

Das Königlich Preussische  
Aeronautische Observatorium  
Lindenberg



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300366



700<sup>xx</sup>



III B 12. 432/15

# Das Königlich Preußische Aeronautische Observatorium Lindenberg

Von

Richard Assmann

Mit 235 eingedruckten Abbildungen und Karten



1915

Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig

~~F. 2~~  
512

xx  
700

III B 12. 432

Das Königlich Preussische  
Aeronautische Observatorium  
Lindenberg

Richard Wehner

III 16932



Akc. Nr. 5802/50

Seinem hochverehrten Freunde und wohlwollenden Förderer

Herrn Ministerialdirektor Dr. Friedrich Schmidt

in Berlin

in herzlicher Dankbarkeit

gewidmet.





## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort . . . . .	1— 2
Aus der Geschichte des Observatoriums und seiner Einrichtungen . . . . .	3— 26
Die Baulichkeiten des Observatoriums . . . . .	27— 85
Der Dienst am Observatorium . . . . .	86—264
Personal . . . . .	86
Der Dienstbetrieb . . . . .	87—255
Beobachtungen im Freiballone . . . . .	87—89
Gefesselte Flugkörper . . . . .	89—174
Die Drachen und die Technik ihrer Aufstiege . . . . .	96—154
Die Formen und Größen der Drachen und ihre Verwendung . . . . .	103—129
Hilfsapparate . . . . .	129—132
Aufstiegsbeispiele . . . . .	132—143
Der Drachenbau . . . . .	143—148
Drachenfläche und Drachenwinkel . . . . .	149
Die Registrierapparate bei Drachenaufstiegen . . . . .	149—154
Der Fesselballon . . . . .	154—170
Übersicht über die Drachen- und Fesselballonaufstiege in den 11 Jahren von 1903 bis 1913 . . . . .	169
Die Prüfung und Eichung der Apparate; Auswertung der Registrierkurven bei Drachen- und Fesselballonaufstiegen . . . . .	170—174
Der Registrier- oder Sondierballon . . . . .	174—202
Das Lied vom Gummiballon . . . . .	177
Technik der Registrierballonaufstiege . . . . .	191—194
Die Apparate der Registrierballone . . . . .	194—199
Anleitung zur Prüfung des Assmannschen Registrierapparates für Sondier- ballone . . . . .	199—202
Die Pilotballonaufstiege . . . . .	202—220
Technik der Pilotballonaufstiege . . . . .	204—206
Apparate zur Pilotballonvisierung . . . . .	206—215
Auswertung der bei Pilotballonvisierungen gemachten Beobachtungen . . . . .	215—217
Hilfsapparate für die Auswertung der Ballonvisierungen . . . . .	217—220
Wolkenbeobachtungen . . . . .	220—221
Windmessungen . . . . .	221—227
Der Anemoklinograph nach Dr. Gerdien, konstruiert von Siemens & Halske . . . . .	222—227
Messungen der Polarisation des Himmelslichtes . . . . .	227—231
Polarisationsinstrumente . . . . .	228—231
Wolken- und Himmelsphotographie . . . . .	231—232
Strahlungsmessungen . . . . .	232—239
Ångströms Kompensationspyrheliometer . . . . .	233—235

	Seite
Silverdisk-Pyrheliometer nach Abbot . . . . .	235
Bimetall-Aktinometer nach Michelson . . . . .	235—237
Registrierender Strahlungsapparat von Siemens & Halske . . . . .	237—239
Luftelektrische Beobachtungen . . . . .	239—242
Ionen-Aspirationsapparat von H. Ebert . . . . .	240—241
Ionen-Aspirationsapparat von Gerdien . . . . .	241—242
Messungen radioaktiver Vorgänge in der Atmosphäre . . . . .	242—245
Staubmessungen . . . . .	245—247
Staubsammler . . . . .	247
Luftprobensammler . . . . .	247—249
Meteorologische Instrumente . . . . .	249—255
Der Warnungsdienst für Luftfahrer . . . . .	256—259
Die Funkenstation des Aeronautischen Observatoriums . . . . .	259—264
Aerologische Expeditionen des Observatoriums und seiner Beamten . . . . .	265—267
Ausstellungen des Observatoriums . . . . .	268—270
Die Mitglieder des Aeronautischen Observatoriums . . . . .	271—282
Persönliche Verhältnisse . . . . .	271—275
Allgemeines . . . . .	275—277
Fachwissenschaftliche Veröffentlichungen der Beamten des Observatoriums . . . . .	277—282
Veröffentlichungen von Fachgenossen, welche nicht dem Aeronautischen Observatorium angehören . . . . .	282—283
Die Veröffentlichungen des Observatoriums . . . . .	283—284
Besucher des Observatoriums und Schlußwort . . . . .	284

## Vorwort.

---

Seit der im ersten Bande der „Ergebnisse der Arbeiten am Königl. Preußischen Aeronautischen Observatorium bei Lindenberg im Jahre 1905“ gegebenen Beschreibung des Observatoriums und seiner Einrichtungen sind neun Jahre verflossen, in denen dort mannichfache und beträchtliche Änderungen und Erweiterungen baulicher, maschineller und wissenschaftlich-technischer Art zur Ausführung gekommen sind, die einer eingehenden Darstellung wert sein dürften. Hierzu tritt die erwünschte und den Verfasser mit Genugtuung erfüllende Tatsache, daß das Observatorium nicht nur im Kreise der Fachgenossen, sondern weit über diesen hinaus als ein vorbildliches und bisher nirgends überflügeltes Institut gilt, dessen Ergebnisse überall herangezogen werden, wo tunlichst zuverlässiges und möglichst reichhaltiges Beobachtungsmaterial der Forschung über die Vorgänge in der freien Atmosphäre zugrunde gelegt werden soll.

Erfreulicherweise gewinnt die Überzeugung immer mehr an Boden, daß die aerologische Forschung einer größeren Anzahl von Observatorien bedarf, und man kann erwarten, daß sie sich in absehbarer Zeit aus dem Stadium einer theoretischen Überlegung in das der praktischen Inangriffnahme umformen werde. Für derartige Bestrebungen dürfte es aber von erheblichem Nutzen sein, sich über die Einrichtungen einer den gleichen Zwecken dienenden Musteranstalt eingehend unterrichten zu können.

Wenn auch das Observatorium trotz der sehr beträchtlichen, aber im Interesse der Sache gern ertragenen Belastung und Behinderung seiner eigenen recht hoch gesteigerten Tätigkeit stets bereit gewesen ist, alle Fachgenossen durch längere oder kürzere persönliche Unterweisung in die komplizierte Technik seiner Arbeiten einzuführen, so hat sich doch mehr und mehr das Bedürfnis nach einer umfassenden und eingehenden Darstellung seiner Einrichtungen herausgestellt, welche den nur über eine kürzere Informationszeit verfügenden Kollegen gestattet, das, was sie hier gesehen, in häuslicher Muße eindringlich zu verarbeiten, ohne auf die naturgemäß nur kurzen eigenen Notizen allein angewiesen zu sein.

Außer diesen sachkundigen und mit wissenden Augen schauenden Fachgenossen gibt es nun aber eine stets wachsende Anzahl von Besuchern des Observatoriums, die sich aus allgemein kulturellem Interesse über dieses neue Wissens- und Forschungsgebiet unterrichten wollen, und unter diesen machen die Luftfahrer „aller Fakultäten“, d. h. die Freiballonfahrer, Luftschiffer und Flieger, naturgemäß einen besonders großen Prozentsatz aus, zumal sie nicht selten „am eigenen Leibe“ kennen zu lernen Gelegenheit gehabt haben, welchen Wert die hier geleistete Arbeit für die Förderung ihrer eigenen Tätigkeit und für die Verringerung der sie hierbei bedrohenden Gefahren besitzt. Große Gesellschaften und Vereine, die das äußerst nachahmenswerte Bedürfnis haben, ihren Gesichtskreis über ihr Fachgebiet

hinaus zu erweitern, Studenten mit ihren Lehrern, höhere und niedere Schulen, dazu auch Touristen und „Wandervögel“ suchen das Observatorium auf, um einen Blick in die ihnen bisher unbekannte „neue Welt“ zu tun, die sich ihnen zu Häupten ausbreitet. Vielen von diesen würde eine Festhaltung und Vertiefung des flüchtigen Bildes von Nutzen und belehrend sein, das sie in der kurzen Zeitspanne ihres Besuches in sich aufgenommen haben! Alle diese Erwägungen haben mich davon überzeugt, daß eine mit guten Abbildungen reichlich ausgestattete, auch dem Bedürfnisse der Fachgenossen genügende und die Schaffung neuer Arbeitsstellen erleichternde Darstellung nützlich sein dürfte, und die gleichen Gesichtspunkte, wie sie der Direktor des Königlich Preußischen Meteorologischen Instituts, Herr Geheimer Regierungsrat Prof. Hellmann in seiner analogen Beschreibung des Meteorologisch-Magnetischen Observatoriums bei Potsdam geltend gemacht hat, und wie sie auch in der Darstellung des anfangs des Jahres 1914 eröffneten Kaiser-Wilhelm-Institutes für Chemie in Dahlem so schön zum Ausdruck gekommen sind, scheinen mir auch für das Aeronautische Observatorium bei Lindenberg durchaus zuzutreffen.

Ein Bericht über die Entwicklung und die Einrichtungen des Königlich Aeronautischen Observatoriums kann unmöglich in die Welt gehen, ohne des nie versagenden huldvollen Wohlwollens zu gedenken, das ihm von Allerhöchster Stelle, von Seiner Majestät dem Kaiser und König Wilhelm II., entgegengebracht worden ist. Außerdem erwarb sich das zuständige Ministerium der geistlichen und Unterrichtsangelegenheiten große Verdienste um die Ausgestaltung und Pflege des neuen wissenschaftlichen Instituts: vornehmlich gebührt den beiden seit dem Jahre 1904 im Amte befindlichen Herren Ministern von Studt und von Trott zu Solz ein reicher Anteil an dem Gedeihen desselben. Unter den fürsorglichen Händen des unvergeßlichen Ministerialdirektors Althoff entstanden, der mit gewohntem Scharfblick die Bedeutung des neuen Forschungszweiges erkannt hatte, erfuhr das Observatorium weitestgehende Förderung durch die Dezenten des Kultus- und Finanzministeriums. Allen diesen Förderern und wohlwollenden Gönnern des Observatoriums an dieser Stelle seinen ehrerbietigsten und herzlichsten Dank zum Ausdruck zu bringen, ist dem ersten Direktor desselben eine ehrenvolle und erfreuliche Pflicht.

Da die vorliegende Veröffentlichung nicht im strengen Sinne eine „amtliche“ des Königlich Aeronautischen Observatoriums ist, sondern aus privaten Mitteln erfolgt, welche diesem vonseiten einiger „Wohltäter“ zur Verfügung gestellt worden sind, schien es mir erlaubt und im Interesse leichter Lesbarkeit nützlich, an Stelle eines strengen „Kuralstiles“ eine etwas flottere Tonart anzuschlagen.

Ganz persönlich hat auch der Verfasser, der am 1. Oktober 1914 aus seinem Amte ausgeschieden ist, den wohl nicht zu anspruchsvollen Wunsch, „schwarz auf weiß“ ein Bild zu hinterlassen von dem „Status praesens“ der Entwicklung des Observatoriums, dem das letzte Jahrzehnt seiner Lebensarbeit gewidmet gewesen ist. Möge es dazu beitragen, ihm bei seinen Mitarbeitern und Fachgenossen ein wohlwollendes Andenken zu erhalten!

Gießen, im Februar 1915.

**Dr. Richard Assmann.**

## Aus der Geschichte des Observatoriums und seiner Einrichtungen.

Nach den allgemein anerkannten Erfolgen der mit Unterstützung Seiner Majestät des Kaisers vom Jahre 1888 bis zum Ende des Jahrhunderts ausgeführten 100 Freiballon-, Registrierballon- und Fesselballonaufstiege, deren Beschreibung und Ergebnisse in dem dreibändigen Berichtswerke „Wissenschaftliche Luftfahrten“, herausgegeben von R. Assmann und A. Berson, niedergelegt sind, wurde durch einen niemals versagenden Freund und Förderer der bisherigen Arbeiten, den unvergeßlichen hochangesehenen Chef des Zivilkabinetts Seiner Majestät des Kaisers und Königs, Wirklichen Geheimen Rat und Geheimen Kabinettsrat Dr. phil. et med. von Lucanus, zuerst der Gedanke zum Ausdruck gebracht, daß es nunmehr wohl an der Zeit sei, an Stelle der bis dahin ausschließlich aus dem Dispositionsfonds des Kaisers gewährten Mittel dauernde zu setzen, die in den Preußischen Staatshaushaltsetat einzustellen wären. Hiermit war der Plan zu einem aeronautischen Observatorium gegeben.

Die Vorbedingungen für eine dauernde Erforschung der Atmosphäre, der bisher nur der bemannte Freiballon sowie ein Fesselballon, und seit 1894 der mit selbstschreibenden Apparaten emporgeschickte Registrierballon gedient hatte, waren durch die erfolgreichen Versuche des unermüdlichen Abbot Lawrence Rotch an seinem meteorologischen Observatorium auf dem Blue Hill bei Boston in Nordamerika gegeben, die es ermöglichten, an der Stelle der bisherigen kostspieligen und deshalb seltenen „Stichproben“ wenn auch nicht zusammenhängende, so doch sehr viel häufigere Aufstiege mittels Drachen zu setzen. Diese boten außerdem noch den nicht hoch genug zu bewertenden Vorteil dar, diejenigen Wetterlagen, die man bei der damaligen Technik der Ballonaufstiege gern vermied, oder wenigstens nicht mit Vorliebe wählte, nämlich das Herrschen starken bis stürmischen Windes, zum Hauptobjekte der Forschung zu machen, indem ein erfolgreicher Drachenaufstieg gerade an starke Luftbewegung gebunden ist. Außerdem ist er innerhalb relativ enger Grenzen an den Ort gebunden, während der Freiballon nicht selten bei einer Fahrt ein ganzes Land überfliegt, wobei er unter Umständen mit der Luftsäule, in der er aufgestiegen ist, weiterwandert, während der gefesselte Flugkörper, der Drachen oder der Fesselballon, von stets erneuerten Luftmassen berührt wird und deren Zustandsänderungen erkennen läßt.

Als erster trat in die Fußstapfen von Rotch der feinsinnige und gedankenreiche französische Gelehrte Léon Teisserenc de Bort — ein neidisches Geschick hat die beiden Freunde und Bahnbrecher in der neuen Wissenschaft kurz hintereinander aus vollem Schaffen hinweggerafft! Im Jahre 1896 gründete er aus seinen

eigenen reichen Mitteln das Observatoire de la météorologie dynamique in Trappes bei Paris, dessen mustergültige Arbeiten und Einrichtungen dem in der Vorbereitung begriffenen Aeronautischen Observatorium des Königlich Preußischen Meteorologischen Instituts besonders dadurch zugute gekommen sind, daß der Verfasser gemeinsam mit seinem damaligen Assistenten Berson im Jahre 1899 die Einrichtungen in Trappes eingehend studieren durfte. Vom 1. Oktober 1899 bis zum 1. April 1905 diente das aus Staatsmitteln in Höhe von etwa 60 000 *M* am Tegeler Schießplatze bei Berlin (Reinickendorf-West) errichtete Observatorium dem Studium und der Vervollkommnung der neuen Forschungsmethoden, bis ihm der durch die Nachbarschaft der Großstadt in vieler Beziehung ungünstig beeinflusste Platz zu eng wurde, und trotz mannichfacher ernster Bedenken die Staatsbehörden und der Landtag in eine Verlegung und beträchtliche Erweiterung einwilligten. Im Sommer und Herbst des Jahres 1904 wurde das neue Aeronautische Observatorium bei Lindenberg, im Kreise Beeskow-Storkow gelegen, mit einem Kostenaufwande von über 500 000 *M* erbaut und als selbständige wissenschaftliche Anstalt vom Meteorologischen Institut abgetrennt.

