

Band 62.

Nr. 5.

# LOTOS

Prag,  
Mai 1914.

## Plastische Tabellen.

Von Dr. Leo Wenzel Pollak, Prag.

(Mit zwei Figuren und einer Lichtdruckbeilage.)

In vielen Disziplinen, vor allem in der Meteorologie, werden Zahlenwerte zu Tabellen zusammengestellt, um sie besser überblicken zu können. Im allgemeinen besitzen diese Tabellen, wie man zu sagen pflegt, zwei »Eingänge«. In Folgendem soll mit wohlwollender Erlaubnis des Direktors des meteorologischen Observatoriums auf dem Donnersberge, Univ.-Prof. Dr. Rudolf Spitaler, aus einem noch nicht publizierten Materiale der genannten Station eine solche Tabelle, als Beispiel, wiedergeben werden.

Die nachstehende Tabelle behandelt die interessante Veränderlichkeit der Windgeschwindigkeit in der Höhe des meteorologischen Observatoriums auf dem Donnersberge, d. i. in 857·5 m über dem Meere. Die linksseitige (erste) Kolonne gibt uns die Monate, die oberste (erste) Zeile die Stunden des Tages und die erste Zahl 37·5 sagt, daß in der Zeit von 0—1 Uhr vormittags, im Jänner, im Durchschnitt (aus 6 Jahren) daselbst eine Windgeschwindigkeit von 37·5 km pro Stunde herrscht. Der Art sind alle übrigen Zahlen zu verstehen.

Nun interessiert jedoch den Fachmann und jeden, der aus der Tabelle Nutzen ziehen soll, z. B. den Aviatiker, die Frage, wie sich eigentlich die Veränderung der mittleren Windgeschwindigkeit im Laufe eines Monats, während der 24 Stunden des Tages, darstellt, bzw. wie während einer bestimmten Stunde des Tages, etwa von 10—11 Uhr vorm. in den verschiedenen Monaten des Jahres diese Geschwindigkeit variiert. Um dies zu erkennen, war man daher frühzeitig bestrebt, gewisse markante Stellen der Tabelle hervorzuheben. So versieht man heute allgemein das Minimum der eingetragenen Werte mit einem Sternchen rechts oben von der Zahl (21·3\* Juni 9—10 Uhr vorm.) und das Maximum druckt man fett (39·8 im Jänner 6—7 Uhr nachm.). Doch diese Betonung des Minimums und Maximums genügt natürlich zum Verständnis der in der gegebenen Tabelle festgelegten Vorgänge nicht, und ein eingehenderes Studium muß ein klares Bild der Windverhältnisse und insbesondere der zwei früher genannten Veränderlichkeiten schaffen und diesen Zweck erreicht man am besten auf graphischem Wege. Man zeichnete zunächst wirklich etwa die 12 Kurven, welche den täglichen Gang der Windgeschwindigkeit in den verschiedenen Mo-

### Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit in Kilometern pro Stunde auf dem Donnersberge.

(Im Mittel aus den Jahren 1905—1910).

	0-1a	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1p	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
Jänner	375	369	370	367	371	373	374	374	373	376	371	366	358	362	378	385	395	394	39-8	39-6	39-3	39-0	38-0	38-1
Feber	358	357	355	349	347	347	344	334	335	324	308	311	317	323	338	350	355	369	385	39-5	38-9	37-8	36-8	36-6
März	369	363	361	365	374	365	356	345	329	316	303	307	314	324	327	334	345	359	375	38-3	38-9	38-4	38-3	37-8
April	354	350	341	342	335	332	326	307	288	280	284	291	291	294	299	311	322	334	344	364	370	371	365	353
Mai	307	305	301	294	301	296	276	242	218	221	219	235	249	255	263	271	278	281	286	30-9	32-5	327	322	317
Juni	311	310	301	298	291	276	253	227	219	213*	222	230	231	240	247	256	262	276	286	30-1	31-3	315	315	310
Juli	335	333	329	324	318	307	294	273	258	253	261	271	280	280	283	285	298	310	321	341	354	348	337	331
August	319	321	320	314	312	318	299	276	259	246	249	255	256	268	273	281	282	297	311	326	327	337	336	325
Septemb.	315	308	296	288	284	287	286	276	257	240	228	230	229	235	240	252	267	289	312	322	328	329	325	326
Oktober	320	320	313	306	310	310	305	300	293	278	264	250	245	245	255	274	296	316	330	332	331	330	326	328
Novemb.	337	340	340	347	337	340	341	342	344	338	321	317	313	322	328	338	354	353	354	353	354	349	340	335
Dezemb.	308	307	315	313	318	320	321	319	327	328	317	309	293	290	302	313	323	325	324	318	309	310	313	310

