Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds.

Richtung von Wind und Wolken auf Teneriffa

Von

Heinrich v. Ficker

k. M. d. Akad. d. Wiss.

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Mai 1926)

Bei Untersuchungen, die sich mit dem Vordringen von Kaltluftmassen nach Teneriffa beschäftigten, wurden auch Mittelwerte über die Häufigkeit der einzelnen Windrichtungen in verschiedenen Höhen Teneriffas berechnet. Da der Windverteilung im Gebiete der Canarischen Inseln nicht nur lokalklimatologische, sondern mit Rücksicht auf den Zusammenhang mit der im Sommer herrschend werdenden Passatströmung auch allgemeinmeteorologische Bedeutung zukommt, werden im folgenden die berechneten Mittelwerte mitgeteilt und kurz diskutiert.

Material.

Es standen die Beobachtungen folgender Stationen zur Verfügung:[1]

1. Puerto de Orotava 100 *m*, an der N-Küste von Teneriffa; 1905 bis 1913.
2. El Guimar 370 *m*, oberhalb der SO-Küste von Teneriffa; 1912 bis 1916.

   Laguna 547 *m*, O-Teneriffa; 1911 bis 1923.

4. Las Palmas 12 *m*, auf Gran Canaria; 1911 bis 1920.
5. Cañadas 2100 *m*, im Krater des Pik von Teneriffa; 1910 bis 1915.
6. Izaña 2367 *m*, auf dem Kraterrande in freier Lage; 1916 bis 1923.

---

[1] Deutsche Überseeische Beobachtungen, gesammelt und herausgegeben von der Deutschen Seewarte. Bd. XV—XXIII.

Resumen de las Observaciones, efectuadas en las estaciones del servizio meteorologico español, Bd. IV—XIX, Madrid.

Anuario del Observatorio central meteorologico, Bd. I—III; Madrid.

Ferner wurden benutzt die Originalbeobachtungen, die Wenger von Oktober 1909 bis April 1912 in dem von H. Hergesell errichteten geophysikalischen Observatorium am Pik von Teneriffa (Cañadas 2100 *m*) ausgeführt hat.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Guimar und Puerto de Orotava sind Stationen der Deutschen Seewarte; die Beobachtungen liegen bis 1914 veröffentlicht vor. Laguna und Las Palmas sind Stationen des spanischen Netzes; in den spanischen Jahrbüchern wird leider nicht die Häufigkeit der einzelnen Windrichtungen, sondern nur die in jedem Monate vorherrschende Windrichtung gegeben. Von Cañadas liegen zwei Reihen vor: Die Beobachtungen, die Wenger in den Jahren 1910 und 1911 ausgeführt hat; die Windverteilung wurde nach den Originalbeobachtungen bestimmt, die mir Herr Geheimrat H. Hergesell in dankenswertem Entgegenkommen zur Verfügung gestellt hat. Die Beobachtungen der Jahre 1912 bis 1915 sind in den spanischen Jahrbüchern veröffentlicht. Vom Jahre 1916 an ging der meteorologische Höhenbetrieb auf Teneriffa an das neue Observatorium Izaña über; die Windverteilung wurde bisher nur für 1916 veröffentlicht; für die folgenden Jahre wurde lediglich die in jedem Monat vorherrschende Windrichtung mitgeteilt, was mit Rücksicht auf die besondere Wichtigkeit gerade dieses Observatoriums nicht ausreichend ist. Die Zugrichtung der Wolken, getrennt für Cirrus, Alto-Cumulus, Cumulus (incl. Nimbus) wurde aus den zweijährigen Beobachtungen Wengers auf Cañadas ermittelt.

Die Windverhältnisse Teneriffas sind etwas kompliziert, weil neben allgemeinen Strömungen sich Land- und Seewinde in Verbindung mit Berg- und Talwinden stark geltend machen, z. B. sehr störend in Puerto de Orotava, dessen Windverteilung von Hann als repräsentativ in dem Handbuch der Klimatologie mitgeteilt worden ist, obwohl gerade hier der Seewind als NO auftritt und bei einer summarischen Betrachtung dann ohne weiteres als NO-Passat gedeutet wird. Die Lokaleinflüsse treten nur hervor, wenn die Windverteilung für jeden Beobachtungstermin gesondert berechnet wird. In den folgenden Abschnitten ist zuerst die Windverteilung, sodann die Windstärke, zuletzt die Zugrichtung der Wolken behandelt; ein Schlußabschnitt gibt eine Übersicht. Auf graphische Darstellung wurde verzichtet.

1. Windverteilung.

In den Tabellen ist die Windverteilung für jede Jahreszeit, sowie die Windverteilung für die drei täglichen Beobachtungstermine mitgeteilt.

a) Puerto de Orotava.

Im Jahresdurchschnitt herrschen SO- und NO-Winde vor. SO ist häufiger. In der kälteren Jahreshälfte überwiegt SO, in der wärmeren (Passatzeit) der NO. Windstille ist im Winter am seltensten. Zum großen Teil sind diese Winde als lokale Land- und Seewinde anzusprechen. Im Winter und Herbst fehlt der NO morgens und abends vollständig, während mittags der SO fehlt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Letzterer stellt — Orotava liegt an der N-Küste — den Landwind dar. Außerhalb der Passatzeit trägt wohl auch die allgemeine Druckverteilung zu der auffallend großen Häufigkeit südöstlicher Winde bei; aber da sie mittags fehlen, hat man doch den Eindruck, daß die Windverteilung außerhalb der Passatzeit fast vollständig durch das lokale Windsystem erzeugt wird, was weniger ausgesprochen auch noch für den Frühling gilt. Im Sommer aber wird der SO auch morgens und abends selten, zugunsten nordöstlicher und nördlicher Winde, die auch morgens und abends herrschend werden, also keineswegs mehr lokalen Ursprunges sein können. Zu dem starken Anschwellen des NO im Sommer mittags trägt der Seewind bei, während die häufigen Calmen morgens und abends im Sommer dadurch entstehen, daß dem allgemeinen, den Passat erzeugenden Druckgradienten ein lokaler Gradient, der für sich allein Landwind (SO) erzeugen würde, entgegenwirkt. Im Ganzen ist die Passatwirkung nur im Sommer ausgesprochen und der Passat weht als NO, was deshalb hervorzuheben ist, weil an keiner anderen Station an oder nahe der Küste der NO vorherrschend wird.