Zur Kennzeichnung der außerordentlichen Entwicklung, welche sich, getragen von dem unerschöpften Interesse Seiner Majestät des Kaisers, durch die verständnisvolle Förderung der erfolgversprechenden neuen Forschungsprobleme seitens des in erster Linie beteiligten Kultusministeriums in der Errichtung des neuen Observatoriums kund tat, seien die beiden Institute, das alte und das neue, im Bilde einander gegenübergestellt (Fig. 1 und 2).

Während das Gelände des alten Observatoriums einen Flächeninhalt von 2 ha besessen hatte, nahm das neue einen solchen von 28 $\frac{1}{2}$  ha ein; statt des kleinen Dienst- und Werkstattgebäudes, einer hölzernen Ballonhalle und eines ebenfalls hölzernen Aufstiegturmes umfaßt das Lindenberger Observatorium zurzeit vier Wohnhäuser, ein großes Bureaugebäude, ein Maschinen- und Werkstattgebäude, eine Ballonhalle, ein Windenhaus, eine kleine Drehkuppel, einen größeren und einen kleineren Gasbehälter, einen großen Speicher, sechs Schuppen und „Drachenställe“, ein Brunnen- und Enteisungshaus sowie ein kleines Gewächshaus.

Der Bau begann im Juni 1904, begünstigt durch einen außerordentlich trockenen Sommer, der die andernfalls fast unmöglich erscheinende Aufgabe der Fertigstellung aller Bauten bis zum 1. April 1905 beträchtlich erleichterte, sodaß, wenn auch vielfach die Türen und Fenster noch fehlten, und die Maler und Tapezierer noch wochenlang zu arbeiten hatten, am 29. März 1905 tatsächlich eingezogen und mit den Aufstiegen begonnen werden konnte.

Am 16. Oktober erfolgte die feierliche Einweihung des Observatoriums in Gegenwart Seiner Majestät des Kaisers, welcher den Fürsten Albert von Monaco zu derselben eingeladen hatte. Das Gefolge des Kaisers bestand aus den Herren von Lucanus, von Lyncker und von Plessen, den Flügeladjutanten von Friedeburg und von Neumann sowie dem Leibarzt Dr. Niedner. Die Staatsbehörden waren vertreten durch den als Ressortchef in erster Linie interessierten Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten Dr. von Studt, den Kriegsminister von Einem gen. von Rothmaler, den Vizeadmiral von Paschen, ferner den Oberpräsidenten der Provinz Brandenburg von Trott zu Solz, den Regierungspräsidenten von der Schulenburg und den Landrat Rothe; vom Kultusministerium Unterstaatssekretär Wever, Geheimer Oberregierungsrat Dr. Schmidt und Geheimer Regierungsrat Dr. Eilsberger; vom

Ministerium der öffentlichen Arbeiten Wirkl. Geheimer Oberbaurat Dr. Thür; vom Kriegsministerium Hauptmann Oschmann. Ferner die bisherigen Commandeure des Luftschifferbataillons Oberst von Nieber und Oberstleutnant Klussmann, sowie der derzeitige Commandeur Major von Besser und Hauptmann Hildebrandt. Als Mitglieder der Kgl. Ministerial-, Militär- und Baukommission Baurat Astfalck und Bauinspektor Preller, als Kreisbauinspektor der Baurat Scherler in Beeskow. Von wissenschaftlichen Körperschaften waren vertreten die Königliche Akademie der Wissenschaften durch den vorsitzenden Sekretar Prof. Vahlen und den ständigen Sekretar Prof. Auwers, die Berliner Universität durch den Rektor Prof. Hertwig, die Technische Hochschule in Charlottenburg durch deren Rektor Prof. Flamm

Fig. 1.



Ballonhalle

Wasserturm des Luftschiffer-Bataillons

Dienstgebäude

Aufstiegsturm

**Das Aeronautische Observatorium des Königlich Meteorologischen Instituts  
in Reinickendorf-West bei Berlin.**

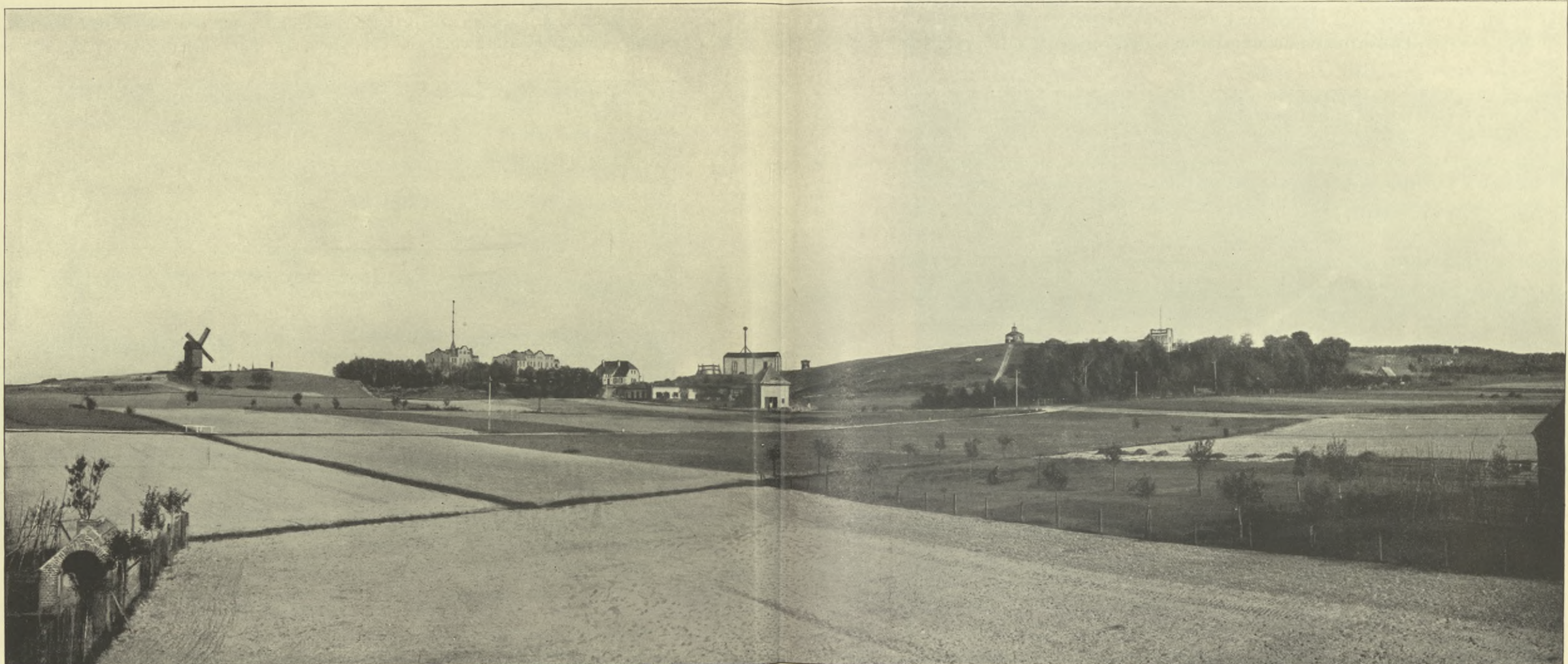
und Prof. Slaby; die Physikalisch-Technische Reichsanstalt durch deren Präsidenten Prof. Warburg. Von auswärtigen Gelehrten waren anwesend Lawrence Rotch aus Boston, Amerika; die ebenfalls eingeladenen General Rykatschew aus St. Petersburg und Teisserenc de Bort aus Paris waren durch Krankheit am Erscheinen verhindert. Ferner Prof. Köppen aus Hamburg, Prof. Wiechert aus Göttingen und Prof. Hergesell aus Straßburg i. E. Das Kgl. Meteorologische Institut war unter Führung seines Direktors Prof. von Bezold vertreten durch die Abteilungsvorsteher Prof. Hellmann, Prof. Sprung, Prof. Kremser und Prof. Süring. Vom Berliner Verein für Luftschiffahrt Rentier Fiedler und Dr. Gerstmann. Aus der Reihe der ferneren Gäste sind zu nennen Verlagsbuchhändler Tepelmann aus Braunschweig, der dem Observatorium eine wertvolle

Bibliothek gestiftet hatte, der Forstmeister Dieckhoff, die Vorbesitzer des Observatoriumgeländes Rittergutsbesitzer Teichmüller und Colzman sowie Gutsbesitzer Prasse; von benachbarten Rittergutsbesitzern die Herren von Witte-Ragow, von der Marwitz-Groß-Rietz, Scherz-Kummerow, Osterroht-Hartensdorf, ferner Kommerzienrat Büxenstein-Hubertushöhe und der Bürgermeister von Storkow Runge. Der Empfang Seiner Majestät des Kaisers am Bahnhof

nahme des Kaisers an dem neuen Forschungszweige hingewiesen und die Aufgaben des Observatoriums kurz erörtert hatte, erhob sich der Kaiser und hielt folgende Ansprache:

„Meine Herren, ich möchte Ihnen meine vollste Freude aussprechen, daß wir nun endlich zur Weihe dieses Institutes schreiten können, das bestimmt ist, auf dem Gebiete weiter zu forschen, das als ein neues

Fig. 2.



Beamtenwohnhaus Bureaugebäude Observatorhaus Gasbehälter Ballonhalle Reingasbehälter Windenhaus Direktorhaus Brunnenhaus Altes Windenhaus  
Maschinenhaus Gehilfenwohnhaus

**Das Königl. Preußische Aeronautische Observatorium Lindenberg, von der Südseite gesehen.**

Lindenberg durch den Landrat Rothe und die Kriegervereine der Umgegend, die Abfahrt mit dem Fürsten von Monaco sowie das Eintreffen am Hause des Direktors sind auf den folgenden Bildern (Fig. 3, 4 und 5) wiedergegeben.

Nach dem Empfange des Kaisers durch den Direktor sowie dessen Frau und Tochter erfolgte die Einweihung des Observatoriums in dem Vortragssaale des Direktorhauses. Nachdem der Kultusminister von Studt auf die huldvolle Anteil-

und erfolgreiches Arbeitsfeld geeignet erscheint, um tiefer in die Geheimnisse des Naturgeschehens einzudringen, und das dank vornehmlich deutscher Energie schon so manche schöne Erfolge erzielt hat. Diese Arbeiten zu fördern, ist mir von Anfang an eine große Freude gewesen, und so will ich es auch ferner halten. Was aber der Herr Kultusminister eben bezüglich meiner sonstigen Verdienste um diese



Wissenschaft erwähnt hat, kann ich mir nicht zurechnen. Es wäre nicht möglich gewesen, Ihren Bestrebungen verständnisvolle Unterstützung zu leisten, wenn ich nicht von hoher Seite in ganz hervorragendem Maße belehrt und angeleitet worden wäre. Es liegt mir daran, vor diesem gelehrten Publikum Seiner Hoheit dem Fürsten von Monaco meiner Dankbarkeit Ausdruck zu geben für die anregenden Gedanken, die er mir in bezug auf die Erforschung des Luftmeeres hat zuteil werden lassen, und für die eifrige Arbeit, die er selbst dazu geleistet hat. Ihnen allen ist es bekannt, wie der Fürst sein ganzes Leben lang sein Wissen und Können in den Dienst der Wissenschaft gestellt

Fig 3.



Einweihung des Königl. Aeronautischen Observatoriums Lindenberg am 16. Oktober 1905.

#### **Empfang des Kaisers am Bahnhof Lindenberg.**

hat, und ich glaube darum in Ihrer aller Sinne zu handeln, wenn ich diese Gelegenheit ergreife, um dem Fürsten von Monaco als ein Zeichen besonderer Anerkennung die Große Goldene Medaille für Wissenschaft zu verleihen. Ich freue mich, dies in Gegenwart so großer Gelehrter tun zu können.“

Nach der sich anschließenden Festrede des Direktors des Observatoriums erfolgte ein Rundgang durch das Observatorium und die Vorführung von Aufstiegen mit Registrierballonen und Drachen. Unser Bild, Fig. 6, auf S. 10 zeigt im Eingange der Ballonhalle links den Fürsten von Monaco neben dem Kaiser, welche, wie ein Teil der übrigen Gesellschaft, dem soeben aufgestiegenen Registrierballon nachsehen.

Aus den zahlreichen Beweisen von Huld und Leutseligkeit, mit denen der Kaiser bei derartigen Gelegenheiten nicht zu kargen pflegt, sei einer kleinen Episode Erwähnung getan, die ein interessantes Licht auf den Freimut wirft, der

Fig. 4.



Einweihung des Königl. Aeronautischen Observatoriums Lindenberg am 16. Oktober 1905.

**Abfahrt des Kaisers und des Fürsten Albert von Monaco vom Bahnhof.**

Fig. 5.

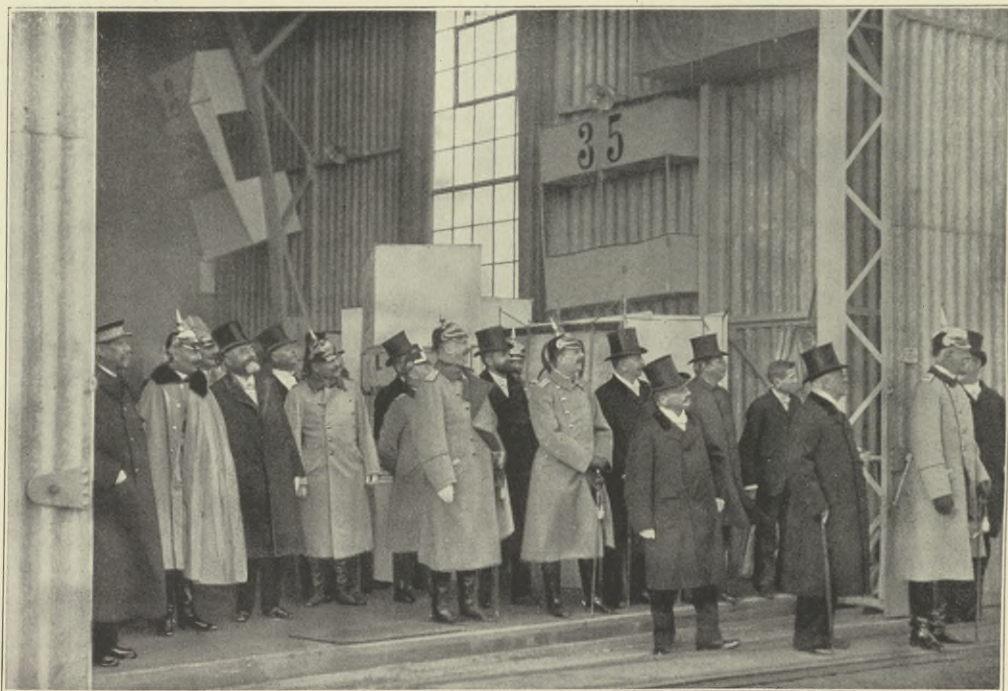


Einweihung des Königl. Aeronautischen Observatoriums Lindenberg am 16. Oktober 1905.