Leo Wenzel Pollak:

naten des Jahres versinnbildlichen und, um die Vorteile der gleich zu besprechenden, anderen Methoden besser zu demonstrieren, seien hier wirklich die 12 verschiedenen Kurven wiedergegeben (Fig. 1). Jetzt allerdings fällt uns eine sehr merkwürdige Erscheinung auf. Wir konstatieren nämlich, daß sich während eines Jahres vor allem das Minimum — und auch das Maximum — in einer gewissen periodischen Weise verschiebt, eine Erscheinung, die uns sicher nicht sofort aus der Tabelle allein klar geworden wäre. Um auch den jährlichen Gang des in der Tabelle festgelegten Elementes kennen zu lernen, müßten wir wiederum 12 Kurven für den jährlichen Gang der Windgeschwindigkeit in den einzelnen Stunden des Tages zeichnen.

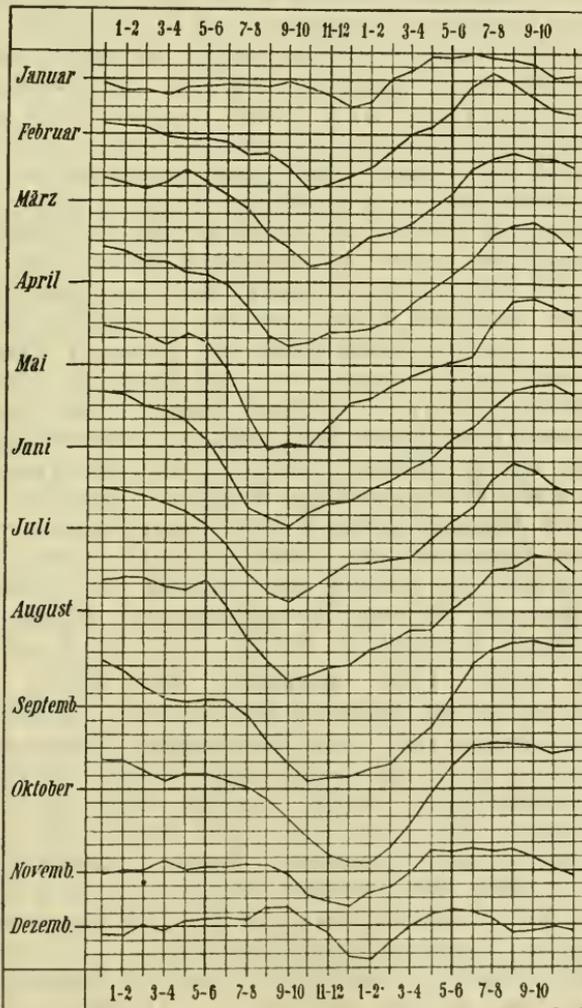


Fig. 1.

Welche Vorteile dieser Darstellung auch immer nachgerühmt werden können, den einen in erster Linie von Prof. Dr. Erk hervorgehobenen Mangel hat sie, daß man nicht erkennen kann, wie diese zweimal 12 Kurven in einander übergehen.