Tabelle 1.

Puerto de Orotava: Jahreszeitliche Windverteilung (%).
(1905 bis 1913.)

		N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Calm.
Winter		6·0	15·3	3·9	**51·7**	2·9	3·1	4·0	5·5	7·2
Frühling		5·9	**27·4**	8·8	**28·4**	2·7	5·4	5·5	2·6	11·2
Sommer		6·7	**50·1**	7·2	13·0	0·8	1·7	1·5	1·1	17·7
Herbst		5·6	21·6	3·6	**40·5**	3·3	2·6	3·6	4·0	15·0
Jahr		6·2	**28·7**	5·8	**33·5**	2·4	3·2	3·8	3·3	12·8
Winter		0·3	2·9	3·1	**80·4**	1·9	3·5	1·1	0·2	6·1
	mittags	16·8	**39·3**	2·3	0·9	2·2	3·6	9·5	15·9	9·6
	abends	1·0	3·8	6·4	**73·9**	4·6	2·3	1·4	0·5	5·9
Frühling	morgens	0·7	13·0	9·7	**45·1**	2·9	8·6	4·5	0·1	15·4
	mittags	15·9	**58·8**	4·3	0·1	0·7	1·7	7·8	7·4	3·0
	abends	1·1	16·3	12·5	**40·2**	4·3	5·9	4·3	0·2	15·1
	morgens	1·9	**37·3**	8·0	18·8	1·0	4·5	2·6	0·3	25·3
	mittags	16·9	**72·9**	3·3	0·0	0·0	0·1	1·7	2·7	2·2
	abends	1·2	**40·1**	10·2	20·2	1·4	0·6	0·1	0·1	25·8
Herbst	morgens	0·1	5·6	3·7	**62·5**	4·3	3·8	1·6	0·5	17·7
	mittags	16·5	**50·3**	2·0	0·9	0·4	1·9	7·6	11·1	9·0
	abends	0·2	8·8	5·0	**58·0**	5·1	2·1	1·6	0·2	18·4
Jahr	morgens	0·	14·0	6·5	**53·0**	2·7	4·4	2·4	0·3	16·0
	mittags	17·1	**55·4**	3·3	0·9	0·6	1·7	6·5	8·9	5·6
	abends	0·9	17·3	9·3	**48·1**	3·7	2·4	1·7	0·1	16·7

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

b) Las Palmas und Laguna.

Las Palmas liegt an der NW-Küste von Gran Canaria, Laguna (547 *m*) auf der freien Hochfläche des nordöstlichen Teneriffa. Tabelle 2 gibt an, in wieviel Prozent aller Monate eine bestimmte Windrichtung vorherrschend war.

Tabelle 2.

Häufigste Windverteilung in Prozenten.

Las Palmas.
(1911 bis 1920.)

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Winter	**46**	17	0	4	4	0	6	23
Frühling	**67**	7	0	0	0	0	0	26
Sommer....	44	0	0	0	0	0	0	**56**
Herbst.	26	22	2	0	0	0	4	**46**

Laguna.

Winter	15	0	0	**43**	5	0	0	38
Frühling	**54**	0	0	0	0	0	0	46
Sommer..	**59**	0	0	0	0	0	0	41
Herbst.	36	0	0	10	3	0	0	**51**

In der Passatzeit ist in beiden Stationen N oder NW die häufigste Windrichtung; NO spielt nur in Las Palmas und auch hier seltsamerweise gerade außerhalb der Passatzeit eine nebensächliche Rolle. Im Winter überwiegt der SO in Las Palmas mitunter, in Laguna hingegen sehr häufig. Die Häufigkeit südöstlicher Winde im Winter in Laguna kann nicht gut lokalen Ursachen zugeschrieben werden. Über einen täglich-periodischen Windwechsel kann nichts ausgesagt werden, da nur die jeweils häufigste Richtung in den Jahrbüchern angegeben ist. Die Passatrichtung im Sommer ist N oder NW; dieses aus den Beobachtungen abgeleitete Ergebnis steht in Widerspruch zu den vielfachen Angaben, daß der Passat in diesen Gebieten aus NO komme.

c) Guimar.

Guimar (370 *m*) liegt oberhalb der SO-Küste Teneriffas, im Gehänge der von NO nach SW ziehenden, zum Meer abfallenden Gebirgskette (Cumbre). Die mittlere Windhäufigkeit während der drei Jahre 1911 bis 1913 ist — nur im Jahresdurchschnitt — gesondert mitgeteilt, da aus diesen drei Jahrgängen die Windhäufigkeit für die drei Beobachtungstermine berechnet wurde. Ein so

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ausgesprochenes Überwiegen von nur zwei Richtungen, wie es für Puerto de Orotava gefunden wurde, ist in Guimar nicht vorhanden. Am häufigsten sind NO und O; ein zweites Häufigkeitsmaximum liefert W; Windstillen sind sehr selten. Westliche Winde sind in der kälteren Jahreshälfte viel häufiger als in der wärmeren, während die östlichen Winde, weniger ausgesprochen, sich entgegengesetzt verhalten. NW ist im Winter häufig, im Sommer selten, während die Häufigkeit des SW, des S und SO vom Winter zum Sommer zunimmt. Im Sommer werden also im allgemeinen Winde mit östlicher und südlicher Komponente häufiger.