**Ankunft des Kaisers am Wohnhause des Direktors.**

jenseits des großen Wassers auch gekrönten Häuptern gegenüber geübt wird. Lawrence Rotch, der am Vorabend der Gast des Kaisers im Berliner Schlosse gewesen war, trat, als sich der Kaiser zum Einsteigen in den Wagen anschickte, unvermutet und schnell auf Seine Majestät zu und sagte: „Majestät, ich habe gestern Abend vergessen, mir das Menü der Abendtafel im Schloß einzustecken. Kann ich nicht noch eins erhalten? Meine Frau und Kinder würden sich sehr darüber freuen!“ Der Kaiser, der ob der ungewohnten direkten Anrede einen Augenblick gestutzt hatte, erwiderte mit fröhlichem Lachen: „Ja, das sollen Sie haben, und grüßen Sie Ihre Frau und Kinder schön von mir! Lucanus'chen, schreiben Sie sichs auf!“

Fig. 6.



Einweihung des Königl. Aeronautischen Observatoriums Lindenberg am 16. Oktober 1905.

**Der Kaiser mit dem Fürsten von Monaco nebst Gefolge, dem Aufstiege eines Registrierballons nachsehend.**

Die Verlegung des Observatoriums am Tegeler Schießplatze wurde beschlossen infolge der zahlreichen und immer bedrohlicher werdenden Störungen des Verkehrs der allzunah gelegenen Großstadt Berlin durch abgerissene Drachendrähte des Observatoriums, die sich auf Fernsprech- und Telegraphenleitungen sowie auf die Drähte der immer näher heranwachsenden elektrischen Straßenbahn legten und dort allerhand im allgemeinen noch ohne ernstere Schäden abgelaufenen „Unfug“ verübten. Nur ein beim „Drachenfängen“ allzu eifriger Reinickendorfer Junge erlitt eine ungefährliche Beinverletzung. Ebenso traten immer häufiger die gegenseitigen Behinderungen zutage, die aus dem gleichzeitigen Arbeiten mit ähnlichen Mitteln bei dem dicht benachbarten Luftschifferbataillon entsprangen, dessen Fesselballone mit ihren Kabeln die Drähte der erheblich höher steigenden und deshalb meist

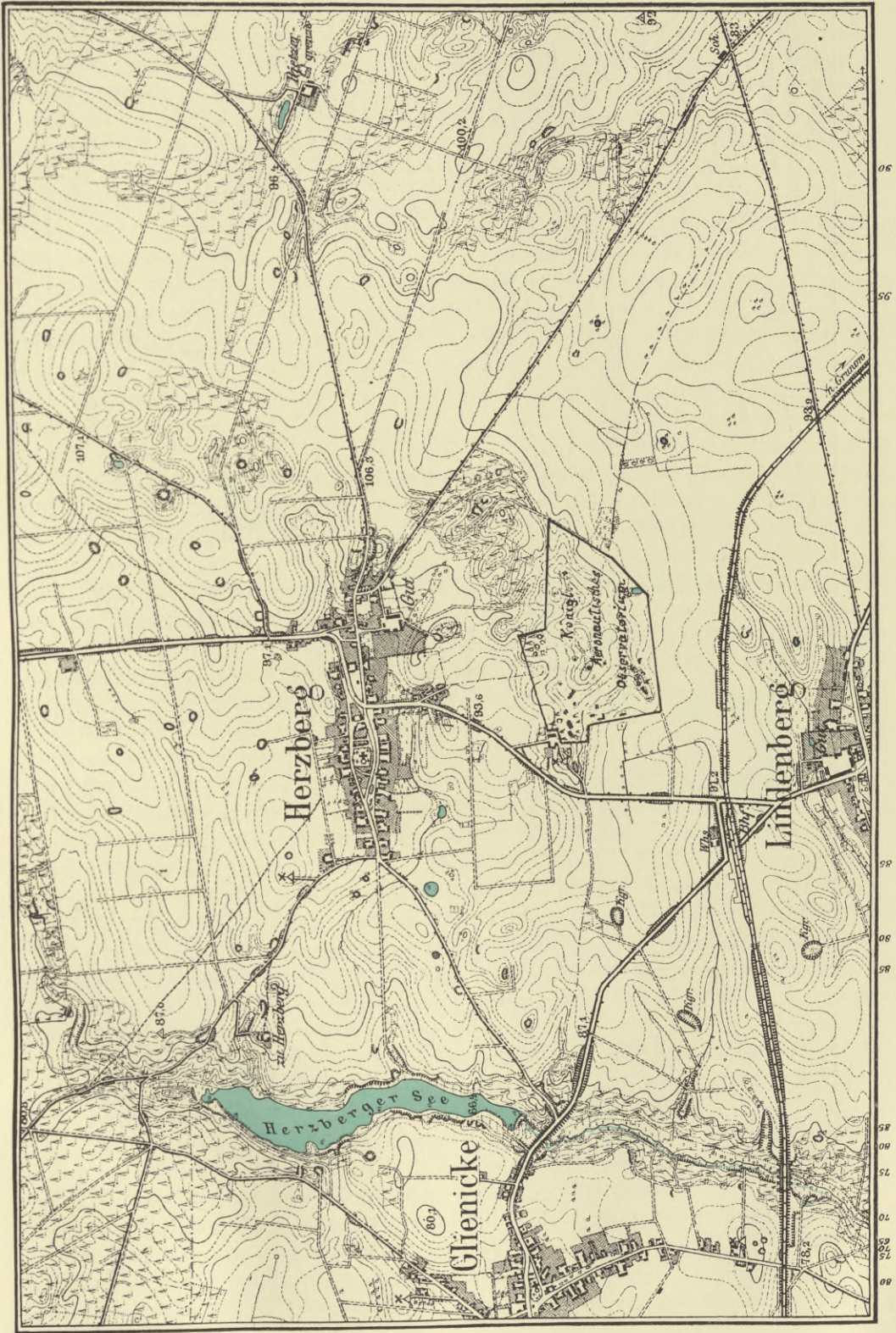
„nach rechts“ abgelenkten Drachen kreuzten, wobei „das Recht des Stärkeren“ zur Anwendung kam, indem ein großer Fesselballon des Luftschifferbataillons unsere Drachen in der Luft „apportierte“, während unsere Drachen oft genug die kleinen „Funkerballons“ einfingen und wie einen „Indianerskalp am Gürtel“ als Trophäe herabholten. Nicht immer ging die Vereinigung in den Lüften so harmlos ab, denn einmal trieb ein Freiballon des Bataillons während einer Schneebö so hart an dem Stahldraht der Drachen entlang, daß die Korbleinen halb durchschnitten wurden und bei der scharfen Reibung an Metallteilen Funken entstanden, was mit Recht als ein nicht ganz ungefährliches physikalisches Experiment angesehen wurde. Kurzum, die „Konkurrenz vom Zivil“, wie uns ein witziger Offizier des Bataillons scherzhaft nannte, mußte dem „mächtigeren Krieger“ weichen!

Bei der Wahl eines neuen Observatoriumsortes mußten deshalb in erster Linie die Gründe für seine Verlegung berücksichtigt werden: keine Großstadt, keine elektrischen Bahnen, möglichst wenig Menschen, besonders keine Luftschiffer! Ferner war ein offenes, tunlichst baumfreies Gelände und eine Hügellage erwünscht, welche die weitere Umgebung überragt, um die Drähte vom Erdboden tunlichst fernzuhalten, was in Tegel durch einen 27 m hohen Turm unter großen Unbequemlichkeiten erreicht worden war. Dazu traten Anforderungen allgemeiner Bedeutung: Vermeidung allzugroßer Nähe der See und der Landesgrenzen, um die Schwierigkeiten der Wiedergewinnung von freiliegenden und nach dem Platzen niederfallenden, mit Registrierapparaten versehenen Gummiballonen zu verringern, und, wenn möglich, die bequem erreichbare Nähe eines größeren Binnensees zur Einrichtung einer „schwimmenden Drachenstation“ als Ersatz der an einer festen Landstation recht unvorteilhaften Benutzung von Fesselballonen. Nach zahlreichen Erkundungsreisen, und nachdem auch festgestellt war, daß der verlockende Plan, auf einer preußischen Staatsdomäne ein Unterkommen zu finden, um von übelwollenden Nachbarn frei zu sein, nicht erfüllbar war, wurde ein Gelände von 28 $\frac{1}{2}$  ha Größe im Kreise Beeskow-Storkow, 60 km ost-südöstlich von Berlin, angekauft, das aus dem Rittergute Lindenbergl und dem angrenzenden Gute Herzberg unter Hinzunahme einer Parzelle eines Herzberger Bauerngutsbesitzers herausgeschnitten wurde.

Die Vorbedingungen zur Errichtung eines aeronautischen Observatoriums mit störungsfreiem Betriebe, aktiv und passiv betrachtet, schienen hier erfüllt zu sein, und selbst der Schauplatz einer hypothetischen „schwimmenden“ Drachenstation fehlte nicht, indem der prächtige, nur 7 km entfernte Scharmützelsee mit seiner Länge von 10 $\frac{1}{2}$  und Breite von 1 $\frac{1}{2}$  bis 2 km hierfür wohl geeignet erschien. Die Karten (Fig. 7 und 8) auf S. 12 und 13 zeigen die allgemeine Lage im Maßstabe 1:100000, ferner die nähere Umgebung des Observatoriumsgeländes im Maßstabe 1:25000, das vornehmlich aus einem von West nach Ost erstreckten Höhenrücken besteht, der die Nachbarschaft um 25 bis 30 m überragt, und ziemlich waldarm, besonders in der Richtung des vorherrschenden West- und Westnordwestwindes ist; nur nach Nordost zu befindet sich ein bewaldeter, parallel verlaufender Höhenrücken, und auf dem Observatoriumsgelände selbst ein „Reliktenwäldchen“, dem sein früherer Besitzer den poetischen, aber einen „unlauteren Wettbewerb“ darstellenden Namen „Nachtigallenwäldchen“, wie „lucus a non lucendo“ gegeben hatte. Dieses sollte den Bewohnern des Observatoriums zur Erquickung erhalten bleiben, während der den größten Teil des Hügels bedeckende Wald den „windigen“ Zwecken desselben geopfert werden mußte, sodaß, wie ein Besucher feststellte, in der näheren Umgebung die Möglichkeit, im Schatten zu wandeln, „auf die Telegraphenfähle beschränkt“ war.

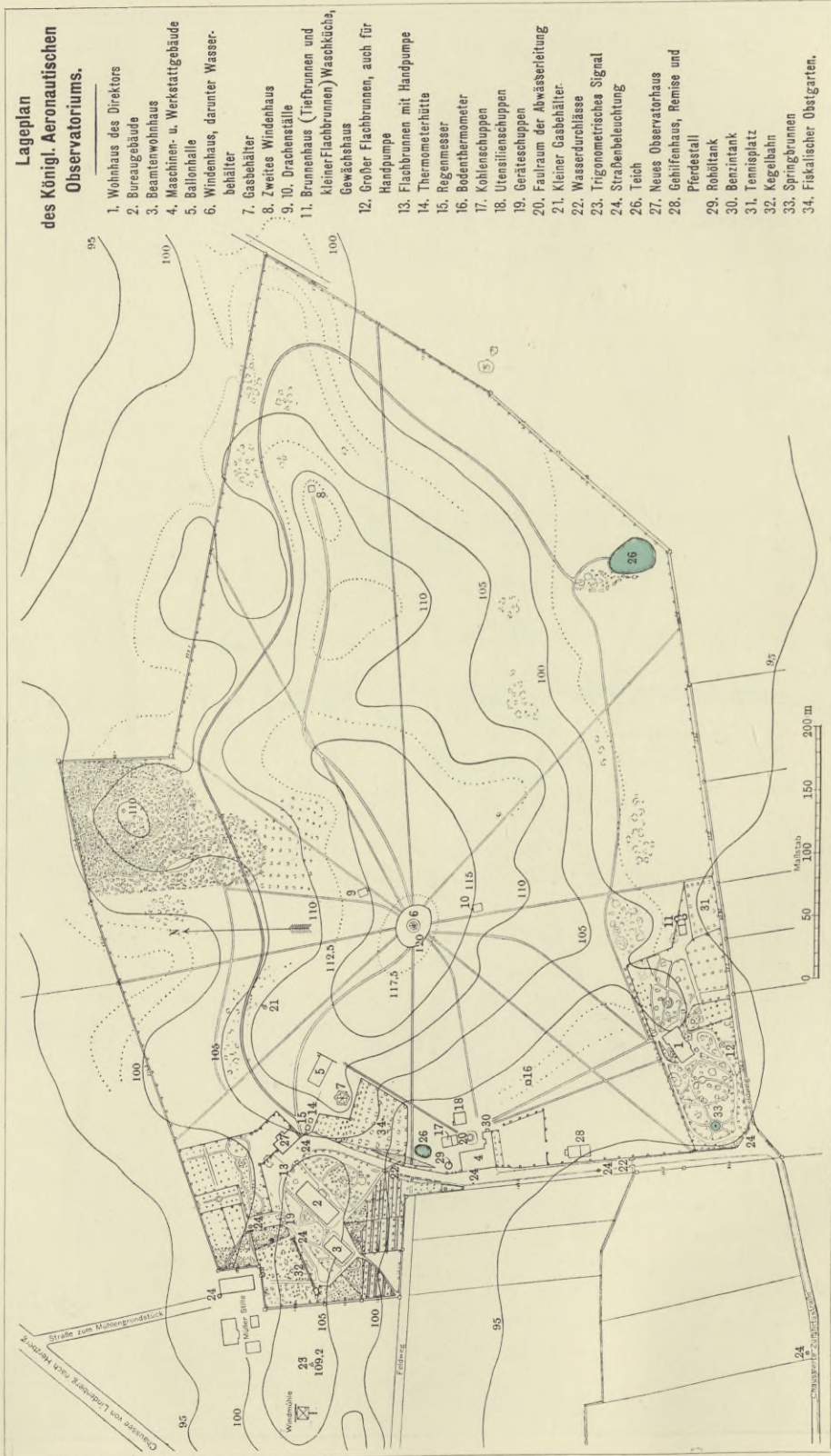


Fig. 8.



Lage des Königl. Aeronautischen Observatoriums Lindenberg (1 : 25,000).

Fig. 9.



Lageplan des Königl. Aeronautischen Observatoriums Lindenberg (Sommer 1914).

