2 o 3 mesi, vengono attribuiti al mese centrale.

##### *Periodi piovosi*

- Quale «periodo piovoso» vale l'intervallo ininterrotto di giorni con almeno 0,3 mm di pioggia.
- A seconda della situazione, le precipitazioni con un intervallo solo di 1 giorno senza pioggia, vengono considerate continue.
- I periodi che si estendono su più mesi vengono calcolati ininterrottamente ed attribuiti al mese con maggior numero di giorni con precipitazioni.

Le stazioni elaborate, ripartite nel canton Ticino in modo da rispecchiare il carattere orografico zonale per diversi intervalli di osservazione, sono: il San Gottardo con 55 anni; Airolo con 56 anni; Biasca con 56 anni; Bellinzona con 56 anni; Mosogno con 52 anni; Locarno-Muralto con 10 (periodi secchi), rispettivamente con 56 anni di osservazione, e Lugano con 93 anni.

Il numero medio dei giorni con precipitazioni  $\leq$  a 0,3 mm, per il Ticino, è di 6,5 pari all'1,8% dei giorni e, riferito al valore medio di giorni con precipitazioni (120), è pari al 5,5%. (Questi valori sono stati dedotti dalle stazioni qui trattate.)

L'influsso di questi casi dal punto di vista quantitativo è trascurabile ma può modificare il numero ed il periodo di qualche caso, specialmente nell'interpretazione dei periodi maggiori.

Il numero annuale massimo e minimo di periodi con e senza precipitazioni, per le diverse stazioni trovate negli anni trattati, è:

Stazioni	«Periodi piovosi» (con precipitazioni)		«Periodi secchi» (senza precipitazioni)	
	N. di periodi: mass.	min.	N. di periodi: mass.	min.
San Gottardo	66	44	68	47
Airolo	65	44	62	40
Biasca	57	34	59	33
Bellinzona	63	35	63	36
Mosogno	59	35	55	31
Locarno-Muralto	62	36	58	35
Lugano	66	39	58	31

Il periodo di primo ordine, riscontrato per le diverse stazioni, è contenuto nella tabella seguente:

Stazioni	«Periodo piovoso» massimo	«Periodo secco» massimo
San Gottardo	30	32
Airolo	18	41
Biasca	21	77
Bellinzona	15	56
Mosogno	18	77
Locarno-Muralto	18	—
Lugano	19	66

I singoli casi sono raccolti in classi di 1-2 giorni, per mese e per il totale ed espressi in curva cumulata. Vengono quindi calcolate le curve di probabilità dal 3 al 60% riportate in altre pubblicazioni (bibl. 1 e 2).

Da queste si deduce che i periodi con precipitazioni sono massimi in agosto-settembre e minimi in maggio e ottobre a seconda delle stazioni.

Per i «periodi secchi» i massimi si riscontrano in giugno-agosto ed i minimi in febbraio-dicembre.

I totali di tutto l'anno sono quelli che interessano maggiormente e da questi è possibile trarre una caratteristica comune specialmente per le stazioni situate fuori dal massiccio del San Gottardo. Infatti, sia per i «periodi secchi» che per quelli «piovosi», gli andamenti delle singole curve di ripartizione, per rapporto alla curva media di tutte le stazioni, sono contenuti in limiti esigui del 7-8% riferiti al valore del periodo ( $p$ ). Fa eccezione in modo significativo la stazione del San Gottardo la quale risente delle modificazioni dei climi dei due versanti e, sebbene in modo meno significativo, anche quella di Airola.

Per il calcolo di una legge comune per tutto il Ticino vengono trascurate queste due stazioni e vengono quindi composte le curve di probabilità tenendo calcolo di una media ponderata per i singoli intervalli (fig. 1).

Il numero medio annuo di periodi «secchi» e «piovosi» è di 46.