Tabelle 3.

Guimar: Jahreszeitliche Windverteilung (%).

(1912 bis 1916.)

		N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Calm.
Winter		9·7	15·2	10·2	6·7	7·5	6·6	**24·6**	15·2	4·1
Frühling		9·8	**16·5**	15·5	9·6	9·8	9·4	13·3	12·1	3·9
Sommer		10·2	**16·4**	14·9	12·4	12·8	12·3	9·0	7·1	4·3
Herbst		10·8	18·7	12·1		6·7	8·2	**21·7**	12·0	4·1
Jahr		10·1	**16·7**	13·2	8·5	9·2	9·1	**17·1**	11·6	4·1
(1911 bis 1913.)										
Jahr		6·2	18·2	**20·2**	12·8	9·2	10·3	13·2	9·3	0·8
(1911 bis 1913.)										
Winter	morgens	3·	4·1	6·6	3·9	4·8	4·7	**48·3**	23·5	0·5
	mittags	3·8	**27·8**	**30·2**	12·8	10·2	7·2	3·1	3·8	0·8
	abends	8·3	9·7	12·7	5·1	5·6		**33·8**	15·0	2·8
Frühling	morgens	7·3	**16·6**	12·8	9·1	11·4	12·8	**16·8**	13·2	0·0
	mittags	4·3	**29·3**	**25·1**	**23·4**	9·2	4·9	2·7	1·7	0·0
	abends	9·8	10·7	12·0	11·7	10·	16·5	**18·3**	9·4	0·8
Sommer	morgens	4·0	14·8	15·5	**21·7**	16·2	15·2	6·0	7·0	0·0
	mittags	2·3	**34·2**	**31 5**	21·3	4·7	4·7	1·8	0·0	0·0
	abends	7·0	10·2	15·5	9·8	13·8	**26·5**	12·3	4·7	0·0
Herbst	morgens	6·	15·2	9·3	·9	6·2	8·4	**30·6**	15·6	0·5
	mittags	3·3	32·3	**35·7**	11·1	7·3	5·5	1·6	0·7	2·7
	abends	8·0	15·9	**17·5**	11·1	6·9	11·8	**17·3**	10·8	1·4
Jahr	morgens	5·5	12·5	12·5	11·5	10·0	10·5	**21·5**	16·0	0·5
	mittags	4·0	**30·0**	**32·0**	16·5	8·0	5·0	1·5	1·5	1·0
	abends	9·0	12·0	**16·0**	10·5	9·5	15·5	**16·5**	10·5	1·0

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Der scharf ausgesprochene, tägliche Windwechsel im Winter, Frühling und Herbst deutet auf ein sehr kräftig entwickeltes, lokales Windsystem hin, das nur im Sommer aussetzt: Die W- und NW-Winde morgens und abends sind als Landwinde, durch Gebirgseinfluß verstärkt, aufzufassen, während die mittags dominierenden Winde aus dem östlichen Quadranten den Seewind darstellen. Der Passateinfluß im Sommer ist am meisten durch die starke Zunahme von SO angedeutet. Guimar liegt bezüglich der Passatströmung leeseitig; es ist bekannt (vgl. Hann, Hdbch. d. Klim.), wie weit sich der Windschatten in Lee des Inselgebirges meerwärts erstreckt. Der Passat, ob er nun mehr aus N oder mehr aus NO kommt, umfließt die Insel und die im Sommer so häufigen SO-Winde stellen vermutlich eine rückströmende Verzweigung des Passates in Lee der Insel dar. Das Gleiche gilt wohl auch für die im Sommer häufigwerdenden S- und SW-Winde, die aber nur morgens und abends häufig vorkommen. Faßt man SO, S und SW als Rückströmung im Windschatten der Insel auf, so kommt man zur Vorstellung, daß die Rückströmung morgens und besonders abends unter Landwindeinfluß mit einer W-Komponente, mittags unter Seewindeinfluß mit einer O-Komponente ausgestattet wird. Bei diesen Einzelheiten handelt es sich aber um Vorgänge, die nur auf Grund einer genauen Kenntnis der Örtlichkeit überblickt werden können. Der lokale Ursprung der W- und NW-Winde wird nicht nur durch die ausgesprochene Tagesperiode bewiesen; wären W und NW leeseitig des Gebirges herabsinkende Strömungen allgemeinen Charakters, so müßten in Guimar Föhnerscheinungen sehr häufig sein. Föhn kommt vor, ist aber selten. Ich erwähne den lokalen Ursprung des W und NW deshalb, weil man sonst leicht zur Auffassung kommen könnte, es handle sich um ein leeseitiges Herabsinken der oben in Izaña vorherrschenden NW-Strömung.

d) Cañadas.

Das Observatorium in den Cañadas del Teide (2100 *m*) lag in der Sohle des Riesenkraters, aus dem der Pik (3700 *m*) sich erhebt. Die Lage der Station scheint für Windbeobachtungen von vornherein als außerordentlich ungünstig, die Windrichtung als lokal höchst beeinflußt. Da aber aus den Beobachtungen sich eine Windverteilung ergibt, die sehr mit der Zugrichtung der unteren, von Cañadas aus beobachteten Wolken (Cu und Ni) übereinstimmt, muß den Windbeobachtungen in Cañadas selbst eine mehr als lokale Wichtigkeit beigemessen werden.

Die Tabelle gibt zuerst die Windverteilung, berechnet aus den vier Jahren 1912 bis 1915, sodann — nur für das Jahr — das Ergebnis aus den zwei Beobachtungsjahren Wengers (1911 bis 1912), da aus letzteren die später behandelte Zugrichtung der Wolken ermittelt wurde. Nur in der Häufigkeit der Calmen drückt sich ein wesentlicher Unterschied zwischen den zwei Reihen aus.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 4.

