

zweckmässigsten Flügelflächenconstructions und Flugmaschinensysteme, sowie Vorschläge für die Anfertigung derselben sich anreihen sollen. An passender Stelle will ich Capitel über den Nutzen des Windes, über den Vorthail grosser Fluggeschwindigkeiten, über Treibapparate und über die Stabilitätsbedingungen einschalten.

Wissenschaftliche Luftfahrten in Amerika.*)

Das Signal Office der Vereinigten Staaten von Nordamerika hatte sich auf Anregung des bekannten Meteorologen Cleveland Abbe bereits im Jahre 1884 die dankenswerthe Aufgabe gestellt, bei bestimmten Wetterlagen eine Reihe von Ballonfahrten zur Erforschung der gleichzeitigen atmosphärischen Verhältnisse in der Höhe zu unternehmen. Die Aufgabe schien durch das Entgegenkommen des Luftschiffers King in Philadelphia leicht erfüllbar. Dieser hatte sich nämlich erboten, auf telegraphische Anweisung seitens des Meteorologischen Amtes in Washington seinen Ballon „Eagle Eyrie“ derartig schnell zu füllen, dass ein gleichzeitig mit dem Telegramm von Washington abgehender Beobachter bei seinem Eintreffen in Philadelphia ihn zur Auffahrt bereit finden sollte.

Ob und in welcher Weise dieses Unternehmen nun ausgeführt worden war, darüber verlautete lange Zeit nichts. Erst vor Kurzem ist hierüber durch eine im american meteorological journal erschienene Abhandlung*) näherer Bericht gegeben. Aus der letzteren, von Herrn Hammon, dem meteorologischen Beobachter bei den Ballonfahrten, verfasst, erfahren wir, dass nach jenem vorgefassten Plane vier Fahrten ausgeführt worden sind, sämmtlich zu Beginn des Jahres 1885. Da wohl selten Gelegenheit ist, über wissenschaftliche Luftfahrten in Amerika zu berichten, so dürfte eine eingehende Besprechung derselben hier am Platze sein.

Die allgemeinen Vorbereitungen bestanden in einer sorgfältigen und den natürlichen Bedingungen bei der Fahrt in verschiedener Beziehung angepassten Prüfung aller mitgeführten Instrumente, deren wichtigste Aneroidbarometer, sowie trockenes und feuchtes Schleuderthermometer waren. Die Beobachtungsergebnisse verdienen daher Vertrauen; ob aber auch ihre Genauigkeit als eine durchaus genügende angesehen werden kann, erscheint, wie sogleich näher erläutert werden soll, dennoch fraglich.

Der Aneroidbarometer wurde unter der Luftpumpe mit einem Quecksilberthermometer bei verschiedenen Ständen, aber nur bei zunehmendem Luftdruck verglichen, sowohl vor den Luftreisen, wie auch nach der zweiten, dritten und vierten Fahrt. Die Differenzen schwankten zwischen + 0,25 und — 0,04 englischen Zollen, das giebt eine Amplitude von fast 8 mm; in

*) W. H. Hammon: Meteorological observations taken in four balloon voyages. Amer. met. journ. 1891. Febr. S. 498—528.

richtiger Würdigung der sonach überhaupt zu erlangenden Genauigkeit wurde eine mittlere Correction für alle Stände als ausreichend erachtet. Die wechselnde Wirkung der Sonnenstrahlung auf die Angaben von Aneroiden wurde ganz unbeachtet gelassen.

Die Psychrothermometer waren nicht nur auf ihre Scalencorrection, sondern auch auf ihre Empfindlichkeit untersucht worden u. z. auf die bei der Schleuderbewegung durchschnittlich vorhandene Empfindlichkeit. Hierbei wurde die Thiessen'sche Methode (Siehe „Vergleichungen von Quecksilberthermometern“ in den „Metronomischen Beiträgen“ Berlin 1881) zu Grunde gelegt. Die Experimente ergaben, dass bei den auf der ersten Fahrt benutzten Thermometern durch zwei Minuten langes Schleudern eine künstliche Temperaturerhöhung von 5°F auf $0^{\circ},5\text{ F}$ reducirt wurde; bei den später benutzten Thermometern, welche kaum halb so dicke Gefässe hatten als die ersten, reichte hierzu ein Zeitraum von 1 Minute 17 Sekunden aus. Diese Zeiträume wurden auch für genügend erachtet zum Schleudern im Ballon. — Abgesehen von den durch die Sonnenstrahlung hervorgerufenen principiellen Abweichungen der Angaben von Schleuderthermometern von der wahren Lufttemperatur, wird man den ermittelten Temperaturen auch deswegen keine allzugrosse Genauigkeit beimessen können, weil die Ablesungen innerhalb oder in nächster Nähe der Gondel erhalten wurden, wo durch Sonnenstrahlung und Körperwärme erhöhte Temperatur herrschen muss. Endlich aber dürften die Angaben auch deswegen ungleichwerthig sein, weil keine Gewähr vorhanden ist, dass die künstliche Temperaturerhöhung, insbesondere nach längeren Beobachtungspausen, weniger als 5°F betragen hat, und ferner, dass immer die nöthige Geschwindigkeit beim Schleudern inne gehalten worden ist. Am wenigsten zuverlässig werden wohl die Thermometerangaben an den Stellen sein, wo natürliche Discontinuitäten in den Wärmeverhältnissen bestanden, insbesondere beim Verlassen und Erreichen der Wolken. — Immerhin darf man aber die erlangten Resultate im Allgemeinen als gute Annäherungen betrachten, jedenfalls als werthvoller wie die grosse Masse der Beobachtungen im Ballon.