$$W_i \% \cdot 46 \cdot z = \text{numero medio dei casi di periodo } (p)$$

raggiunto o superato in ( $z$ ) anni

$$W_i \% = 100 \% - P_i \% \quad P_i \text{ riportato sul grafico}$$

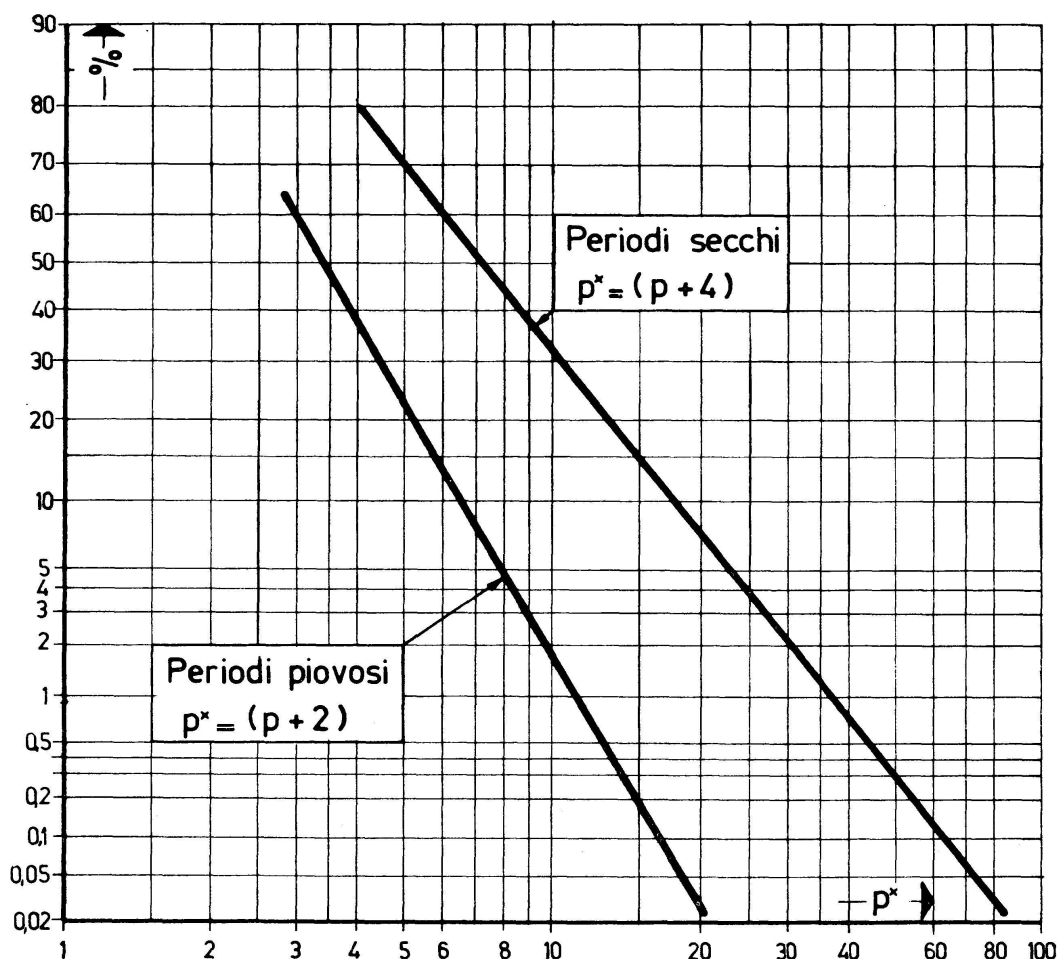


Figura 1

Curve di durata ( $P_i$ ) per i «periodi secchi» e «periodi piovosi» valevoli per tutto il Ticino (uniche eccezioni: San Gottardo e Airola), dedotte dalle medie delle frequenze ponderate



L'espressione generale per i periodi «secchi» o «piovosi» medi dell'anno è la seguente:

<i>Periodi piovosi</i>	$p^* = p + 2 = 3,4 \cdot e^{-0,721\psi(P_i)}$
<i>Periodi secchi</i>	$p^* = p + 4 = 7,22 \cdot e^{-0,974\psi(P_i)}$
Limite	$p \geq 1$
dove	$p$ = periodo reale (piovoso o secco)
	$p^*$ = periodo modificato
	$e$ = base log. naturale
	$u = \Psi(P_i)$ = funzione inversa dell'integrale della curva di Gauss
	$P_i$ = curva di durata del periodo ( $p$ )

#### BIBLIOGRAFIA

- RIMA, A.: *Periodi senza precipitazioni a sud delle Alpi*. Geofisica e Meteorologia XVI, 1/2; 1967.
- RIMA, A.: *Periodi con precipitazioni a sud delle Alpi e caratteri alluvionali*. Rapp. n° XXXVII, ciclostilato dalla Sezione protezione acque e aria del DOS, 13 maggio 1967.
- RIMA, A.: Note n° 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37 (inedite).

**8. R. LOTMAR und J. HÄFELIN – UV-Strahlungsmessung mit dem neuen Photoresist-Verfahren und ihre praktische Anwendung.**