Cañadas: Jahreszeitliche Windverteilung (%).

(1912 bis 1915.)

		N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Calm.
Winter..		3·5	**33·5**	4·3	3·5	2·9	**20·9**	0·5	1·8	**28·7**
Frühling		4·6	**36·0**	3·4	3·0	4·4	**20·2**	1·2	1·6	**25·4**
Sommer...		2·6	**32·8**	2·5	0·9	1·9	**22·2**	0·8	0·8	**35·5**
Herbst		3·8	**27·2**	2·6	3·0	2·8	**25·4**	0·5	1·7	**32·9**
Jahr		3·6	**32·4**	3·2	2·6	3·0	**22·2**	0·8	1·5	**30·6**
(1910 bis 1911.)										
Jahr			**30·3**	11·2	4·8		**25·3**	2·5	2·3	13·0
(1912 bis 1915.)										
Winter.	morgens	2·7	**19·3**	2·4	3·2	4·0	**20·5**	0·6	2·9	**44·1**
	mittags	5·1	**53·1**	7·2	4·4	3·5	**23·6**	0·5	0·2	2·2
	abends	2·5	**27·8**	3·3	2·9	1·2	**18·5**	0·4	2·4	**41·0**
Frühling.	morgens	2·7	**26·6**	1·8	3·3	4·0	**16·7**	0·7	2·1	**41·9**
	mittags	6·7	**47·9**	5·3	2·9	6·6	**24·9**	1·9	1·3	2·4
	abends	4·3	**33·6**	3·2	3·0	2·6	**18·9**	1·1	1·5	**31·9**
Sommer.	morgens	1·2	**20·2**	1·3	0·8	1·5	**16·4**	0·2	0·5	**57·7**
	mittags	4·7	**46·5**	3·1	1·8	3·4	**33·7**	1·9	1·0	3·8
	abends	1·9	**31·6**	3·1	0·2	0·6	**16·5**	0·4	0·9	**44·9**
Herbst.	morgens	3·0	**14·4**	0·8	4·5	3·2	**20·9**	0·0	0·9	**52·5**
	mittags	6·4	**45·1**	4·4	2·3	3·2	**35·5**	1·2	1·0	0·9
	abends	1·9	**22·2**	2·6	2·3	2·1	**20·0**	0·3	3·1	**45·5**
Jahr	morgens	2·4	**20·1**	1·6	2·9	3·2	**18·6**	0·4	1·6	**49·1**
	mittags	5·6	**49·0**	5·0	2·7	4·1	**29·3**	1·3	0·8	2·3
	abends	2·7	**28·8**	2·9	2·1	1·6	**18·4**	0·6	2·0	**40·8**

Die Lage der Station in einem Sammelbecken kalter Luft verursacht eine große Häufigkeit von Windstillen morgens und abends, während mittags die Luft immer bewegt ist. Sieht man von den Calmen ab, so dominieren NO und SW. Als Glieder eines lokalen Windsystems können sie nicht gut erklärt werden. Erstens ist in der Häufigkeit von Monat zu Monat ein jährlicher Gang fast gar nicht vorhanden; zweitens ist ein deutlicher, täglicher Richtungswechsel nicht vorhanden. Die Häufigkeit beider dominierender Richtungen ist mittags am größten, morgens und abends kleiner,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

da mittags Calmen am seltensten sind. Winde lokaler Erzeugung müßten sich ganz anders verhalten. Man muß schließen, daß sowohl der NO wie der SW in Cañadas Strömungen von allgemeiner Bedeutung zugehörig sind, wobei natürlich die Möglichkeit besteht, daß die Richtung dieser beiden vorherrschenden Strömungen durch das Massiv des Pik und den Wall des Kraters erheblich beeinflußt ist. Ein ausgesprochener Passateinfluß kann aus dem jährlichen Gang der Häufigkeit nicht gut herausgelesen werden, da der NO während der Passatzeit Teneriffas (Sommer) nicht häufiger ist als im Winter. Nun liegt Cañadas im Mittel ja sicher schon oberhalb der eigentlichen Passatströmung und der SW könnte als Antipassat angesprochen werden. Folgt man dieser Auffassung, so muß man sich damit abfinden, daß dieser Antipassat im Winter ungefähr ebenso häufig ist wie im Sommer. An sich wäre es ja eine naheliegende Auffassung, das Dominieren des NO und SW daraus zu erklären, daß Cañadas abwechselnd vom unteren Passat und vom oberen Antipassat bestrichen wird, da ja die Grenze zwischen Passat und Antipassat stark schwankt. Aber mit dieser Auffassung stimmt einerseits der jährliche Gang der Häufigkeit beider Richtungen, anderseits die Windverteilung auf Izaña nicht überein.

e) Izaña.

Das Observatorium Izaña (2367 *m*) liegt, um 267 *m* höher als Cañadas, in freier Lage auf der Höhe der Kraterumwallung; eine wesentliche Beeinflussung der Windbeobachtungen durch das Massiv des Pik ist nicht wahrscheinlich.

Tabelle 5.

Izaña: Jahreszeitliche Windverteilung (%).

(1916.)

		N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Calm.
Winter		8·7	9·3	10·4	16·4	2·2	9·5	5·5	**35·0**	2·9
Frühling		6·5	2·3	4·2	4·1	1·5	3·6	12·4	**62·7**	2·9
Sommer		4·7	7·5	5·1	4·7	1·6	7·8	8·5	**53·7**	6·5
Herbst		10·5	9·8	5·5	11·7	4·0	4·5	1·9	**49·2**	2·9
Jahr		7·6	7·2	6·3	9·2	2·3	6·4	7·1	**50·1**	3·8
Winter	morgens	10·0	9·4	8·2	13·9	3·3	11·3	6·0	**33·4**	4·4
	mittags	9·5	9·7	12·1	18·9	2·1	7·5	2·7	**36·2**	1·1
	abends	6·6	8·9	10·9	16·6	1·1	9·7	7·7	**35·1**	3·3
Frühling	morgens	5·5	2·7	4·3	3·3	2·2	7·0	14·0	**59·9**	1·1
	mittags	8·2	3·3	5·5	6·5	1·1	2·2	9·7	**63·6**	0·0
	abends	4·8	0·6	2·7	2·2	1·1	2·7	12·9	**65·3**	7·6

© Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

(Fortsetzung der Tabelle 5.)