Zur Ausführung und für die Reihenfolge der Beobachtungen war ein bestimmtes Schema vorgeschrieben; die gesammte Dauer eines Beobachtungssatzes betrug bei der ersten Fahrt im Mittel 3 Minuten 30 Sekunden, bei den übrigen 2 Minuten 25 Sekunden.

Die Fahrten mit dem 25 000 Cubik-Fuss fassenden Ballon verliefen nicht genau dem Programm entsprechend, insofern die Zeit der Auffahrt sich meistens verzögerte, eine Thatsache, die übrigens bei nüchterner Beurtheilung aller möglichen Zufälle, zumal bei einem Privat-Luftschiffer vorauszusehen war. Schon die erste Fahrt, welche am 19. Januar 1885 stattfand, zeigte den Mangel einer strengen Organisation. Sie sollte möglichst frühzeitig an dem genannten Tage angetreten werden, durch Kälte war aber die Ballonhülle hart und brüchig geworden, die Füllung

konnte erst spät beginnen und die Auffahrt erfolgte daher 4 $\frac{1}{4}$ Uhr Nachmittags.

Am 19. Januar 1885 herrschte über den Vereinigten Staaten von Nordamerika ziemlich hoher, gleichmässig vertheilter Luftdruck (in Philadelphia 13 mm über dem normalen) und sehr niedrige Temperatur (Tagesmittel in Philadelphia — 6°,1 C.); der Himmel war bis auf etwas schwachen Dunst klar. Bei dem Mangel einer genauen Kenntniss der Luftdruckvertheilung — das amerikanische Stationsnetz dürfte wohl für die vorliegenden Fragen noch zu weitmaschig sein — ist die Beziehung zwischen dieser und den jeweiligen Fahrtrichtungen im Einzelnen schwer zu begründen; der Verfasser beschränkt sich daher auf die Constatirung der Thatsachen. Bis zur Höhe von 900m*) kam der Wind aus NW, darüber hinaus aber und zwar bis zu der erreichten Maximalhöhe von 1400 m aus SW. In der unteren Strömung fiel die Temperatur um etwa 0°,9 C. per 100 m (von — 4°,7 unten bis — 12°,9 C.), in der oberen dagegen stieg sie wieder um etwa 0°,7 per 100 m. Auffallend war die grosse Trockenheit, da am Grunde die relative Feuchtigkeit nur 38, in der Maximalhöhe sogar nur 14% betrug. Doch geht aus der eigentlichen Beobachtungstabelle hervor, dass eine Verringerung der procentischen Feuchtigkeit erst in jenem SW-Strom eintrat, während in der unteren Schicht eher eine geringe Vermehrung nach oben hin vorhanden gewesen zu sein scheint.

Wegen der zunehmenden Dunkelheit mussten die Beobachtungen bald abgebrochen werden, die Fahrt wurde jedoch bis 7 Uhr Abends fortgesetzt. Die Landung erfolgte in 100 km Entfernung von Philadelphia; die mittlere Fahrtgeschwindigkeit betrug 9 m. p. s., und zwar nahm sie von 6 m. p. s. unten bis 14 m. p. s. oben zu.

Die zweite Fahrt wurde am 13. März 1885 gemacht. An diesem Tage war der Luftdruck im Süden und Südwesten am niedrigsten, im Norden am höchsten, in Philadelphia etwas übernormal; die Temperatur war beim Herannahen des Maximums von Nord her rasch gefallen, sie betrug bei der Abfahrt — 4° C.; der Himmel war bezogen, das Gewölk aber dünn; der Wind kam aus NE.