Trotz der relativen Größe des Geländes von  $28\frac{1}{2}$  ha, entsprechend 115 Morgen, war es von vornherein klar, daß dasselbe für einen intensiven Drachenbetrieb nicht ausreichen konnte, und daß man deshalb auf „gute und getreue Nachbarn“ rechnen mußte, die schlimmstenfalls „für Geld und gute Worte“ erlauben würden, daß man gelegentlich zum „Austragen“ von Drachen die benachbarten Äcker betreten dürfe, wenn der Unterwind nicht hinreichte, um sie vom Observatoriumsgelände aus in die Höhe zu bringen. Hätte man voraussehen können, daß nach jahrelangem „Feldfrieden“ dem Observatorium diese Vergünstigung entzogen werden könne, dann hätte man ein Gelände von 1200 ha, d. h. vom mehr als vierzigfachen Flächeninhalt anfordern müssen! In dem genannten Falle, wenn der Bodenwind zu schwach ist, um einen Drachen zu heben, während schon in einigen hundert Metern Höhe eine ausreichend starke Luftbewegung herrscht, bleibt kein anderer Ausweg, als den Drachen 1 bis 2 km weit „auszutragen“ und ihn dann mittels des elektrischen Windwerkes so schnell „einzuholen“, daß ein „künstlicher Wind“ genügender Stärke erzeugt wird, um ihn zum Steigen und zum Eindringen in den oberen stärkeren Wind zu bringen, in dem er nun die Bedingungen für ein erfolgreiches Aufsteigen in größere Höhen vorfindet. Ein Gelände mit einem Radius von 2 km Länge hat aber einen Flächeninhalt von mehr als  $12 \text{ qkm} = 1200 \text{ ha}$ , und seine Erwerbung würde, da für 28 ha der Betrag von 50 000  $\mathcal{M}$  gezahlt werden mußte, gegen zwei Millionen Mark erheischt haben! In Anbetracht der nunmehr tatsächlich eingetretenen „Zernierung“ des Observatoriums durch den größeren Teil seiner Nachbarn, worüber an anderer Stelle noch weiter zu berichten sein wird, ist es auf das lebhafteste zu beklagen, daß der einfachste Ausweg aus dieser Schwierigkeit, die Benutzung eines staatseigenen Geländes, am besten wohl in Gestalt einer Domäne entsprechender Größe, nicht gewählt worden ist. Welchen Erfolg die auf dem Boden des neuen „Luftverkehrsgesetzes“ erwachsenden Bestrebungen, die ver sagte Erlaubnis zum Betreten der Äcker durch eine Grunddienstbarkeits-Enteignung zu erreichen, haben werden, läßt sich zurzeit noch nicht beurteilen. Sicher ist nur die Tatsache, daß das Observatorium seine Aufgaben nicht erfüllen kann, wenn in dieser Beziehung nicht tunlichst bald gründlich Wandel geschaffen wird!

Das Gelände des Observatoriums (Fig. 9), das nach dem Urteile namhafter Geologen als Gletscher-Endmoräne in der letzten nordeuropäischen Eiszeit aufgeschüttet sein soll, ist, wie die Höhenschichtenkarte erkennen läßt, in vertikaler Beziehung vielfach gegliedert, was besonders bei Nachtaufstiegen beträchtliche Schwierigkeiten zur Folge hat, die noch durch die zahllosen Erdlöcher der unausrottbaren wilden Kaninchen erheblich vergrößert werden; die Anlegung und stete Instandhaltung zahlreicher breiter Radialwege, die, vom Windenhaus nach allen Seiten ausgehend, einem das Observatorium überfliegenden Luftfahrer den Anblick des „Nordpols mit seinen Meridianen“ darbieten müssen, erfordert unablässige und kostspielige Geländearbeiten, deren Notwendigkeit durch die Verpflichtung des Observatoriums, seine Aufstiegsbeamten vor Beinbrüchen tunlichst zu bewahren, erhärtet wird.

Der natürliche Wunsch, das Observatorium wenigstens in leicht erreichbarer Nähe eines Bahnhofes zu errichten, hat eine weitere unvermeidbare Schwierigkeit veranlaßt, die aus der Behinderung der Arbeiten durch die im Süden bis auf rund 500 m Entfernung herantretende Eisenbahnlinie entspringt, und gar mancher Drachenaufstieg, bei dem sich trotz des um 25 m höher liegenden Windenhauses der Drachendraht bis zur Höhe des vorüberfahrenden Lokomotivschornsteins gesenkt hatte, ist dieser Nachbarschaft zum Opfer gefallen, wobei der Draht zerrissen



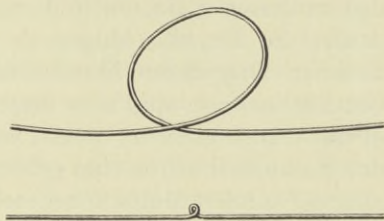
oder überfahren wurde, ein Vorgang, der glücklicherweise nur dem Observatorium, nicht aber dem Bahnbetriebe zum Schaden gereichen kann. In Würdigung dieser durchaus einseitigen Störungen sind auch die anfangs zum Schutze des Bahnbetriebes aufgestellten, mit Drähten versehenen Stangen auf Wunsch der Bahnverwaltung wieder entfernt worden. Die verhältnismäßig seltene Nordrichtung des Windes macht aber diese Einengung des Arbeitsfeldes erträglich. Desgleichen erwachsen auch aus der Nachbarschaft der beiden Dörfer Lindenberg und Herzberg, die nur gegen 700 bis 800 m vom Windenhouse entfernt sind, mannichfache Behinderungen des Betriebes, die darin zum Ausdruck kommen, daß der Drachendraht gelegentlich an dem spitzen Turme der Herzberger Kirche hängen bleibt, oder Drachen und Ballone in die Kronen der alten und hohen Bäume des Lindenerger Schloßgartens fallen, wo deren Befreiung nicht nur örtliche, sondern in viel höherem Grade persönliche Schwierigkeiten in den Weg treten. Dazu kommt nun noch die nur 360 m nach Westen entfernte Windmühle, deren Flügeln eine merkwürdig anziehende Kraft für die mit Ostwind aufgelassenen Drachendrähte innewohnt. Wenn dann ihre Flügel den Draht eingefangen haben und um ihre Welle zu wickeln beginnen, entspinnt sich auch hier eine „Kraftprobe“, indem der zehnpferdige Elektromotor des Windenhauses die Mühle, und die Mühle das Windenhaus zu sich herüberzuziehen bemüht sind, ein „Seilziehen“, das erfreulicherweise vor der endgültigen Entscheidung mit dem Zerreißen des Drachendrahtes und mit der Bezahlung der Kosten für die Betriebsunterbrechung der Mühle durch das Observatorium sein natürliches Ende findet! Trotz alledem ist das Gelände des Observatoriums wegen seiner sonstigen Vorzüge für seinen Zweck durchaus geeignet, zumal ein ideales wohl kaum in einem Kulturlande, sondern nur in der Sahara zu finden sein dürfte, in der auch die übrigen Übelstände und Gefahren, die der weiteren Umgebung aus dem Betriebe eines Aeronautischen Observatoriums erwachsen, und welche im folgenden besprochen werden sollen, in Fortfall kommen würden.

Stahldrähte zur Fesselung von Drachen und Ballonen sind wohl, dem Muster der seit langem schon mit diesem Material arbeitenden „Lotapparate“ für ozeanographische Forschungen nachgebildet, zuerst von Lawrence Rotch für Drachenaufstiege angewendet worden, obwohl sie mancherlei Unzuträglichkeiten und Gefahren mit sich führen, die aber ihren unvergleichlichen Eigenschaften gegenüber notgedrungen in den Kauf genommen werden müssen. Der von der berühmten Firma Felten u. Guilleaume in Mülheim a. Rh. für diesen Zweck besonders hergestellte „überhärtete Tiegelgußstahldraht“ besitzt die eminente, mit keinem anderen Material erreichbare Bruchfestigkeit von fast 300 kg pro Quadratmillimeter Querschnitt, d. h. ein zylindrischer Draht von 1.129 mm Durchmesser, entsprechend einem Quadratmillimeter Querschnittsfläche, zerreißt erst nach Anhängung eines Gewichtes von 300 kg (6 Zentnern)! Dazu kommt, daß seine Oberfläche durch das „Ziehen“ eine vollständig glatte, fast polierte ist, welche dem Winde den geringstmöglichen Widerstand entgegensetzt. Jedes andere Material, besonders Schnüre oder Seile aus Seide, Hanf, oder was es sonst sein möge, auch Drahtkabel, hat, um die gleiche Bruchfestigkeit zu erzielen, einen außerordentlich viel größeren Durchmesser und dazu eine rauhe, starke Luftreibung hervorrufende Oberfläche. Alle Vorschläge und Versuche, den Stahldraht durch Schnüre zu ersetzen, wie sie gelegentlich immer wieder auftauchen, wenn man die Nachteile desselben erörtert, können nur von Unkundigen ausgehen und verdienen keine Beachtung. Als einen solchen Nachteil hat man

zunächst die große Sprödigkeit des Stahldrahtes zu betrachten, die, eine Folge seiner großen Härte, dazu führt, daß eine Biegung oder Knickung desselben im rechten Winkel zu einem Bruch oder wenigstens zu einer Bruchgefahr führt, sobald der Draht einem starken Zuge ausgesetzt wird. Das Aufrollen des spröden Drahtes unter starkem Zuge auf eine Rolle veranlaßt eine Torsion desselben, die sich bei dem Aufhören des Zuges durch Bildung von Ringen zeigt, aus denen sehr leicht Schlingen entstehen, wenn der am Erdboden liegende Draht, durch ein Zweiglein oder ein Grasbüschel an der ungestörten Wiederentfaltung der Ringe gehindert, aufs neue gestreckt wird. Die Schlinge wird dann zum „Knick“ oder „Kink“ (Fig. 10), und der Draht bricht mit tödlicher Sicherheit. Zur tunlichsten Vermeidung der Torsion oder des „Dralls“ vermeidet man erfahrungsgemäß die Aufwicklung des Drahtes auf Rollen, welche nicht wenigstens den fünfzigfachen Durchmesser des Drahtes haben, d. h. eine Rolle für Draht von 0.8 mm Durchmesser muß selbst einen Durchmesser von 400 mm besitzen. Bei dem oft wiederholten Abwickeln und Aufwickeln desselben Drahtstückes, wie es bei dem Drachenbetriebe unerlässlich ist, entsteht aber trotz des vorschriftsmäßigen Durchmessers der Rolle nach einiger Zeit ein starker Drall, der die Aufstiege gefährdet: der Kosten wegen dürfte man kaum imstande sein, für jeden Aufstieg neuen Draht, und zwar in Längen von 15000 bis 20000 m, dessen Preis 240 bis 320 *M* beträgt, zu verwenden! Es ist deshalb Vorschrift, bei dem Einwinden diejenigen Drahtstücke, welche mit dem Erdboden oder Bäumen, Sträuchern oder anderen Gegenständen in Berührung gekommen sind, durch die Finger laufen zu lassen, um durch das Gefühl jede Unregelmäßigkeit des Drahtes zu erkennen, ihn an den verdächtigen Stellen sofort durchzuschneiden und durch einen „Spliß“ mit dem anderen Teile wieder zu verbinden. Es ist einleuchtend, daß dieses Verfahren nicht nur für die Finger recht unvorteilhaft, nicht selten sogar gefährlich ist, wenn man eine gespleißte Stelle übersehen hat, welche bei schnellem Einwinden die Finger erheblich verletzen kann, sondern daß auch bei starkem Zuge während des „Anspießens“ eine weitere Schwächung des durch eine Zange mit Kupferbacken festzuhaltenden Drahtes eintritt. Der wiederholt versuchten Verwendung eines aus weicheren, verzinkten Stahldrähten geflochtenen biegsamen Kabels steht sowohl sein Verhältnis zur Bruchfestigkeit erheblich größeres Gewicht als auch sein stärkerer Luftwiderstand infolge seiner rauheren Oberfläche entgegen.

Die oben erörterten Eigenschaften des Stahldrahtes, besonders seine große Härte, bringen demnach die Gefahr mit sich, infolge einer schwer wahrnehmbaren Knickung zu brechen, wenn er einem stärkeren Zuge ausgesetzt wird. Zum Emporheben eines Drachens samt Apparat ist ein Wind von etwa 6 m p. s. Geschwindigkeit erforderlich, der auf 1 qm rechtwinklig getroffener Fläche einen Druck von 4.5 kg ausübt; durch die Neigung des Drachens gegen den Horizont, die zur Erzeugung einer Vertikalkomponente der Windkraft erforderlich ist, und welche in einem Winkel von etwa 20 bis 25° erfolgt, wird nun allerdings der Winddruck ganz erheblich verringert, und besondere Vorrichtungen der Fesselung bewirken eine weitere Verminderung desselben, sodaß ein normal exponierter Drache bei der obigen Windgeschwindigkeit nur etwa 1.8 kg Druck pro Quadratmeter erhält, aber die Zunahme

Fig. 10.



des Druckes bei stärker werdendem Winde erfolgt im quadratischen Verhältnis, sodaß ein Wind von 12 m p. s. schon 18 bzw. 7.2 kg und ein solcher von 24 m p. s. 72 bzw. 28.8 kg Druck pro Quadratmeter ausübt. Da nun erfahrungsgemäß nur etwa die Hälfte des Winddruckes auf die Vertikalkomponente entfällt, und 1 qm Drachenfläche durchschnittlich 600 g wiegt, so sind bei schwachem Winde große und bei starkem Winde kleinere Drachenflächen erforderlich. Ein Drachen von 8 qm Fläche erhält also schon bei einem Winde von 6 sec/m einen Druck von 14.4 kg, der aber bei einer Zunahme auf 12 sec/m auf 57.2 kg anwächst. Man erkennt hieraus, wie schon mäßige Windverstärkungen die Gefahr eines Drahtbruches zustande bringen können. Tritt die Windverstärkung in Gestalt von Böen, d. h. stoßweise auf, sodaß man sie nicht durch schnelles Nachlassen des Drahtes in ihrer Wirkung auf den Draht abschwächen kann, dann ist die Gefahr des Abreißens sehr nahe gerückt. Man verteilt deshalb den Winddruck auf mehrere Drachen, die 1000 und mehr Meter voneinander entfernt sind, und erreicht hierdurch, daß eine Windzunahme die entfernteren Drachen erheblich später trifft als die näheren; ist die Böe von einer kürzeren Dauer, als der Zeit entspricht, die sie zur Zurücklegung des Weges von einem Drachen zum nächsten gebraucht, so wird der Gesamtzug auf das untere Drahtstück ein entsprechend geringerer sein. Ein Windstoß von 20 sec/m Geschwindigkeit durchläuft eine Entfernung von 1000 m in 50 Sekunden und würde auch den in dieser horizontalen Entfernung stehenden Drachen nach dieser Zeit treffen; dauert die Böe also länger als 50 Sekunden an, so müssen sich die auf beide Drachen ausgeübten Drucke addieren und demgemäß den Draht beanspruchen. Glücklicherweise sind aber derartige Windverstärkungen meist von kürzerer Dauer, da sie vornehmlich in Gestalt von Pulsationen vor sich gehen; hierzu kommt noch, daß sie äußerst selten eine größere Höhererstreckung besitzen und deshalb einen um mehrere hundert Meter höher stehenden Drachen nicht erreichen; alle diese Momente wirken zusammen, um die Aufstiegsmethode mit mehreren Drachen zu einer erfolgreichen zu machen.