		N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Calm.
Sommer.	morgens	5·4	4·3	5·5	6·0	2·2	7·6	11·9	**53·9**	3·2
	mittags	8·6	13·0	7·6	7·6	1·6	4·8	4·9	**50·6**	1·1
	abends	0·0	4·4	1·6	1·6	1·1	10·9	8·6	**56·6**	15·2
Herbst...	morgens	10·5	11·0	5·5	15·2	3·8	8·3	3·9	**40·8**	1·1
	mittags	14·3	8·7	7·2	9·8	3·3	2·7	8·3	**43·5**	2·2
	abends	6·6	9·8	3·8	10·3	4·4	2·7	0·6	**56·3**	2·5
Jahr	morgens	7·8	6·9	5·9	9·6	2·9	8·9	9·0	**47·0**	2·4
	mittags	10·1	8·6	8·1	10·6	2·0	4·2	6·4	**48·4**	1·1
	abends	4·3	5·9	4·8	8·0	1·9	6·4	7·4	**53·5**	7·9

Nach den Beobachtungen des Jahres 1916 herrschen in Izaña in jeder Jahreszeit nordwestliche Winde stark vor; im Frühling und Sommer scheint NW häufiger als im Winter zu sein. Daneben sind, aber nur im Winter und Herbst, südöstliche Winde relativ häufig. Calmen sind der freien Lage wegen selten. Ein täglich-periodischer Windwechsel ist nicht vorhanden; NW dominiert zu jeder Tageszeit, erreicht anscheinend abends die größte Häufigkeit. Die mittlere Windstärke ist beträchtlich (vgl. p. 317). Es ist nicht zweifelhaft, daß diese so stark vorherrschende NW-Strömung, von der in Cañadas noch nichts zu bemerken ist, ein Glied der Passatzirkulation darstellt, die aber auch außerhalb der Passatzeit vorhanden ist, ebenso wie in Cañadas NO und SW während des ganzen Jahres vorhanden sind. Als »Antipassat« kann der NW in Izaña auf keinen Fall gedeutet werden.

Für die Jahre 1917 bis 1923 ist in den spanischen Jahrbüchern nur die vorherrschende Windrichtung jedes Monats verzeichnet. Nur in manchem Wintermonat wird SO häufiger als NW; von März bis November ist durchaus NW vorherrschend.

2. Windstärke.

In Tabelle 6 sind für die Jahres- und Tageszeiten die mittleren Windstärken jeder Station mitgeteilt. Beobachtet wurde anscheinend überall nach der zwölfteiligen Beaufortskala.

Tabelle 6.

Puerto de Orotava.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
	1·6	1·3	1·2	1·3	1·3
2 *p*	1·9	**2·3**	**2·3**	1·9	2·1
9 *p*	**1·6**	1·4	1·2	1·3	1·4
M....	1·7	1·7	1·6	1·5	1·6

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

(Fortsetzung der Tabelle 6.)

Guimar.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
	1·9	1·7	1·6	1·4	2·6
2 *p*.	2·2	**2·9**	2·8	2·1	2·5
9 *p*	1·7	1·7	1·7	1·4	1·6
M..	1·9	2·1	2·0	1·6	1·9

Cañadas.
(1910 bis 1911.)

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
	1·8	1·9	1·5	2·1	1·8
2 *p*	3·3	3·2	3·4	3·4	3·3
9 *p*	2·2	2·0	1·9	2·3	2·1
M..	2·4	2·4	2·2	2·6	2·4

Cañadas.
(1912 bis 1915.)

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
	1·3	1·2	0·8	1·1	1·1
2 *p*	2·5	2·5	2·2	2·7	2·5
9 *p*	1·5	1·3	1·0	1·3	1·3
M.	1·8	1·7	1·3	1	1·6

Izaña.
(1916.)

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
	5·4	6·0	4·6	4·7	5·2
2 *p*	5·0	5·6	4·0	4·	4·8
9 *p*	5·6	5·6	4·4	3·9	4·9
M.	5·3	5·7	4·3	4·4	4·9

Puerto de Orotava: Im Winter ist das System der Land- und Seewinde am reinsten entwickelt, die Windstärke mittags (Seewind) nur wenig größer als morgens und abends. Im Frühling und Sommer macht sich Passateinfluß geltend: Die Windstärke ist morgens und abends kleiner, mittags größer als im Winter. Mittags wird der Passatgradient durch den lokalen Seewindgradienten verstärkt, abends und morgens durch den lokalen Landwindgradienten

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

abgeschwächt; im Tagesmittel sind deshalb die jahreszeitlichen Unterschiede nur gering.

Guimar: Windstärke etwas größer wie in Puerto de Orotava, bei gleichem, täglichem Gange. Auch hier ist die Windstärke im Sommer mittags größer, abends und morgens kleiner als im Winter.

Cañadas: Wengers Beobachtungen (1911 bis 1912) ergeben wesentlich größere Windstärken als die folgenden Jahre. Es ist nicht wahrscheinlich, daß die Unterschiede reell sind. Durch Wengers Beobachtungen wäre trotz der sehr geschützten Lage die Luftbewegung in Cañadas wesentlich lebhafter als unten in Küstennähe. In beiden Reihen ist die Luftbewegung im Sommer am schwächsten, doch sind die jahreszeitlichen Unterschiede in beiden Reihen nicht bedeutend, bei sehr kräftigem, täglichem Gange. Wenn während der wärmsten Tagesstunden eine lebhafte, konvektive Vertikaldurchmischung der Luftmassen im Kraterbecken im Gange ist, ist die Windgeschwindigkeit am größten, da lebhaft bewegte Luft aus der Höhe in das Becken herabsteigt.