Der erste, der es durch eine glückliche Idee zu Stande gebracht hat, daß auf einem einzigen Blatte der tägliche und jährliche Gang eines meteorologischen Elementes vereinigt dargestellt werden kann, war der Franzose Lalanne, der von der Ebene in den Raum übergang. Er stellte nämlich die Werte des zu besprechenden meteorologischen Elementes als dritte Koordinate eines räumlichen, rechtwinkligen Koordinatensystems dar, während er als die beiden anderen Koordinaten die früher genannten zwei »Eingänge« wählte. Denkt man sich durch die so in unserem Beispiele bestimmten ( $12 \times 24 =$ ) 288 Punkte im Raume eine stetige Fläche gelegt, so erhält man eine Fläche, welche wir, zweckmäßiger Weise, als »Windfläche der Höhenstation auf dem Donnersberge« bezeichnen wollen. Nun handelt es sich darum, von diesem räumlichen Gebilde wieder in die Ebene zurückzukehren und das tat man bisher nach dem Muster der in jedem Atlas gebräuchlichen Methode der Höhenschichtenlinien. (Es entspricht hiebei unsere Windfläche einem orographischen Relief: der Seehöhe der Wert der Windgeschwindigkeit; mit der geographischen Breite in der Landkarte korrespondieren die Monate des Jahres und mit der geographischen Länge die Stunden). Man denkt sich nun diese stetige Fläche, wie ein aus Gyps oder einem anderen Material geformtes, welliges Terrain-Modell mit aequidistanten Ebenen geschnitten, welche uns die Höhenschichtenlinien liefern. Den Linien gleicher Seehöhe (= Isohypsen) entsprechen in unserem Falle Kurven gleicher Windgeschwindigkeit, welche nach Vogler Anemoisoplethen heißen. Nun projizieren wir diese so erhaltenen Linien auf eine etwa horizontal liegend gedachte Zeichenebene und wir erhalten das folgende, wie bereits in der Einleitung bemerkt, für die Donnersbergwarte gültige Bild für die in der Tabelle 1 gegebenen Zahlen. (Sieh' Fig. 2 auf S. 129.)

Jede solche Linie verbindet also Stellen in der Tabelle, welche gleiche Werte der Windgeschwindigkeit repräsentieren und lassen sich diese Kurvenzüge, selbstverständlich, auch ohne daß man notwendig hätte, zuerst die Fläche im Raume zu konstruieren, direkt aus den Zahlen der gegebenen Tabelle zeichnen. Eine Anleitung hiezu findet man in jedem besseren Lehrbuch der Meteorologie. Schon in dieser Isoplethendarstellung in einer einzigen Ebene erkennen wir den kolossalen Vorteil, den diese von Lalanne und Erk in die statistischen Wissenschaften eingeführte Darstellung liefert. Alle Fragen, die wir nur unvollständig in 24 Kurven erledigen konnten, werden hier durch einen einzigen Blick auf das Diagramm Fig. 2 be-

antwortet und man ist im Stande, sogar verschiedene solche Darstellungen leicht zu vergleichen, ohne notwendig zu haben,