Wesentlich anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn der in den unteren Schichten schwache Wind in größerer Höhe unerwartet und von einer mehr oder weniger scharfen Grenze an stark zunimmt: die wegen des schwachen Unterwindes erforderlichen zahlreichen Drachen werden dann, sobald der oberste in die Windschicht eingetreten ist und demgemäß „ansegelt“, einer nach dem anderen in den Wind hineingezogen und erfahren unter steter Höhenzunahme eine gemeinsame Druckverstärkung, die leicht die Festigkeitsgrenze des Drahtes überschreitet, ohne daß man imstande wäre, irgendwelche Gegenmaßnahmen zu treffen. Je mehr man den Draht nachläßt, um so höher steigen sie an, und um so größer wird der zu erwartende Drahtverlust; und will man sie einholen, so vergrößert man die Windgeschwindigkeit durch die Einholgeschwindigkeit. Natürlich sind derartige Windverhältnisse die günstigsten zur Erreichung großer Höhen, aber sie endigen meist mit einem „Abreißer“! Nun treibt der Wind die Drachen, die allmählich niedersinken, vor sich her, und diese schleppen einige tausend Meter Draht über die Felder und was sie sonst auf ihrer Bahn antreffen, bis das zu Schlingen geformte freie Ende desselben an einem Baume oder Strauche, leider auch zuweilen an einem Telegraphenpfahle, oder, noch schlimmer, an einem Telegraphendrahte hängen bleibt und nun den Drachen die Möglichkeit gewährt, wieder anzusteigen und, nachdem der wachsende Zug die haltende Schlinge zerrissen hat, dasselbe Spiel mehrmals zu wiederholen. So ist es vorgekommen, daß abgerissene Drachen, die so weit

fortgetrieben waren, daß man sie nicht wahrnehmen konnte, sechs Tage und Nächte in der Luft gestanden haben, da der Wind in der ganzen Zeit die erforderliche Stärke behalten hatte, um sie nicht herabfallen zu lassen. Fallen sie nun aber zu Boden, so liegen unter Umständen viele tausend Meter Draht über die Felder und Wege ausgebreitet, wo er ein sehr bedenkliches Verkehrshindernis und für schnell fahrende Verkehrsmittel, wie Automobile und Fahrräder, eine erhebliche Gefahr erzeugt, die deshalb um so größer ist, weil der dünne Draht erst im allerletzten Augenblick wahrgenommen werden kann, wo es zu spät ist, um das Gefährt zum Stehen zu bringen. Auch ein in scharfer Gangart befindlicher Reiter könnte durch einen von ihm unerwartet berührten Draht, wenn auch wohl nicht aus dem Sattel geworfen, so doch in gefährlicher Weise verletzt werden. Nur in dem recht seltenen Falle, daß der Draht unter starker Spannung quer über den Weg verläuft, sei es, daß er sich an einem nahestehenden Baume festgemacht hat, und die Drachen noch in der Luft stehen, oder daß man vom Windenhaus aus, ohne zu wissen, daß die Drachen schon heruntergefallen sind, versucht, den Draht mit der Motorwinde einzuholen, wird eine lebensgefährliche Verletzung des Wagenführers, Radfahrers oder Reiters durch den Draht eintreten können, während in der Mehrzahl der Fälle der schlaff liegende Draht nachgeben und mehr eine Störung als eine Gefährdung hervorrufen wird. Immerhin ist die Verantwortung, die der Drachendienst mit sich bringt, eine so beträchtliche, daß es unerläßlich ist, gegen die möglichen Folgen desselben auf jede nur tunliche Weise Vorsichtsmaßregeln zu treffen.

Diesem Zweck dienen in erster Linie Schutzdrähte, die auf 6 bis 8 m hohen Stangen an beiden Seiten der Chaussee verlaufen und verhindern sollen, daß ein den Weg in größerem Winkel kreuzender Draht bis zu der besonders gefährlichen Höhe von  $1\frac{1}{2}$  bis 3 m herabhängt. Kreuzt der Draht im spitzen Winkel den Weg, oder verläuft er parallel mit ihm, dann bewirkt eine Berührung nur eine Störung, aber keine Gefährdung des Wagenführers oder Reiters; deshalb können auch an allen denjenigen Straßen, die ganz oder nahezu parallel mit einem Radius des Observatoriumsumkreises verlaufen, die Schutzdrähte entbehrt werden. Natürlich ist es gänzlich ausgeschlossen, alle Wege, wie die kleineren Vizinal- und Interessentenwege, zu schützen, wie es ja auch unmöglich wäre, das ganze Feld mit einem Netz von Drähten zu überziehen, um einen seine Äcker zu Pferde inspizierenden Gutsverwalter vor Schaden zu bewahren; vornehmlich handelt es sich also um solche Fahrstraßen, auf denen eine schnelle Fortbewegung möglich ist und auch gewöhnlich erfolgt. In Anbetracht der großen Reisen, die von abgerissenen Drachen nicht selten ausgeführt werden, die schon 300 km betragen haben, ist es ebensowenig möglich, alle Chausseen und Fahrwege bis zu mehreren hundert Kilometern Entfernung zu schützen; man muß sich deshalb mit dem Erreichbaren begnügen und Sorge tragen, durch streng geregelte Maßnahmen das Abreißen von Drachen auf die absolut unvermeidbaren Fälle zu beschränken und jeden „Kunstfehler“ bei der Bedienung der Aufstiege durch Auswahl des zuverlässigsten Personals auszuschließen, um auch in dem Falle eines unvermeidlichen Unglücks vor den traurigsten Folgen der persönlichen Haftpflicht bewahrt zu werden. Als ein Beweis für die Tatsache, daß die unzweifelhaft vorhandene Gefährdung mehr eine theoretische als eine praktische ist, sei angeführt, daß bei mehr als 5000 Aufstiegen, die seit 12 Jahren bei Berlin und in Lindenberg ausgeführt worden sind, bisher nur in einem einzigen Falle eine Beschädigung eines Menschen stattgefunden hat, bei der auch noch eine persönliche Schuld des Verletzten im Spiel war, indem ein Reinickendorfer Knabe

bei dem Versuch, einen nachschleifenden Draht festzuhalten, von dessen Schlingen am Bein erfaßt und verletzt worden war. In der sich hieran anschließenden Gerichtsverhandlung wurde festgestellt, daß ein Kunstfehler bei dem Aufstiege nicht gemacht, und das Abreißen der Drachen durch „höhere Gewalt“, d. h. durch die nicht vorherzusehende und der menschlichen Einwirkung entzogene Zunahme des Windes erfolgt sei, ein Vorgang, für den, solange das Steigenlassen von Drachen nicht verboten sei, eine Haftpflicht nicht vorliege. Sachbeschädigungen sind allerdings öfter vorgekommen, wie die Verletzung eines Pferdes, das sich in dem locker auf dem Tegeler Schießplatze liegenden Drahte verwickelt hatte und dabei an den Fesseln verwundet wurde, oder ein auf dem Felde weidender Hammel, der von den Schlingen des vom Drachen abgeschnittenen und mit der Motorwinde eingeholten Drahtes an den Hörnern erfaßt und unfreiwillig durch den Kartoffelacker geschleift worden war. Auch kommt es gelegentlich, glücklicherweise recht selten vor, daß die Endschlingen eines Drahtes an den Telegraphendrähten für kürzere oder längere Zeit hängen bleiben und die Leitung unterbrechen, was natürlich von den auf Rädern hineilenden Aufstiegsbeamten in kürzester Zeit wieder beseitigt, oder, wenn einmal ein Leitungsdraht zerrissen war, vonseiten des stets entgegenkommenden Postamtes auf Kosten des Observatoriums repariert wird. Zuweilen, wenn auch selten, entstehen Schwierigkeiten dadurch, daß ein Drachen in der Luft zerbricht, oder durch Rauhreif und Eis in den Wolken so stark belastet wird, daß er zu Boden fällt, ohne daß man vom Windenhouse die Stelle erkennen kann, wo er liegt; in solchem Falle wird ein sogenanntes „Patrouillentelephon“ benutzt, das von einem Aufstiegsbeamten mitgenommen wird, der, entlang des an der Erde liegenden Drahtes gehend, den Drachen aufsucht, dort durch einen in die Erde gesteckten eisernen Dorn den Draht „erdet“ und nun durch ihn nach dem Windenhouse die erforderlichen Anweisungen zum Nachlassen oder Einholen des Drahtes erteilt. Der stark geölte Draht erweist sich hierbei als ausreichend isoliert, um wenigstens mit dem „Summer“ die erforderlichen Signale geben zu können. Bedauerlicherweise ist diese praktische Maßregel, die schon zur Verhütung manches Unfalles geführt hat, durch das Verbot der Gutsnachbarn, ihre Felder zu betreten, seit dem Sommer 1912 unausführbar geworden.

Die oben erwähnten Schutzdrähte an den Hauptwegen wurden bei der Errichtung des Observatoriums bis zur Entfernung von 5 km an der diesem zugewandten Seite angebracht, dort aber, wo diese Seite mit einer Reichstelegraphenleitung versehen war, an der anderen, da die Postverwaltung aus prinzipiellen Gründen nicht dulden wollte, daß die Reichsleitung einem anderen Zwecke dienstbar gemacht werde. In der Wirklichkeit hat sie das aber doch getan und gewiß dazu beigetragen, manchen Unglücksfall zu verhüten. Man darf nämlich nicht übersehen, daß ein einseitig gespannter Schutzdraht, wenn er auch besser ist wie gar keiner, doch nur in unvollkommener Weise einen quer verlaufenden Draht so weit vom Planum des Weges fernhält, daß nicht ein Reiter oder Wagenführer oder ein Radfahrer mit ihm in Berührung kommen könnte. Wenn er locker hängt, oder wenn der Drachen am Boden liegt, verläuft er von der an der Observatoriumsseite stehenden Schutzleitung in 6 bis 8 m Höhe so schräg nach unten, daß mindestens auf der anderen Seite die Gefahr einer Berührung nicht behoben ist. Nur in dem Falle, daß die Drachen noch hoch in der Luft stehen, ist keine Gefahr vorhanden, da der Draht über den Schutzdraht hinweg nach oben verläuft. In Anbetracht der immer mehr hervortretenden Besorgnis einiger Nachbarn und der hieraus

hervorgehenden Versuche, den Arbeiten des Observatoriums Schwierigkeiten zu bereiten, erschien es geraten, die Schutzvorrichtungen bis zur Entfernung von 10 km auszudehnen und grundsätzlich beide Seiten mit solchen zu versehen, wo nicht eine Telegraphenleitung vorhanden ist, oder wo nicht geschlossene Waldbestände ein Herabfallen von Drähten bis zum Erdboden ohnehin schon verhindern. Aus dem durch den Staatshaushaltsetat für 1913 bewilligten Betrage von 8000 *M* wurden gegen 1000 neue Stangen aufgestellt, die, da sie durchschnittlich in Abständen von 70 m stehen, über 70 laufende Kilometer verteilt sind. Unerfreulicherweise hatte diese Maßregel nicht den erwarteten Erfolg, zur Beruhigung der Umwohner beizutragen, sondern sie erregte vielmehr vielfachen Widerspruch, indem die einen, um nicht durch die Pfähle an der Bestellung ihrer angrenzenden Felder behindert zu werden, verlangten, daß sie dicht an den Chausseegraben gesetzt würden, andere aber eine „Verunzierung des Landschaftsbildes“ durch die zwischen den Baumreihen stehenden Pfähle geltend machten.

Von den im Jahre 1905 aufgestellten Pfählen waren nun, obwohl sie natürlich karboliniert worden waren, inzwischen viele in der Erde abgefaut und bildeten nun eine neue Gefahr, indem sie vom Winde umgeworfen und samt dem Draht auf die Wege gelegt wurden, wo sie ein um so ernsteres Verkehrshindernis bilden mußten, als der starke Schutzdraht zu noch viel schwereren Beschädigungen führen konnte als der so viel dünnere Drachendraht. So kam es, daß monatelang fast täglich einige Leute des Observatoriums mit dem Fuhrwerk unterwegs waren, um neue Pfähle an die Stelle der abgebrochenen zu bringen und aufzustellen, bis endlich angesichts der Unmöglichkeit, diese Arbeit mit den eigenen Kräften durchzuführen, mit einem Zimmermeister aus Beeskow ein Abkommen über die Ausführung dieser Reparaturen abgeschlossen wurde. Zugleich wurde Vorsorge getroffen, um durch ausgiebiges Teeren der unteren Teile der karbolinierten Stangen und Umhüllung mit Dachpappe, die ebenfalls geteert wurde, den schädlichen Einfluß der Bodenfeuchtigkeit zu verringern und auf diese Weise den Stangen eine größere Lebensdauer zu sichern.

Die wie eine Epidemie im Frühjahr 1913 eingetretenen Automobilunfälle durch ruchloserweise über die Straßen gespannte Drähte beleuchteten in unheimlicher Weise die Gefahren, die unter ungünstigen Umständen auch durch die Drachendrähte hervorgerufen werden könnten, und man mußte befürchten, daß sich bei der überall herrschenden Aufregung im Falle eines derartigen Unglücks der allgemeine Unwille gegen das Observatorium wenden würde, ganz abgesehen von den ohnehin schon beklagenswerten Folgen eines ersten Unfalles dieser Art. Es galt also, noch einen weiteren Schritt zur tunlichsten Vermeidung von Gefährdungen zu tun, um auch dem Fernerstehenden zu beweisen, daß in der Tat keine Maßregel zum Schutze des Publikums außer Acht gelassen sei. Angesichts der Unmöglichkeit, ohne vollständige Einstellung der Arbeiten des Observatoriums das Herabfallen von Drachendrähnten auf einen Verkehrsweg mit Sicherheit auszuschließen, mußte die schleunigste Beseitigung derselben als das dringendste Erfordernis gelten. Zwar war schon seit mehreren Jahren ein „Drachenwindewagen“ gebaut worden, der mit der von der Ostafrika-Expedition des Observatoriums im Jahre 1908 herstammenden Benzinmotorwinde ausgerüstet war, um die Drachen und Drachendrähnte einzuholen. Da der hierdurch recht schwerfällig gewordene Wagen von zwei Pferden gezogen werden mußte, die im Augenblick des Bedarfs nicht immer zur Stelle waren, und seine Fortbewegung in einem mit der gebotenen

Eile nicht im Verhältnis stehenden Tempo geschah, konnten die Erfolge dieser Einrichtung nicht befriedigen. Dieser wichtigen Aufgabe durfte man vielmehr nur dadurch gerecht zu werden hoffen, daß man ein mit geeigneten Einrichtungen versehenes, stets fahrtbereites Automobil zur Verfügung hatte, mit dem man unverzüglich und schnell an die gefährdete Stelle eilen, den Draht aufsuchen und beseitigen konnte. Da die Richtung stets bekannt ist, nach der die abgerissenen Drachen und auch der Draht vom Winde fortgetragen sind, lassen sich an der Hand von Meßtischblättern die von ihnen gekreuzten Wege ohne Schwierigkeit feststellen und mittels des Automobils nach kurzer Frist aufsuchen. Natürlich

Fig. 11.