Izaña: Die mittlere Windstärke ist dreimal so groß wie in der Niederung, zwei- bis dreimal so groß wie in Cañadas. Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist auf Izaña sehr groß. Zum Teil kann diese bedeutende mittlere Windstärke vielleicht auf die Zusammendrängung der Strömungslinien über dem Kamme zurückgeführt werden; andererseits liegt aber Izaña bei NW im Windschatten des Pik, was die Geschwindigkeit herabsetzen müßte. Mutmaßlich findet man aber in der Höhe von Izaña im Gebiete der Canaren auch in der freien Atmosphäre raschere Luftbewegung als in den Schichten bis zur Meeresfläche hinab.

Nach den einjährigen Beobachtungen ergibt sich für den Sommer eine geringere Windgeschwindigkeit als für Winter und Frühling. Eine Verstärkung der Luftbewegung während der wärmsten Tagesstunden ist nicht mehr vorhanden; im Sommer und Winter sind die Mittagswerte sogar auffallend klein — im Ganzen also der für Berggipfel charakteristische, tägliche Gang.

3. Zugrichtung der Wolken.

Die Bewölkung Teneriffas, namentlich in höheren Lagen — oberhalb der Zone der eigentlichen Passatwolken — ist sehr gering, aber mit Rücksicht auf die Verhältnisse in der Region des Antipassates kommt auch spärlichen Wolkenbeobachtungen große Bedeutung zu.[1] Wenger hat auf Cañadas zwei Jahre hindurch die Zugrichtung der Wolken bestimmt. Es liegen 938 Einzelbeobachtungen vor, die sich auf die Bewölkung oberhalb Cañadas

[1] I. Hann, Die Windrichtung auf dem Gipfel des Pik von Teneriffa. Met. Z. 1906, p. 559. — Hann diskutiert die Beobachtungen bei gelegentlichen Ersteigungen des Piks.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

beziehen. Die Verteilung des Wolkenzuges auf die einzelnen Richtungen wurde gesondert *a)* für alle Cirrusformen, *b)* für Alto-Cumulus, *c)* gemeinsam für Cumulus und Nimbus berechnet. Das Ergebnis dieser Auszählung zeigt nachstehende Übersicht für Jahr und Jahreszeiten.

Tabelle 7.

Zugrichtung der Wolken (Cañadas 1910 bis 1911).

Cirrus.

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Zahl d. Beobachtungen
Winter..	3·2	7·4	—	3·7	3·2	**30·7**	24·8	27·0	189
Frühling	2·2	1·1	—	2·2	—	**40·6**	34·1	19·8	91
Sommer.	—	6·2	—	12·5	6·3	25·0	**37·5**	12·5	16
Herbst..	1·0	4·2	0·5	3·6	—	**56·3**	6·8	27·6	192
Jahr	·1	4·9	0·2	3·7	1·4	**42·7**	19·9	25·2	488

Alto-Cumulus.

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Zahl d. Beobachtungen
Winter	8·7	4·4	—	4·4	8·7	**34·7**	26·1	13·0	23
Frühling	—	10·0	10·0	25·0	10·0	**30·0**	15·0	—	20
Sommer.	3·2	9·7	—	16·1	22·6	**41·9**	6·5	—	31
Herbst..	1·7	—	—	8·3	1·7	**61·6**	6·7	20·0	60
Jahr..	3·0	4·5	1·5	11·9	9·0	47·8	11·2	11	134

Cumulus und Nimbus.

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Zahl d. Beobachtungen
Winter	13·4	**37·1**	2·1	6·2	7·2	14·4	14·4	5·2	97
Frühling	4·5	**30·3**	2·3	10·1	1·1	**23·6**	14·6	13·5	89
Sommer	—	7·1	—	28·6	—	**42·9**	7·1	14·3	14
Herbst..	·6	17·2	—	4·3	0·9	**44·8**	6·9	23·3	116
Jahr.	6·3	**26·6**	1·2	7·6	2·8	**29·4**	11·4	14·6	316

Cirrus: Cirrusformen sind im Herbst und Winter am häufigsten, im Sommer sehr selten, da ja im Sommer Teneriffa im Zentralgebiet des subtropischen Hochs liegt. Am häufigsten ziehen die Cirren aus SW, nur im Sommer aus W, falls man den Mittelwerten für den Sommer trotz der geringen Zahl der Beobachtungen Gewicht beimessen will. Neben SW ist Cirruszug aus W und NW ebenfalls häufig. NW ist im Herbst und Winter häufiger, im Frühling seltener als W Da NW, nicht W, als zweithäufigste Zugrichtung sich herausstellt, dürfte Ci aus SW ganz

© Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

andere Witterungsvorgänge in großen Höhen andeuten als Cirrus aus NW. Im Cirrusniveau ist die Antipassatströmung in jeder Jahreszeit ausgesprochen. Betrachtet man W insoferne als neutrale Strömung, als bei W keine meridionale Luftversetzung vorhanden ist, so sieht man, daß im Winter Antipassat (SW) und NW fast gleich häufig werden, während im Herbst, bei gleicher Häufigkeit des NW, der Antipassat weitaus überwiegt. Das Ergebnis, daß in der eigentlichen Passatzeit, im Sommer, in Cirrushöhe der neutrale W vorherrscht und SO etwas häufiger wird, wäre wichtig und bemerkenswert, wenn man es als gesichert betrachten könnte. Wesentlich ist, daß neben dem stark vorherrschenden SW im Cirrusniveau noch W und besonders NW häufig sind.