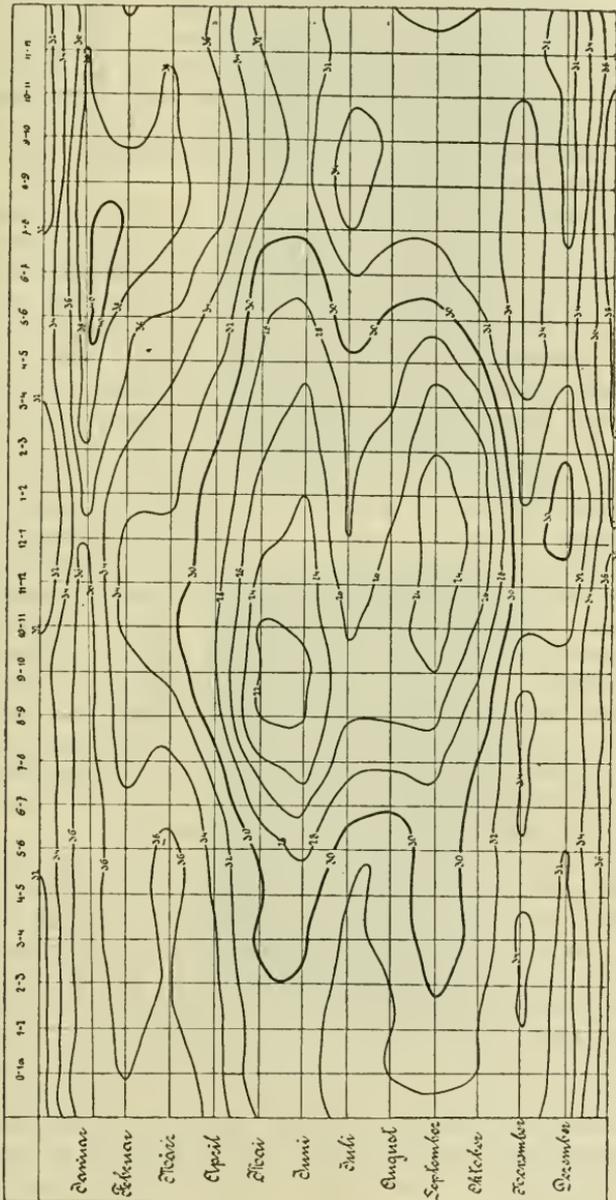


Fig. 2: Anemoisoplethen auf der Höhe des Donnersberges (857.5 m Seehöhe).

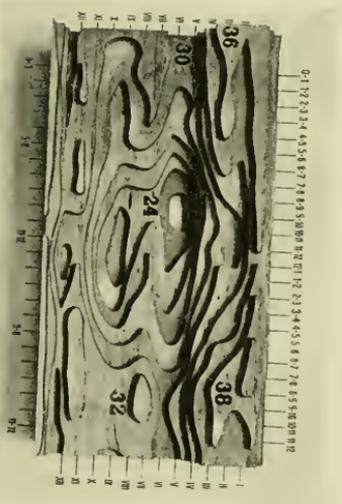
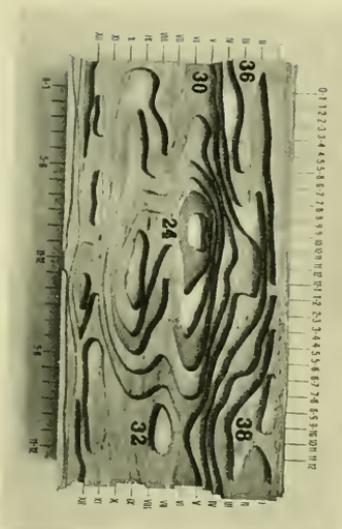
sie auf ihre Zahlenwerte hin zu prüfen. Einige fernere Vorteile dieser Darstellungsweise sind die folgenden: Man erkennt sofort die Eintrittszeit der extremen Werte der Windgeschwindigkeit sowohl während des ganzen Jahres, als auch während eines beliebigen Monats. Man kann aus der Zahl und Dichte der einzelnen Kurven auf die Größe der jährlichen, aus dem Grade ihrer Krümmung auf die tägliche Schwankung schließen, Fehler in der Rechnung oder Zeichnung lassen sich schnell und einfach aufdecken und was das Wichtigste ist, man entnimmt derselben die Uebergänge der früher separat gezeichneten Kurven.

Doch, man war bestrebt, namentlich für Unterrichtszwecke, eine noch deutlichere Vergegenwärtigung irgend eines Zahlenmaterials zu ermöglichen und man hat wirklich die betreffende Fläche modelliert und den Zuhörern während eines Vortrages zur Besichtigung herumgereicht. So existieren in vielen Instituten prachtvoll ausgeführte Gypsmodelle, welche freilich den Nachteil haben, daß nur von geübten Händen ein halbwegs verwöhnteren Ansprüchen genügendes Relief geschaffen werden kann. Es haben nun aber Dr. Hugo Meyer im Jahre 1891 und unabhängig von ihm Prof. Dr. Börnstein und Less i. J. 1898 ein Verfahren angegeben, durch welches die Veranschaulichung einer solchen Zahlenfläche mit den einfachsten Mitteln (durch Modelle aus Pappendeckel) gegeben werden kann. Die ausführliche Darstellung des von den genannten Erfindern angegebenen Weges würde den Rahmen dieses Aufsatzes weit überschreiten. Uebrigens wird dieser ganz einfache, dem Laien aus einer nicht mathematischen Darstellung nahezu unverständliche Prozeß auf Grund eines Stereogrammes fast selbstverständlich. Eine zweite, von mir verwendete Methode besteht darin, daß man jede der einzelnen Kurven der Fig. 2 separat auf photographischem Wege auf gleichstarke Holzplatten überträgt, mit der Laubsäge ausschneidet und mittels Paßmarken zusammenfügt.