Der Ballon stieg um 1 $\frac{3}{4}$ Uhr Nachmittags in die Höhe und erreichte schnell die untere Wolkengrenze in 600 m bei NE-Wind. Die nur 250 m dicke Wolkenschicht war rasch durchheilt und befanden sich so die Luftschiffer bald im klaren Sonnenschein. Die Windströmung war hier süd-östlich geworden und hielt bis zu der erreichten Maximalhöhe von 1300 m an. Noch nicht eine Stunde später durchschnitten sie beim Fallen wieder die Wolken, deren oberer und unterer Rand sich inzwischen um mehr als

*) Die folgenden Zahlenangaben sind aus den englischen Maassen ungerechnet und abgerundet wiedergegeben.

100 m gehoben hatte, und erreichten auch bald den Boden; durch Auswerfen von Ballast gingen sie von Neuem in die Höh' und drangen bei gleicher Höhe wie zuletzt um 3 Uhr Nachmittags in die Wolken ein, deren Elemente sich als Eispartikeln fühlbar machten, sie stiegen bis gegen $3\frac{1}{2}$ Uhr, um dann bis zu der um $4\frac{1}{2}$ Uhr erfolgten Landung andauernd zu sinken.

Die Temperatur war unten -4°C. , unterhalb der Wolken nahm sie um $0^{\circ},8$ per 100 m ab, in den Wolken und darüber aber um ungefähr den gleichen Betrag zu. Die Zunahme oberhalb der Wolken ist sehr unregelmässig und schwankend, innerhalb derselben wohl sehr unsicher. Das feuchte Thermometer war innerhalb der Wolken um $0^{\circ},3$ höher als das trockene. Die Geschwindigkeit der Bewegung, 6 m. p. s. im Durchschnitt, war in der ganzen Luftschicht wenig schwankend.

Bei der dritten Fahrt am 25. März 1885 lag ein Minimum im Norden, während der Luftdruck in Philadelphia nahezu normal war. Der Wind war südwestlich auch in den grössten der erreichten Höhen. Der Himmel erschien zuerst wolkenlos, überzog sich aber allmählich mit einer Stratusschicht. Die Auffahrt erfolgte um $12\frac{1}{2}$ Uhr Nchm., um 2 Uhr wurde mit 1800 m die grösste Höhe erreicht. Schon bei 600 m war der Ballon in einem leichten Nebel, er blieb in demselben bis zur Landung um $2\frac{1}{4}$ Uhr, die wegen der Nähe des Meeres so frühzeitig nothwendig wurde. Die Temperatur, die bei der Abfahrt $10\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ betrug, nahm in allen Schichten ab, am bedeutendsten unten um 1° pro 100 m, sonst ziemlich schwankend, im Durchschnitt $0,7^{\circ}$ pro 100 m; als niedrigste wurde in 1800 m Höhe $1,5^{\circ}\text{C}$ beobachtet. Die Windgeschwindigkeit war unten am Boden schwach, bei der Landung nur 2 m. p. s., nahm aber mit der Erhebung sehr schnell und bedeutend zu, bis zu 20 m. p. s., im Durchschnitt war die Fahrtgeschwindigkeit = 17 m. p. s.

Bei der vierten und letzten Fahrt am 16. April lag ein Minimum im Westen, ausgesprochen tags vorher; nach einer regnigten Nacht trat Morgens Aufklaren ein.

Bei der Auffahrt um $12\frac{1}{4}$ Uhr Nchm. war das Wetter wolkenlos. Um 1 Uhr wurde die grösste Höhe, 1300 m, erreicht, und bereits um 2 Uhr wegen ausgedehnter Waldcomplexe die Landung beschlossen. Nach einer unangenehmen Schleiffahrt, bei der ein Theil der Instrumente zerbrach, erfolgte um $2\frac{1}{2}$ Uhr die Landung, nur 37 km von Philadelphia entfernt.

Die Temperatur an der Erdoberfläche schwankte zwischen 10 und 12°C. , nahm zuerst bis 900 m schnell, $1^{\circ},2$ per 100 m, dann bis 1250 m, wo $-0,5^{\circ}\text{C.}$ beobachtet wurde, langsamer ab, um schliesslich sogar, bis 1300 m, etwa einen Grad zuzunehmen. Der Wind kam unten und oben aus NW, aber mit mehrfachen Drehungen nach N; die Geschwindigkeit, die unten 7 m. p. s. betrug, nahm nach oben hin ab und ist im Mittel nur = 5 m. p. s.

Von den vorliegenden Fahrten sind der Abhandlung Darstellungen in Aufriss und Grundriss beigegeben, allerdings nur ganz skizzenhaft.