Alto-Cumulus: Über die mittlere Höhe der A-Cu-Bildungen im Gebiete der Canaren ist nichts bekannt. Aber da A-Cu im allgemeinen sich wohl am häufigsten in Höhen von 4000 bis 5000 *m* findet, muß man annehmen, daß die beobachteten A-Cu sich in der Regel noch beträchtlich über dem Gipfel des Pik befunden haben. A-Cu ist an sich selten, viel seltener als Ci und wurde am häufigsten im Herbst, am seltensten im Frühling und Winter beobachtet. Im Sommer hingegen ist A-Cu zirka zweimal so häufig wie Ci. Wie die Ci, so zieht auch A-Cu weitaus am häufigsten aus SW; gegenüber der Windverteilung im Ci-Niveau ergibt sich aber der Unterschied, daß im Niveau der A-Cu W und NW erheblich seltener werden, während die Häufigkeit von S und SO zunimmt. Da also sowohl die neutrale Richtung W und NW — letztere befördert Luft in niedrigere Breiten — seltener werden, ist man zu dem Schlusse genötigt, daß im Niveau der A-Cu die Antipassatströmung am kräftigsten entwickelt ist. S und SO werden am häufigsten im Frühling und Sommer, in Übereinstimmung mit dem Anschwellen des SO im Cirrusniveau im Sommer. Da im Sommer der Wärmeäquator Teneriffa am nächsten liegt, wäre es verständlich, daß Antipassat auch noch als SO und S auftritt. Im Frühling und Sommer fehlt auch NW gänzlich, wogegen O und NO etwas häufiger werden.

Cumulus und Nimbus: Diese niedrigsten Wolkenbildungen oberhalb Cañadas sind im Sommer außerordentlich selten, in den drei anderen Jahreszeiten ungefähr gleich häufig; im ganzen häufiger als A-Cu und seltener als Ci. Bei Cu und Ni sind SW und NO die bevorzugten Zugrichtungen. Im Sommer und Herbst ist SW häufiger, im Winter und Frühling seltener als NO. SO wird im Frühling und Sommer relativ häufig, entsprechend den Verhältnissen in der Höhe der A-Cu. NW ist im Herbst häufig. Es ist begreiflich, daß die gemeinsame Behandlung von Cu und Ni zu einer in den Einzelheiten verwickelten Verteilung führen muß. Hält man sich nur an die Haupterscheinungen — SW und NO die vorherrschenden Richtungen —, so drängt sich ähnlich wie bei Besprechung der Windverteilung in Cañadas die Vermutung auf, daß die Bildungshöhe der Cu und Ni ungefähr der Grenzhöhe zwischen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Passat und Antipassat entspricht und daß diese Höhe abwechselnd von der einen und der anderen Strömung eingenommen wird. Daß NO gerade im Sommer sehr selten ist, also in der Passatzeit, hat wegen der äußerst geringen Anzahl von Einzelbeobachtungen nicht viel zu sagen. Nicht gut zu vereinen ist aber die oben erwähnte Annahme, beziehungsweise das Driften der Cu und Ni aus NO oder SW, mit der auf dem Izañaobservatorium so ausschließlich vorherrschenden NW-Strömung. Nach den Windbeobachtungen auf Izaña möchte man der Windverteilung in Cañadas, im Kraterbecken gar keine Bedeutung beimessen, unter Berufung auf die Lage. Anderseits liefern aber die Beobachtungen von Cu und Ni die gleiche Windverteilung wie in Cañadas, obwohl man erwarten müßte, daß der Zug dieser niedrigen Wolken mit der Windrichtung auf Izaña übereinstimmt.

Übersicht.

In den unteren Lagen von Teneriffa (Orotava und Guimar) ist die Windrichtung sehr stark durch lokale Einflüsse (Land- und Seewind) beeinflußt, woraus z. B. an der Nordküste eine außerordentlich große Häufigkeit von NO-Winden auch außerhalb der eigentlichen Passatzeit resultiert. Die Passatzeit ist hier dadurch markiert, daß NO-Wind auch morgens und abends vorherrschend wird und die Landwinde unterdrückt. An der SO-Küste wieder findet man im Windschatten des hohen Inselgebirges als Korrelat der Passatströmung östliche bis südöstliche Winde, deren Häufigkeit außerhalb der Passatzeit durch Seewind verursacht ist und dann — im Gegensatz zum Sommer — nur auf die wärmeren Tagesstunden sich beschränkt.

Die NO-Richtung der Passatströmung ist an den Landstationen (Las Palmas, Laguna) nicht vorhanden. Der Passat weht als NW oder N, während z. B. in Mogador an der nahen afrikanischen Küste NO-Winde durchaus vorherrschen.[1]

Ob im Gebiete der Canaren auch auf offener See die Passatströmung mehr aus N und NW als aus NO kommt, kann aus dem behandelten Material nicht entschieden werden.

Während Orotava, Guimar, Las Palmas und wohl auch noch Laguna im Bereiche der unteren, eigentlichen Passatströmung liegen, weht in jenen Höhen, in denen die Bildung von Alto Cumulus am häufigsten vor sich geht, das ganze Jahr hindurch die Antipassatströmung (SW), der wohl auch noch die im Sommer häufiger werdenden S- und SO-Winde zuzuzählen sind. Winde,

---

[1] Vgl. Windverhältnisse in Mogador etc., Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, XXXV, 1907.

© Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

die Luft in niedrigere Breiten transportieren, sind im Gebiete der A—Cu viel seltener als im Cirrusniveau, wo neben der weitaus vorherrschenden Antipassatströmung W- und namentlich NW-Winde viel häufiger werden als im Niveau der A-Cu.