Drachenautomobil, gebaut von Adam Opel.

mußte man hierbei zunächst dafür sorgen, daß nicht der Wagenführer oder die Insassen dasselbe Experiment zuerst an sich selbst vollziehen, zu dessen Verhinderung sie an Ort und Stelle geeilt sind; es wurde deshalb eine Vorrichtung angebracht, um einen gespannten Draht nach oben abgleiten zu lassen. Das würde aber nur in dem Falle geschehen, wenn der Draht unterhalb der Wagenhöhe, die 2 m wenig übersteigt, über den Weg verläuft; ein wenig gespannter Draht würde aber voraussichtlich so leicht über den Wagen gleiten, daß er von dem Führer gar nicht wahrgenommen werden würde. Ebensowenig würde ein in größerer Höhe verlaufender Draht, der aber einen auf einem höheren Wagen sitzenden Kutscher oder einen Reiter noch zu treffen vermöchte, entdeckt werden:

man mußte deshalb dem Wagen eine Art Fühlhebel geben, der noch einige Meter hoch über ihn hinausreicht und bei dem Passieren eines Drahtes von diesem niedergedrückt wird. Dadurch, daß man diese Bewegung der „Rute“ dem Wagenführer sichtbar, oder besser außerdem auch noch durch eine Glocke hörbar macht, wird die Sicherheit des Auffindens des Drahtes gewährleistet.

In verständnisvoller Anerkennung der wichtigen Aufgabe einer derartigen Schutzeinrichtung hat das Finanzministerium in entgegenkommendster Weise die erforderlichen Mittel (13000 *M*) zur Beschaffung eines entsprechend konstruierten „Drachenautomobils“ zur Verfügung gestellt, und zwar, um nicht die unter Umständen lebensrettende Einrichtung bis zum nächsten Etatsjahre entbehren zu müssen, aus außeretatsmäßigen Mitteln, sodaß dieselbe bereits seit dem Anfang des Jahres 1914 gebrauchsfertig zur Verfügung steht. Die folgende Beschreibung wird die näheren Einzelheiten der Konstruktion erläutern.

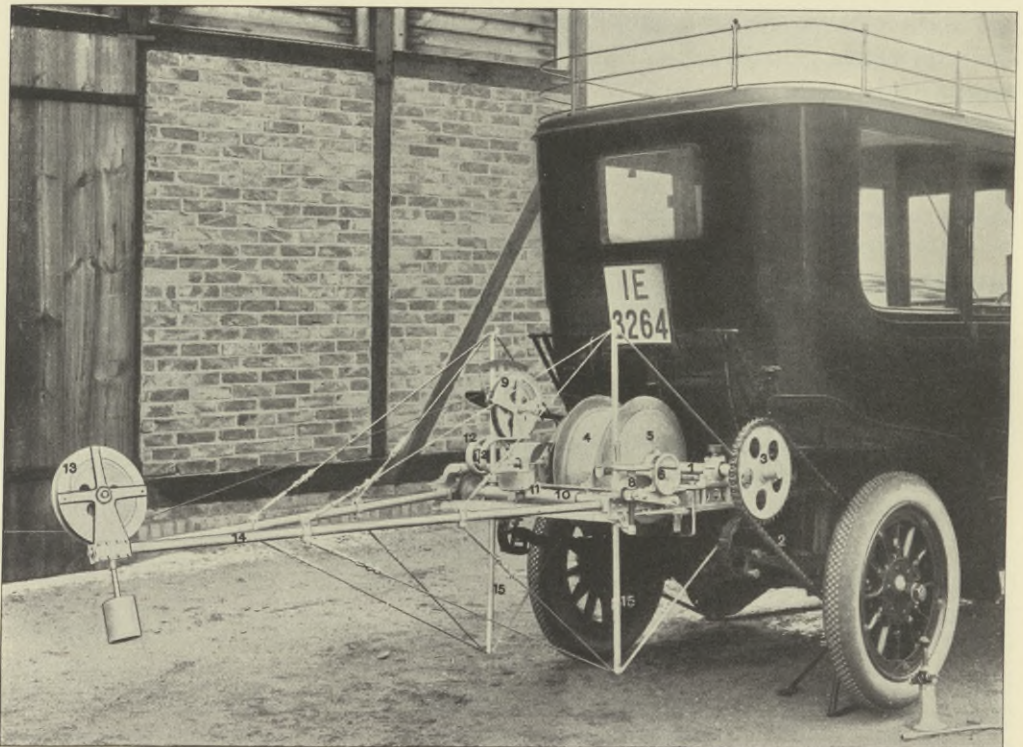
Das von der Firma Adam Opel für diesen Zweck nach den Angaben des Observatoriums gebaute Automobil (Fig. 11) besteht in einer normalen Limousine von 25 PS in starker und eleganter Ausführung mit allen gebräuchlichen Utensilien, 2 Reservereifen usw. An seinem vorderen Teile befinden sich, wie die Abbildung zeigt, zwei schräg aufsteigende Messingstangen, die den Zweck haben, einen Draht zum Abgleiten nach oben zu bringen, gegen den der Wagen anfahren würde. Ferner ist es mit einer aus Bambus und Stahlrohr zusammengesetzten 7 m langen Rute nach Art der Stromabnehmer der elektrischen Straßenbahnen versehen, die in einem Gelenk am Vorderrande des Verdeckes drehbar ist; ihr unterer Teil reicht schräg nach vorn und unten bis in die Nähe des Erdbodens, ihr oberer schräg nach rückwärts bis zu 4 m Höhe über das Verdeck hinaus und endigt in einem stumpfen Haken. Durch eine Gummikordel wird die Rute in ihrer Stellung gehalten, die sich sofort ändert, sowie der obere Rutenteil ein Hindernis findet; auf diese Weise können auch Drähte aufgefunden werden, die in einer Höhe bis zu 6 m über dem Erdboden den Weg kreuzen. Am hinteren Teile des Wagens ist eine speziell nach den Vorschlägen des Ballonaufsehers Paul Schmidt durch die Maschinenfabrik von Hugo Eulitz in Berlin konstruierte Drachenwinde leicht abnehmbar befestigt, welche nach Abstützung des rechten Hinterrades des Wagens mittels einer Kettenübertragung durch den Motor angetrieben wird; sie stellt einen neuen und in bester Weise durchgebildeten Typ einer Drachenwinde dar, der geeignet ist, auch für stationäre Winden als Muster zu dienen. Ohne auf konstruktive Einzelheiten einzugehen, seien ihre Hauptteile an der Hand der Abbildung (Fig. 12) hier kurz beschrieben.

Auf einem kräftigen Rahmen aus U-Eisen ist die Hauptwelle (1) gelagert, welche mittels Kette (2) und Kettenrad (3), das auf dem rechten Hinterrade des Wagens befestigt ist, angetrieben wird. Durch Gasregulierung sowie durch Einschaltung der vier verschiedenen Geschwindigkeiten des Autos läßt sich jede beliebige Tourenzahl der Winde erreichen, die im Drachenbetriebe vorkommt. Die Drahttrommel (4) aus Gußstahl, welche 18000 m Stahldraht von 0.7 mm Dicke aufzunehmen vermag, ist drehbar auf der Hauptwelle befestigt. Die rechte Innenseite der Drahttrommel ist konisch ausgedreht, um den mit Leder belegten Kuppelungskonus (5) aufzunehmen. Die Lederbelegung gestattet ein stoßfreies Inbetriebsetzen der Winde. Der Kuppelungskonus, welcher ebenfalls auf der Hauptwelle in deren Längsrichtung verschiebbar gelagert ist, wird durch ein Handrad (6) und eine Schraubenspinde betätigt. Die linke Seite der Trommel besitzt einen Ansatz zur Aufnahme des



Bremsbandes (7), welches ebenfalls durch Handrad (8) und Schraubenspindel betätigt wird. Die Drahtverteilung geschieht selbsttätig durch eine mit Schutzbacken versehene Rolle (9). Die hin und her gehende Bewegung derselben wird von der Hauptwelle durch zwei Kegelräder, Schnecke und Schneckenrad und eine mit rechts- und linksgängigem Gewinde versehene Spindel (10) bewirkt, und zwar so, daß die Verteilerrolle mit einem drehbaren Zahne (11) in einen Gang der Gewindespindel eingreift. Am Ende des Gewindes stößt der Zahn an und dreht sich um; dadurch kommt er in den Gewindegang, welcher der entgegengesetzten Bewegung entspricht: somit entsteht bei gleichem Drehsinn der Gewindespindel eine gleichmäßige hin und her gehende Bewegung. Die Drahtverteilerrolle ruht auf zwei kräftigen Blattfedern (12), welche durch einen Hebel mit einem Zeiger verbunden

Fig. 12.



Drachenautomobilwinde, gebaut von Hugo Eulitz.

sind; hierdurch ist ermöglicht, da der Draht zwischen Azimutrolle, Verteilerrolle und Drahttrommel einen Winkel bildet, den Zug des Drahtes in Kilogrammen an einer Skala abzulesen. Außerdem mißt die Verteilerrolle noch die Länge des durchgelaufenen Drahtes durch einen Tourenzähler, wobei die Übertragung so gewählt ist, daß 1 m Drahtlänge einer Umdrehung des Tourenzählers entspricht. Die durch ein Gewicht ausbalancierte Azimutrolle ist an einem gabelförmigen Ausleger (14) um eine horizontale Axe drehbar befestigt. Um das Herauspringen des Drahtes zu vermeiden, ist die Rolle mit Schutzbacken versehen. Durch vier mit „Jungfern“ versehene Stahlkabel sowie vier Spreizstützen (15) wird der Ausleger sehr starr mit der Winde verbunden und vermag alle im Drachenbetriebe vor-

kommenden Züge auszuhalten. Der Ausleger kann in wenigen Minuten abmontiert werden, was besonders bei unebenen Wegen von Vorteil ist, um ein Aufstoßen der Stützen auf den Boden zu vermeiden. Die kräftige Bauart der Winde bei verhältnismäßig geringem Gewicht (etwa 170 kg ohne Draht) gestattet selbst größere Drachenaufstiege auszuführen, da dieselbe allen Anforderungen entspricht, welche man an eine stationäre Winde stellen kann. Übrigens ist die ganze Vorrichtung in kurzer Zeit an- und abzumontieren, sodaß das elegant gebaute Automobil erforderlichenfalls auch anderen Zwecken zu dienen geeignet wäre.

„Draht“, ein im allgemeinen, besonders in der Berliner Definition sehr angenehmer Gegenstand, hat, wie wir gesehen haben, auch seine unangenehmen Eigenschaften: seine äußerliche Einwirkung auf Menschen und Tiere, die mit ihm in Berührung geraten, während sie sich schnell bewegen, bringt unter Umständen ernste Gefahren mit sich. Daß er aber auch „innerlich genossen“ ein weiteres Gefahrmoment erzeugt und der Wissenschaft Schwierigkeiten bereitet, das dürfte erst durch die üblen Erfahrungen zutage getreten sein, die man am Aeronautischen Observatorium mit ihm gemacht hat. Von den 100 000 m Draht, die im Durchschnitt im Jahre durch „Abreiber“ in Lindenberg verloren gehen und auf die Felder herabfallen, wird natürlich der weitaus größte Teil durch die Aufstiegsbeamten geborgen und von den Feldern entfernt; immerhin ist es unmöglich, tatsächlich allen Draht aufzufinden, zumal wenn er, wie das sehr oft der Fall ist, auf den Kronen von Bäumen liegt. Dort wird er dann von Feldarbeitern gelegentlich entdeckt und heruntergeholt und entweder auf dem Felde oder im Hofe achtlos fortgeworfen, oft genug, nachdem sie ihn in kleine Stücke zerbrochen oder zerschlagen haben. Ferner aber scheint es auch möglich zu sein, daß ein auf dem Acker ausgestrecktes längeres Drahtstück durch die Mähmaschine in Stücke von 10 bis 15 cm Länge zerschnitten wird, die mit dem Stroh oder Heu eingerntet werden und gelegentlich in das Futter des Rindviehs geraten. Auf diese Weise ist denn der neue Begriff der „Drahtkuh“ entstanden, der dadurch zum Ausdruck gelangt, daß eines Tages ein Landmann mit mehr oder weniger verlegener Miene im Observatorium ein Papier vorweist, in dem sich ein Stück schwärzlichen Drahtes befindet, das sich, wie das der Sicherheit wegen mitgebrachte tierärztliche Attest ausweist, im Magen oder auch im Herzen einer wegen ihres Kränkels „notgeschlachteten“ Kuh angefunden hat und als Ursache der Erkrankung bezeichnet wird. Der Durchmesser und die von keinem anderen Draht erreichte Härte des „corpus delicti“ stellt es außer allem Zweifel, daß es sich in der Tat um Drachendraht des Observatoriums handelt, und es bleibt deshalb nichts weiter übrig als den Verlust zu bezahlen, den der Besitzer durch die Notschlachtung des Tieres erlitten hat, dessen Fleisch natürlich als minderwertig einen niedrigeren Verkaufswert hat als das eines gesunden Tieres; bei einer Milchkuh kommt noch der Verlust an entgangenem Milchertrage zur Anrechnung. Die seitens der Staatskasse zu zahlende Entschädigung beträgt meist gegen 200 bis 300 M; seit dem Jahre 1910, in dem der erste Fall dieser Art zur Kenntnis kam, sind (bis zum April 1914) 1762 M für 11 Stück Rindvieh bezahlt worden; eine mit der Versicherungsgesellschaft „Zürich“ abgeschlossene Haftpflichtversicherung wurde infolge der wiederholten Schadensfälle im Jahre 1912 von der Gesellschaft gekündigt. Auch gegen diese neue, wahrlich nicht vorherzusehende Schwierigkeit gibt es kein anderes Hilfsmittel, als die tunlichst sorgfältige Beseitigung aller auf die Felder gefallenen Drahtstücke, die nun den Aufstiegsbeamten in erhöhtem Maße zur Pflicht gemacht wurde.

Außerdem wurden aber in allen benachbarten Zeitungen Bekanntmachungen erlassen, daß für jedes im Observatorium abgelieferte Drahtstück eine Belohnung gezahlt werde, was zur Folge hatte, daß trotz der eifrigsten Nachforschungen des Personals noch sehr viele unbemerkt gebliebene größere oder kleinere Drahtstücke zur Ablieferung kamen, und die „Drahtkühe“ entsprechend seltener wurden. Wenn auch die Vermutung naheliegt, daß „findige Köpfe“, die es, soweit es sich darum handelt, den „Fiskus zu schädigen“, wie überall, so auch in und bei Lindenberg nicht ganz wenige gibt, durch Unterteilung eines größeren Drahtstückes die ihnen zufallende Belohnung zu erhöhen bemüht sind, so bleiben deren Beträge doch noch weit hinter dem zurück, was für ein eingegangenes Stück Vieh zu bezahlen ist. Auch ist anzunehmen, daß durch die ausgiebige Benutzung des Drachenautomobils mit seiner für das Aufwinden von langen Drahtstücken geeigneten Winde die trotzdem zurückbleibenden Drahtreste immer geringer werden dürften.