Es sind sämmtliche Beobachtungen in dankenswerther Weise publicirt, so dass sich noch mancherlei Verwendung dafür finden wird. Vom Verfasser selbst sind die Hauptresultate über die Wind- und Temperaturverhältnisse ermittelt und in Tabellenform veröffentlicht. Wir entnehmen seinen Tabellen folgende in metrisches Maass umgerechnete Daten:

Wind-Richtung und -Geschwindigkeit in verschiedenen Höhen.

1885.	Zeit		Höhe: m		Wind	
	von	bis	von	bis	Richt.	Geschw.: m. p. s.
1. Fahrt Jan. 19.	Auffahrt	4 ^h 12 ^m		30	NW	6.7
	4 ^h 12 ^m	4 22	30	915	NW	5.8
	4 22	4 36	915	1455	SW	7.6
	4 36	4 58	1455	1420	SW	4.5
	4 58	5 5	1420	1425	SW	11.6
	5 5	5 14	1425	1355	NW	13.4
	5 14	7 5	1355	15	NW	9.8
Mittlere Geschwindigkeit =						8.5
Windgeschwindigkeit bei der Landung =						5.5

2. Fahrt März 13.	Auffahrt	1	38		30	NE	6.7
	1	38	2	42	{ 30 1325	{ NE	7.2
					{ 1325 560	{ SE	
	2	42	3	20	{ 560 175	{ E	6.3
					{ 175 715	{ SE	
	3	20	3	57	{ 715 1067	{ SE	7.2
					{ 1067 540	{ SE	
	3	57	4	25	{ 540 415	{ E	5.4
					{ 415 285	{ NE	
	Mittlere Geschwindigkeit =						6.3
Windgeschwindigkeit bei der Landung =						4.5	

3. Fahrt März 27.	Auffahrt	12 27		30	SW	2 ?
	12 27	12 50		30 915	SW	11.6
	12 50	1 8		915 1310	SW	18.8
	1 8	1 31		1310 1430	SW	17.4
	1 31	1 43		1430 1755	SW	17.9
	1 43	1 56		1755 1830	SW	17.0
	1 56	2 19		1830 15	{	SW 14.3
						SE
Mittlere Geschwindigkeit =						16.1
Windgeschwindigkeit bei der Landung =						2 ? (light)

4. Fahrt April 16.	Auffahrt		12	21		30	N	6.7	
	12	21	12	49		30	1250	{ N NW	5.8
	12	49	1	6	1250	1310	NW	5.8	
	1	6	1	30	1310	395	{ N NW	4.5	
	1	30	2	10	{ 395 945	945 275	{ N NW	4.0	
	2	10	2	28	275	30	{ N NW	4.5	
	Mittlere Geschwindigkeit =							4.7	
	Windgeschwindigkeit bei der Landung =							6.7	

Temperaturänderung (C°) per 100 m.

Fahrt vom	Seehöhe: m	Betrag der Änderung: C°	Himmelsansicht
19. Januar	30 — 1000	— 0.84	{ Leichter Dunst.
	1000 — 1400	+ 0.66	
13. März	30 — 730	— 0.75	{ Mit niederem Stratus bezogen.
	730 — 1050	+ 0.84	{ In Wolken eingehüllt.
	1050 — 1325	+ 0.75	{ Wolkenlos, zeitweise theilweis wolkig.
27. März	30 — 200	— 1.02	{ Mit hohem Stratus bedeckt.
	200 — 790	— 0.07	
	790 — 1430	— 0.75	
	1430 — 1890	— 0.69	
16. April	30 — 490	— 1.11	{ Wolkenlos.
	490 — 945	— 1.06	
	945 — 1190	— 0.51	
	1190 — 1310	+ 0.20	

Die beschränkte Anzahl sowie die geringe Höhe der Fahrten gestatten nicht, wie vom Verfasser am Schlusse richtig bemerkt wird, eine Verallgemeinerung der Resultate, aber sie geben zum Studium jener besonderen Wetterlagen werthvolle Beiträge.

Für das ganze Unternehmen müssen Meteorologie und Luftschiffahrt dem Signal Office Dank wissen. Vielleicht gestatten dem letzteren seine Mittel, die ganze Frage von Neuem aufzunehmen, durch weitere Fahrten, mit Berücksichtigung der diesseits des Oceans erprobten instrumentellen Verbesserungen angestellt, umfangreicheres und noch zuverlässigeres Beobachtungsmaterial zu liefern und damit an den Bestrebungen, welche die alte Welt gegenwärtig rege verfolgt, ebenfalls theilzunehmen.

Dr. V. Kremser.