Zwischen der unteren Passatströmung und dem Antipassat liegt die von Hergesell entdeckte und benannte »Mischungsschichte« oder »Übergangsschichte«, in der von unseren Stationen Cañadas und Izaña liegen und auf die sich wohl auch die Beobachtungen der niedrigsten Wolken über Cañadas (Cu und Ni) beziehen. Mit der Ansicht, daß diese Übergangsschichte zwischen Passat und Antipassat zu den windveränderlichsten Schichten der Atmosphäre gehören, würden Windverteilung in Cañadas und Zugrichtung der Cu und Ni insofern gut übereinstimmen, als SW ungefähr ebenso häufig ist als NO. Man müßte also schließen, daß diese Höhe abwechselnd im Bereiche des Passats und des Antipassats liegt. Anderseits herrschen aber auf der frei gelegenen Station Izaña das ganze Jahr hindurch starke NW-Winde in einem Ausmaße vor, daß dieser NW-Wind sich als die stabilste Strömung in allen Schichten bis zum Ci-Niveau hinauf darstellt. Es gibt im Gebiete der Canaren in keiner Höhe eine Strömung, die die Bezeichnung »Passat« mehr verdienen würde als diese NW-Strömung auf Izaña, neben der nur im Winter SO-Wind etwas häufiger wird.

Da an der Existenz dieser NW-Strömung nicht gut zu zweifeln ist, muß sie als wichtiges Glied des Passatsystemes betrachtet werden. Nach der meisterhaften Darstellung, die Sverdrup[1] gegeben hat, vollzieht sich der Übergang vom Passat zum Antipassat durch eine Linksdrehung des Windes, so daß in der Grenzschicht zwischen den zwei Strömungen NW-Winde wehen. Betrachtet man, dieser Auffassung entsprechend, den NW auf Izaña als Zwischenglied zwischen Passat und Antipassat, so muß man die Ansicht, daß die »Übergangsschichte« ein Gebiet sehr veränderlicher Winde sei, eigentlich aufgeben. Was die Entstehung dieser NW-Strömung anbelangt, so schließt sich Sverdrup der Ansicht Wengers an, der die Bildung der Übergangsschicht auf den Massenaustausch zwischen Passat- und Antipassat zurückführt. So wahrscheinlich diese Annahme auch durch Sverdrups Rechnungen wird, so ergeben sich doch unter der Voraussetzung, daß Izañas Windverhältnisse als repräsentativ für diese Grenzschicht betrachtet werden dürfen, drei Schwierigkeiten: Erstens ist die NW-Strömung in der sogenannten Übergangsschicht viel häufiger als die Strömungen oberhalb und unterhalb, d. h. NW ist

---

[1] H. U. Sverdrup, Der nordatlantische Passat. Veröffentl. des Geophysikal. Inst. der Universität Leipzig, Bd. II, Heft 1, Leipzig 1917

Ferner: A. Peppler, Die Windverhältnisse im nordatlantischen Passatgebiet, dargestellt auf Grund aerologischer Beobachtungen. Beitr. z. Phys. d. fr. Atm., Bd. IV, 1912.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

in der Übergangsschicht viel stärker vorherrschend als der untere Passat und der obere Antipassat; zweitens ist der NW auf Izaña während des ganzen Jahres vorherrschend, also auch dann, wenn die untere Passatströmung gar nicht vorhanden oder nur schwach entwickelt ist; drittens widerspricht der Auffassung von Sverdrup und Wenger die auffallend große Geschwindigkeit der NW-Strömung. Ist letztere ein Ergebnis des Massenaustausches zwischen Passat und Antipassat, so muß man eine geringe Geschwindigkeit in der Grenzschicht erwarten, während nach den Beobachtungen auf Izaña die Geschwindigkeit des NW mindestens gleich groß ist wie jene des unteren Passats auf offenem Meere. Diese drei Momente sind kein Beweis gegen die Richtigkeit der Auffassung von Wenger und Sverdrup, sondern sollen nur eine Schwierigkeit dieser Auffassung andeuten. Ich persönlich neige auf Grund der Tatsache, daß diese starke NW-Strömung während des ganzen Jahres vorhanden ist, zu der Annahme, daß dieser NW-Srom das Hauptglied des Passatsystems im Gebiete der Canaren darstellt, immer unter der Voraussetzung, daß dieser NW in der freien Atmosphäre in gleicher Häufigkeit und Stärke vorhanden ist wie auf Izaña. Daß dieser NW in der Zugrichtung der Cu und Ni nur schwach angedeutet in Erscheinung tritt, hängt wohl damit zusammen, daß dieser NW, soweit er zum Passatsystem zu zählen ist, eine sinkende Strömung darstellt, in der im allgemeinen Wolken sich weder bilden noch erhalten können. Nur bei dem Vorstoße kalter Luftmassen kommt es temporär zu Wolkenbildung und derartigen Störungen mag es zuzuschreiben sein, daß noch über 14% der Cu und Ni über Cañadas aus NW ziehen. Was aber die Bildung von Cu und Ni im allgemeinen anbelangt,[1] so erfolgt ihre Bildung unter dem Einflusse atmosphärischer Störungen eben dann, wenn temporär das Passatsystem durch diese Störungen ausgeschaltet ist. Die niedrigen Wolken bilden sich wohl dann, wenn auf Izaña der absinkende Passat-Nordwest aussetzt.

Zum Schlusse dieser Untersuchung, die nur Material darbieten will, möchte ich dem Wunsche Ausdruck geben, es möchten die Beobachtungen des so ungemein wichtigen Izaña-Observatoriums seit 1918 in extenso publiziert werden.

---

[1] Die eigentlichen »Passatkumuli« ziehen wohl in der Regel tiefer als Cañadas und sind deshalb in die Beobachtung nicht einbezogen worden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: 135_2a

Autor(en)/Author(s): Ficker Heinrich von

Artikel/Article: Richtung von Wind und Wolken auf Teneriffa. 307-322