Das frühere, dem Kgl. Meteorologischen Institut in Berlin unterstellte Aeronautische Observatorium mußte vornehmlich wegen seiner zunehmenden Einkreisung durch die elektrischen Straßenbahnen verlegt werden, und man glaubte in dem vor zehn Jahren noch wenig entwickelten östlichen Teile des Kreises Beeskow-Storkow eine für lange Zeit „unelektrisch“ bleibende Gegend gefunden zu haben: aber auch hier hat die Elektrizität, wenn auch noch nicht in der Gestalt von Straßenbahnen, so doch in der noch weit gefährlicheren der Überlandzentralen ihren Einzug gehalten und beginnt nun allgemach, dem Observatorium neue Schwierigkeiten in den Weg zu legen. Die Gefahren, die aus einer Berührung zwischen einem Drachendrahte und einer Hochspannungsleitung entstehen könnten, beruhen im wesentlichen darauf, daß der mit der Erde in Berührung befindliche Drachendraht einen Kurzschluß der elektrischen Leitung hervorrufen würde, der wohl zunächst zum Durchbrennen einer Sicherung führen, während der bis zum Kontakt mit dem Erdboden führende Drachendraht sofort verbrennen würde. Die Möglichkeit eines hierbei entstehenden Feld- oder Waldbrandes ist nicht ausgeschlossen, wenn der Draht z. B. durch ein reifes Kornfeld oder dürres Gras verläuft. Die Gefahr einer Beschädigung von Menschen durch den mittels des Drachendrahtes abgeleiteten Starkstrom erscheint sehr gering, da das augenblicklich eintretende Verbrennen desselben sofort die Leitung unterbricht. So dürfte es sich ausschließlich um Sachbeschädigungen handeln, die entweder den Draht des Observatoriums oder die Überlandzentrale und deren Interessenten betreffen; ersteres muß in den Kauf genommen werden, und für letzteres haben bisher die maßgebenden Behörden den Standpunkt gelten lassen, daß die seit neun Jahren bestehenden Rechte des Observatoriums durch später erfolgte Einrichtungen nicht berührt werden, zumal der juristische Begriff des „öffentlichen Interesses“ auch für die dem öffentlichen Wetterdienst und der militärisch so wertvollen Luftfahrtprognose dienenden Arbeiten des Aeronautischen Observatoriums Gültigkeit hat. Es ist daher Sache der Überlandzentralen, sich selbst und Dritte gegen die Folgen eines Überganges ihres Stromes in einen Drachendraht zu schützen. Zurzeit kommt die im weiteren Umkreise von Frankfurt a. O. errichtete große Überlandzentrale in Frage, der von seiten der Regierung die Beschaffung der erforderlichen Schutzmaßregeln auferlegt worden ist; glücklicherweise liegt noch kein Schadensfall vor, aus dem geschlossen werden könnte, ob und wie weit sich die Gerichte der obigen Auffassung anschließen.

## Die Baulichkeiten des Observatoriums.

Die stadtferne Lage des Observatoriums und die bis vor kurzem bestehende absolute Unmöglichkeit, in seiner näheren Umgebung eine menschenwürdige Wohnung zu finden, erheischte die Herstellung von Wohnhäusern zur Unterbringung von mehr als 50 Personen einschließlich der Kinder. Ferner war aus demselben Grunde, da weder Wasser noch Gas noch elektrische Kraft aus einem öffentlichen Werke bezogen werden konnte, die Schaffung eigener Einrichtungen dieser Art notwendig. Schließlich kamen dazu noch die für den eigentlichen Dienstbetrieb erforderlichen Spezialeinrichtungen. So ergab sich ein Bauprogramm von einer für ein wissenschaftliches Institut ungewöhnlichen Ausdehnung und Mannichfaltigkeit, dessen Ausführung deshalb der Kgl. Ministerial-, Militär- und Baukommission in Berlin übertragen wurde. Der überaus trockene Sommer des Jahres 1904 begünstigte, wie oben schon erwähnt, die Bauarbeiten dermaßen, daß am 1. April 1905 der Betrieb im vollen Umfange aufgenommen werden, und jede Lücke in der seit dem Januar 1903 aufrechterhaltenen Ausführung täglicher Aufstiege vermieden werden konnte.

Die zunächst errichteten Baulichkeiten waren folgende: a) Wohngebäude: Wohnhaus des Direktors, Bureaugebäude, Beamtenwohnhaus; b) Betriebsgebäude: Maschinen- und Werkstattgebäude, Brunnenhaus, Kläranlage; c) Baulichkeiten zum Aufstiegsdienst: Ballonhalle, Gasbehälter, Windenhaus. Zu diesen Gebäuden sind später die folgenden hinzugekommen: Versuchshalle des flugtechnischen Ausschusses der Jubiläumstiftung der deutschen Industrie, und im Jahre 1913 ein neues Observatorwohnhaus. Außerdem wurden noch mehrere Holzbauten für die Unterbringung von Kohlen, Materialien und Wirtschaftsgegenständen sowie Drachen, ferner eine kleine Sternwarten-Drehkuppel aufgestellt, und aus Überresten des früheren Windenturmes des Reinickendorfer Observatoriums ein Reservewindenhaus errichtet. Nachdem der oben genannte flugtechnische Ausschuß im Juni 1913 seine Versuche mit Luftschrauben beendet hatte, ging die hierzu benutzte Versuchshalle als Geschenk in den Besitz des Staatsfiskus über und wurde zu einem Stall- und Remisengebäude und zu Wohnräumen für einen verheirateten und drei unverheiratete Ballongehilfen ausgebaut. Die biologische Kläranlage, die sich wegen der unerwarteten Schwierigkeiten bei der Beschaffung des nötigen Kühl- und Wirtschaftswassers als unbrauchbar erwiesen hatte, wurde zu einem Reingasbehälter umgebaut, und die Beseitigung der Abwässer durch Berieselung des hierzu gut geeigneten Nordabhanges des Windenhausberges bewerkstelligt.

Die Lage der einzelnen Baulichkeiten ist sowohl aus der Hauptansicht des Observatoriums in Fig. 2 (S. 6 u. 7) als auch dem Lageplan in Fig. 9 (S. 14) ersichtlich. In der Hauptansicht (Fig. 2) befindet sich links, zunächst der Windmühle, das Beamtenwohnhaus (Nr. 3 des Lageplanes, Fig. 9), auf welchem der, nebenbei in der Reproduktion etwas zu kräftig geratene eine Antennenträger der Funkenstation

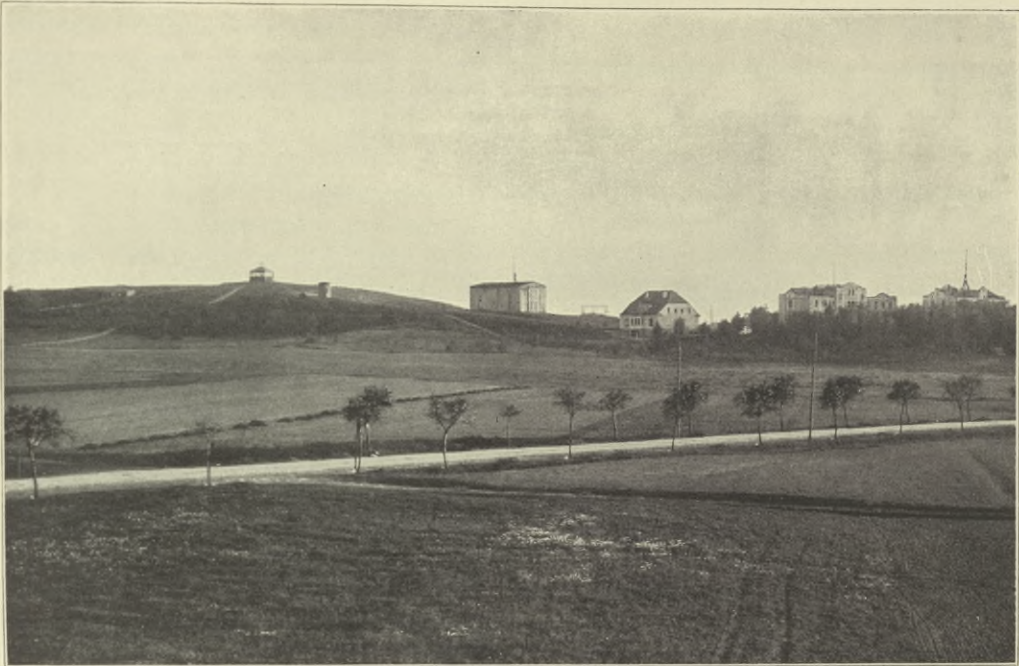
sichtbar ist. Neben ihm liegt das Bureaugebäude (Nr. 2 des Lageplanes), ebenso wie das Beamtenwohnhaus von einem halbhoher Kiefern- und Birkengehölz umgeben. Daran schließt sich, etwas weiter rückwärts liegend, das neue Observatorhaus (Nr. 27 des Planes), das sich durch seine abweichende Dachkonstruktion von den anderen unschönen Dächern vorteilhaft abhebt. 200 m vor ihm liegt das Maschinen- und Werkstattgebäude (Nr. 4) und 100 m vor diesem das neue, aus dem Umbau der früheren Versuchshalle für Luftschrauben entstandene, ebenfalls mit einem Giebel-dach versehene Gehilfenwohnhaus mit Stallung und Remise (Nr. 28). Hinter dem Maschinenhause erscheint am Abhänge des Windenberges der Gasbehälter (Nr. 7) und die Ballonhalle (Nr. 5), letztere mit dem in der Reproduktion noch kräftiger ausgefallenen zweiten Antennenträger der Funkenstation. Die auf dessen Spitze sichtbare Kugel stellt die für die Leuchtfeuvorrichtung dienende Quarzlampe, ebenfalls zu „dick“, dar. Weiter hügelaufrwärts ragt der 70 m hinter der Ballon-halle liegende Reingasbehälter, welcher früher die Kläranlage beherbergte, über den Bergrücken hinüber (Nr. 21). Auf dem Gipfel des Hügels steht das Windenhaus (Nr. 6), von dem ein breiter Weg zum Austragen der Drachen — im Winter gelegentlich auch zum „Rodeln“ dienend — abwärts führt, neben ihm liegt ein soeben herabgefallener großer Drachen auf dem Erdboden. Aus dem parkartigen Garten ragt der Turm des Direktorwohnhauses (Nr. 1) hervor, am Ende des Gartens liegt das Brunnenhaus mit kleinem Gewächshause (Nr. 11). Am äußersten, östlichen Ende des Hügelrückens erscheint das alte Windenhaus (Nr. 8). Vor dem Obser-vatoriumsgelände verläuft die chaussierte, mit Masten für die elektrische Straßen-beleuchtung (Nr. 24) besetzte Zufahrtsstraße nach dem links außerhalb des Bildes liegenden Bahnhofe. Die Abbildungen 13 bis 16 geben noch einige weitere Einzelheiten über die Baulichkeiten und ihre Lage.

Fig. 13 zeigt das Observatorium von der Nordwestseite; auf ihr ist außer den oben angeführten Baulichkeiten der nördliche „Drachenstall“ (Nr. 9) links unterhalb des Windenhauses sichtbar; am äußersten linken Bildrande die Drehkuppel, die auf dem Lageplan versehentlich nicht eingetragen ist. Im Vordergrund verläuft die vom Bahn-hofe nach dem Dorfe Herzberg führende Kreischaussee. Fig. 14 gibt ein vom Dache des Direktorhauses aus aufgenommenes größeres Bild der Dienstgebäude, dazu des neben dem Maschinenhause errichteten Speichers (Nr. 19); über das Observatorhaus blickt die Spitze des Herzberger Kirchturmes herüber. Fig. 15 zeigt die oberen Dienstgebäude, vom Windenhausberge aus aufgenommen, Fig. 16 den Hof des Maschinen- und Werkstattgebäudes mit den alten Kohlenschuppen (Nr. 17) und dem neuen Vorratsspeicher; im Hintergrunde erscheint das Direktorwohnhaus von der Rückseite.

Eine Wiedergabe der im ersten Bande der „Ergebnisse der Arbeiten des Kgl. Aeronautischen Observatoriums im Jahre 1905“ ausführlich veröffentlichten Baupläne dürfte an dieser Stelle zu weit führen und dem Zwecke dieses Buches nicht dienen, weshalb nur Abbildungen und allgemeine Beschreibungen der einzelnen Häuser und deren Einteilung gegeben werden sollen.

Das Direktorwohnhaus (Fig. 17, Nr. 1 des Lageplanes) enthält ein nur teilweise unterkellertes Erdgeschoß, in dem sich die Wohnung für einen verheirateten Angestellten befindet; sie besteht, wie sämtliche Wohnungen der verheirateten Angestellten, aus drei Zimmern mit Küche und Klosett und ist zurzeit von dem verheirateten Kutscher bewohnt, der zugleich die Funktionen des Hausverwalters versieht. Zur Wohnung des Direktors gehören zwei Mädchenkammern und ein für den Sommeraufenthalt bestimmtes kleines Frühstückszimmer, an das sich ein

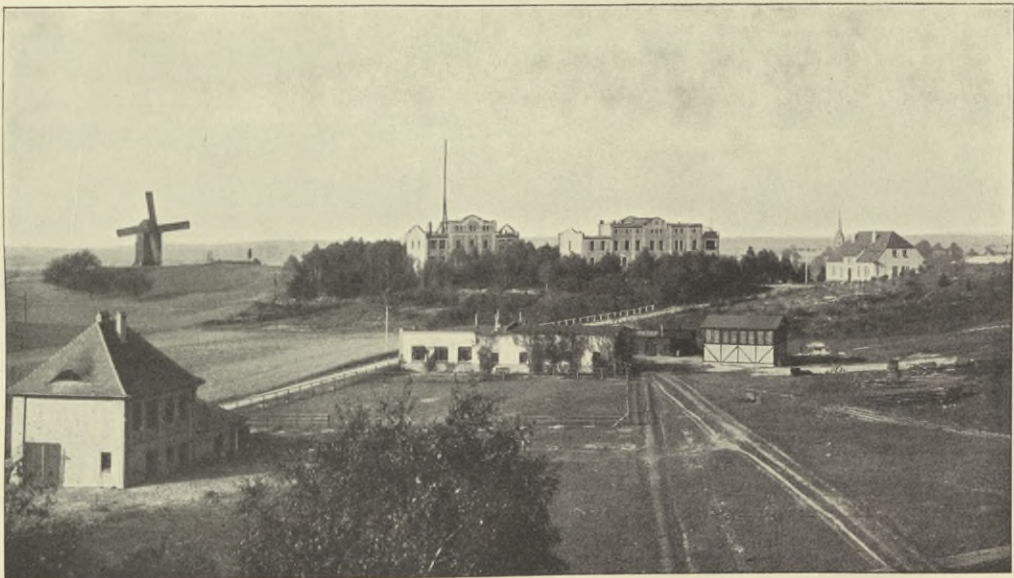
Fig. 13.



Dreh- Drachen- Winden- Reingas- Ballonhalle Gas- Observator- Bureaugebäude Beamten-  
kuppel stall haus behälter behälter behälter haus wohnhaus

Ansicht des Königl. Aeronautischen Observatoriums Lindenberg von Nordwest.