Beide dieser plastischen Methoden, die erste jedenfalls billiger als die zweite, erfüllen mit gleicher Güte ihren Zweck, nämlich die Vermittlung einer deutlichen Anschauung, in unserem Falle, der »Windfläche des Donnersberges«, wobei aber die zweite Art für komplizierte Flächen die wohl einzig brauchbare ist. Solche Modelle haben ganz außerordentlichen Wert für den Unterricht, waren aber bisher im Handel nur schwer zugänglich. Es existiert bis heute nur eine einzige derartige Fläche und das ist die über Anregung Prof. Börnsteins von Dietrich Reimer, Berlin, vertriebene »Temperaturfläche von Berlin«, die ganz vorzüglich ausgestattet und für den Unterricht nicht so leicht ersetzbar ist, jedoch bei einem Preise von 24 Kronen ein Gewicht von über 3 kg hat.

Es haftet somit bei sonstigen Vorzügen diesen Darstellungen der wesentliche Nachteil an, daß sie bisher in nicht genügend

"Lotos" Bd. 62, Tafel 1.



L. W. Pollak, Plastische Tabellen.

1914  
L. W. Pollak  
Lotos Bd. 62, Tafel 1

G. 5. Jänner 1914.

von über 5 kg nat.

Es haftet somit bei sonstigen Vorzügen diesen Dingen der wesentliche Nachteil an, daß sie bisher in nicht  $\sigma\sigma\sigma\sigma\sigma\sigma$

kompakter Form vervielfältigt werden konnten, wie man wohl sagen kann, nicht mitteilbar waren. Deshalb habe ich die durch die Zahlen der auf Seite 126 gegebenen Tabelle bestimmte Fläche (Windfläche) auf dem zweiten besprochenen Wege wirklich gebaut, stereoskopisch photographiert und das Stereogramm diesem Aufsatz angeschlossen. (Sieh' die Lichtdruckbeilage zu diesem Hefte). Ein Blick durch's Stereoskop auf dieses Stereogramm läßt uns in überraschender Weise alle Details, alle Veränderlichkeiten und Eigentümlichkeiten, im wahrsten Sinne des Wortes plastisch überblicken. Alle Fragen zu deren übersichtlicher Beantwortung die Zeichnung von 12 bzw. 24 Kurven erforderlich war, lassen sich mit dem Auge allein vom Stereogramm ablesen.

Zu bemerken ist, daß in dem Stereogramm die römischen Zahlen links und rechts die Monate bedeuten, die arabischen Zahlen oben und unten die Stundenintervalle. Die schwarzen Zahlen auf den »Stufen« des aus Holz gebauten Modells bedeuten km pro Stunde und die Höhe einer Stufe entspricht 2 km in der Wirklichkeit.

Als Beispiel einer Dechiffrierung des Sterogramms sei folgendes angeführt: Wir beginnen bei der Zahl III. (=Monat März) links und durchqueren das Bild bei Betrachtung im Stereoskop. Man erkennt sofort, daß in den Morgenstunden bis etwa 6 Uhr die Windgeschwindigkeit die Werte von 36 km hat, zwischen 7 und 8 Uhr vormittags auf 34, ferner zwischen 10—12 Uhr sogar auf 30 km. heruntergeht, um dann allmählig, hinaufsteigend, in den Abendstunden (8—10 Uhr p.) wiederum die »Höhe« der Frühstunden zu ertlangen.

Jetzt kann man wohl sagen, daß sich einem das Verhalten der Windgeschwindigkeit, im Laufe eines Jahres etwa, so unverwischbar einprägt, daß man sich, selbst nach längerer Zeit, an Details sehr deutlich erinnert.

Da sich nun in manchen Instituten eine ganze Anzahl analoger Modelle (mathem. Flächen usw.) vorfindet, ist hiemit auch die Möglichkeit der Nutzbarmachung einer gewiß nicht geringen Arbeitsleistung, die in einem solchen Modell investiert ist, geboten.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem Kollegen, Herrn Gustáv Swoboda, Prag, der mich bei der Herstellung des Modelles und der Entwürfe der Diagramme in überaus entgegenkommender und ausgiebigster Weise unterstützt hat, bestens zu danken.

PRAG, 5. Jänner 1914.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [62](#)

Autor(en)/Author(s): Pollak Leo Wenzel

Artikel/Article: [Plastische Tabellen 125-131](#)