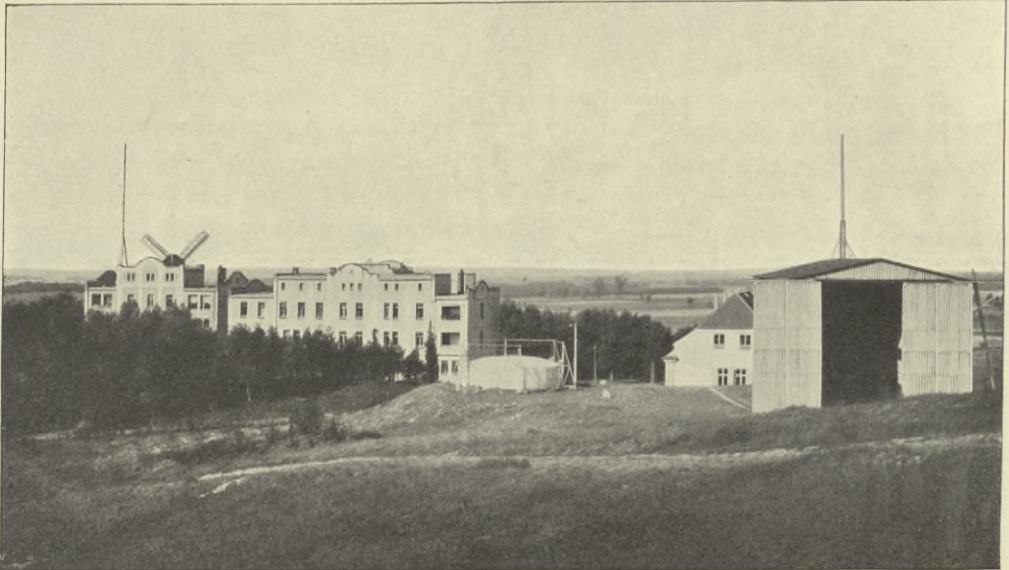
Fig. 14.



Die Dienstgebäude des Königl. Aeronautischen Observatoriums Lindenberg, vom Dache des Direktorhauses aufgenommen.

noch aus Reinickendorf stammendes Glashäuschen und eine größere offene Veranda anschließt. Ferner eine geräumige Küche und zwei Speise- und Vorratskammern,

Fig. 15.



Beamtenwohnhaus

Bureaugebäude

Observatorhaus

Ballonhalle

Fig. 16.



Das Maschinen- und Werkstattgebäude mit den Kohlenschuppen und dem Vorratsspeicher.  
Im Hintergrunde das Direktorhaus.

die nur den Nachteil haben, daß die Röhren der Niederdruckdampfheizung in ihnen verlaufen und sie dadurch für ihren Zweck wenig geeignet machen. Die Wohnung

des Direktors liegt im ersten Stockwerk und besteht aus vier großen Gesellschafts- und Wohnräumen einschließlich des Arbeitszimmers mit Bücherkammer, einer kleineren Diele, einem kleinen Balkon und zwei geräumigen Schlafzimmern nebst Badezimmer und Klosett; im Anschluß an das Speisezimmer befindet sich eine geschlossene Veranda. Während die Haupttreppe nur bis zur Direktorwohnung hinaufführt, enthält das Treppenhaus eine zum Obergeschoß und dem Turmzimmer führende Hintertreppe, die auch als Wirtschaftstreppe für die Direktorwohnung dient. Von den im Obergeschoß befindlichen Räumen gehören noch zwei Fremdenzimmer sowie ein Wirtschafts- und ein Trockenboden zur Direktorwohnung\*). Außerdem befinden sich folgende Diensträume im Obergeschoß: ein geräumiger Saal von 13,5 m Länge und 6,5 m Breite, in dem die eingangs erwähnte Einweihungsfeier

Fig. 17.



Wohnhaus des Direktors, von Südosten gesehen.

stattgefunden, und der auch später zu öffentlichen Vorträgen und Versammlungen gedient hat; ferner zwei eingerichtete Wohnzimmer mit Balkon für offizielle Gäste, eine Kleiderablage, ein dienstliches Badezimmer und zwei Klosetts. Eine eiserne Treppe führt zum geschlossenen Turmzimmer empor, das zur Aufnahme von Registrierapparaten bestimmt war, aber für diesen Zweck keine Verwendung hat finden können, da es nicht hat gelingen wollen, trotz Doppelfenstern und Ölanstrichs das Eindringen des Regens zu verhindern, wenn er, wie das hier fast die Regel ist, mit stürmischem Winde verbunden ist. Aus dem Turmzimmer führt eine Tür auf

\*) Ein im Juni 1914 für den neuen Direktor zur Ausführung gelangter Umbau hat noch ein großes Besuchszimmer im Obergeschoß und eine Überbauung des bisher offenen und wenig benutzbaren Balkons an den Gastzimmern, sowie die so lange vermifste Kleiderablage im Erdgeschoß geschaffen. Die Gastzimmer und das Badezimmer nebst Klosetts sind der Wohnung des Direktors hinzugefügt worden.



das flache Holzzementdach hinaus, und von diesem eine eiserne offene Treppe auf die Plattform des Turmes, die einen eisernen Flaggenmast trägt. Bis vor kurzem waren die Apparate zu Wind- und Ausstrahlungsmessungen, welche sich jetzt auf dem Bureaugebäude befinden, hier aufgestellt.

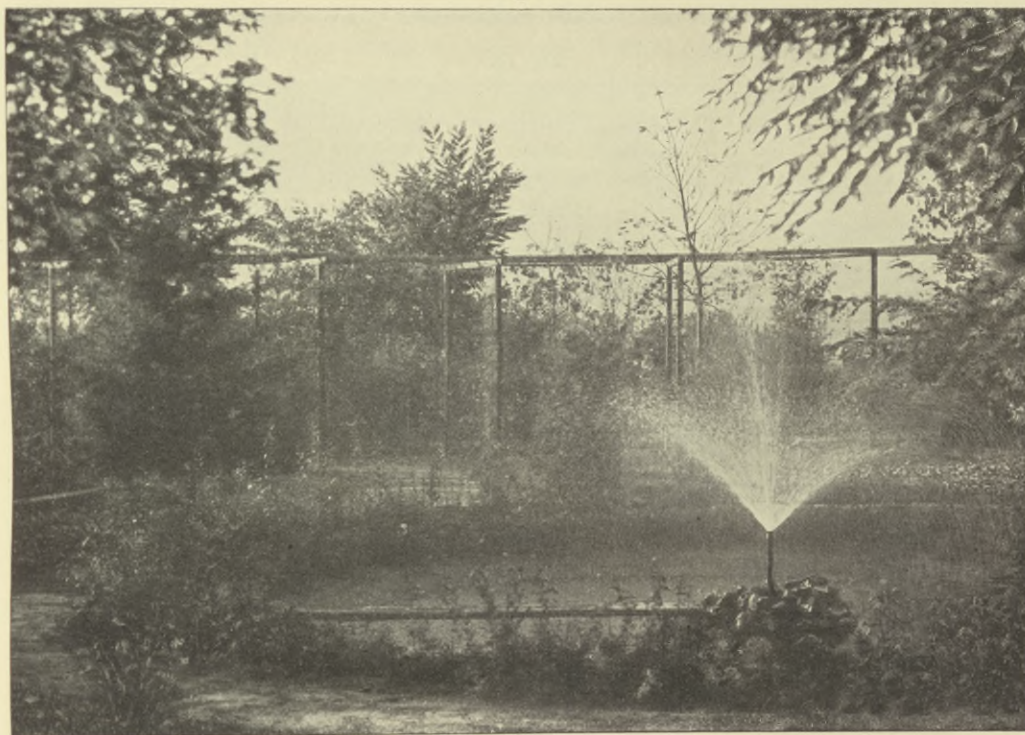
Die drei zuerst gebauten Wohnhäuser sind mit einer Niederdruckdampfheizung versehen, die von der Firma Schwabe u. Reutti in Berlin geliefert worden ist. Nach Überwindung der in den ersten Jahren sehr beträchtlichen Schwierigkeiten funktioniert dieselbe im allgemeinen zur Zufriedenheit, soweit das überhaupt unter den abnormen Verhältnissen einer allen Winden ungeschützt ausgesetzten Lage möglich ist: weht, wie das recht häufig der Fall ist, starker WNW oder NW-Wind, dann sind die an der Luvseite liegenden Zimmer der Direktorwohnung trotz stärkster Heizung unbewohnbar, wozu auch noch die sonst sehr angenehmen großen Fenster beitragen; tatsächlich hat es sich in einem derartigen Falle nicht vermeiden lassen, die zu einem Essen versammelten Gäste zum Anziehen von Überziehern und Mänteln zu veranlassen! Die Familie aber zieht sich unter solchen Umständen „in Lee“ zurück! Die zwei Heizkessel des Direktorwohnhauses sind im Kellergeschoß aufgestellt; da ein ausreichender Kohlenraum bei dem Bau nicht vorgesehen worden war, mußte nachträglich neben dem Heizraum ein größerer Kohlenbunker errichtet werden, ebenso am Bureaugebäude, bei dem der gleiche Übelstand herrschte. Durch die Lage derselben außerhalb der Häuser ergab sich der Vorteil, daß der Kohlenwagen auf deren massive Decke fahren und seinen Inhalt direkt in den Raum entleeren kann, ohne die Hausräume zu beschmutzen.

Das Haus ist, wie sämtliche übrige Gebäude, mit einer von eigenen Kräften hergestellten Blitzableiteranlage nach Findeisenschen Grundsätzen versehen, die aus 8 mm starkem verzinkten Eisendraht ohne alle Auffangspitzen über die Schornsteine hinweggeführt ist und, an allen Mauerkanten entlang laufend, in vier Erdleitungen mit den verzinkten Eisenröhren des Wasserleitungsnetzes des Observatoriums verbunden sind. Sowohl die Hauswasserleitung als die eisernen Röhren der Niederdruckdampfheizung sind an ihren obersten und untersten Endigungen an den Blitzableiter angeschlossen. Trotz der exponierten Lage des Observatoriums und der nicht seltenen Blitzschläge in den Drachendraht bei den Aufstiegen hat sich diese Einrichtung ausgezeichnet bewährt; nur in einem Falle trat eine gewisse Blitzgefährdung ein, als eine für trigonometrische Zwecke hergestellte Drahtleitung zwischen dem 400 m entfernten Windenschuppen und dem Direktorhause eine kräftige Entladung in das Haus leitete, die durch Induktion entstanden war, als der Drachendraht, der parallel mit diesem verlief, von einem Blitze getroffen wurde. Der angerichtete Schaden beschränkte sich darauf, daß im Windenhaus und im Maschinenhaus ein großer Teil der elektrischen Lampen zerschlagen und im Direktorhause die Telephon- und Klingelleitungen zerstört wurden, wobei zwischen diesen ein 10 cm langer starker Funke an einer Stelle übersprang, an der ein Bett stand, in dem sich ein Kranker befand, der nach seiner Angabe hierdurch veranlaßt wurde, „schneller als je in seinem Leben aus dem Bette zu kommen“. Über die Blitzschutzvorrichtungen des Windenhauses wird an anderer Stelle berichtet werden.

Das Direktorwohnhaus liegt, wie die Fig. 2 auf S. 6 u. 7 zeigt, in einem ziemlich großen Garten zwischen zwei Hügeln, die mit den spärlichen Überresten eines früheren Waldes bestanden sind; leider vertragen diese alten Birken, Eichen und Kiefern durchaus nicht die Kultur, wie sie für einen mit Wegen und Rasenplätzen

versehene Garten unentbehrlich ist, und so verschwindet eine nach der anderen aus ihrer Reihe, während es trotz reichlicher Bewässerung nicht gelingen will, in dem sterilen, aus Kies und Sand bestehenden Boden Ersatzbäume zur Entwicklung zu bringen. Die gleichen Schwierigkeiten stellten sich der Bepflanzung des vorderen ebenen Teiles des Gartens entgegen, bis durch die Anlegung eines kleinen Teiches (Fig. 18, Nr. 33 des Lageplanes), dessen Wasser durch einen von der Druckwasserleitung gespeisten Springbrunnen erneuert werden kann, eine Durchfeuchtung des umliegenden Geländes ermöglicht wurde, welche seit den letzten Jahren eine leidlich üppige Entwicklung der Vegetation zur Folge gehabt hat. Ebenso ist es durch Anlegung einer in ähnlicher Weise mit Wasser versorgten Drainierung erreicht

Fig. 18.



Teich mit Springbrunnen im Dienstgarten des Direktorhauses.

worden, wenigstens die Rasenflächen des vorderen Hügels, der zu dem auf Staatskosten erhaltenen Dienstgarten gehört, in einem einigermaßen ansehnlichen Zustande zu erhalten.

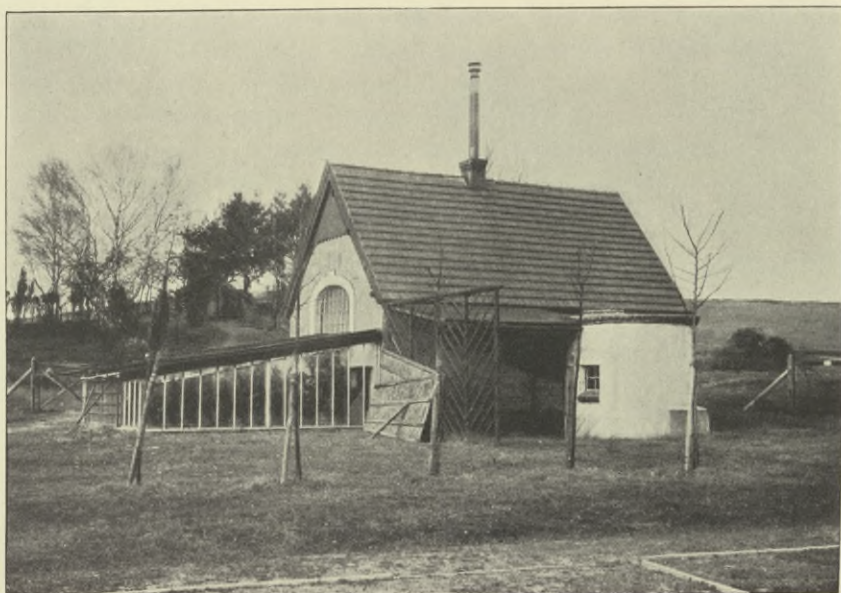
Am südöstlichen Abhange der Hügel befindet sich der geräumige Dienstwohnungsgarten des Direktors, in dem eine größere Zahl von Obstbäumen zur schönsten Entwicklung gelangt ist; Spargel und Gemüse aller Art, das von der sachverständigen Familie des Kutschers gezogen wird, versorgt die Küche, was um so erwünschter ist, als eine Beschaffung von Lebensmitteln aus der Umgegend nahezu gänzlich ausgeschlossen ist. In diesem Mangel an den nötigsten Lebensbedürfnissen, die sämtlich aus dem 10 km entfernten Beeskow in umständlicher und kostspieliger Weise bezogen werden müssen, liegt eine außerordentliche Erschwerung der Lebenshaltung, zumal, wie das im Hause des Direktors der Fall war, eine dauernde

Bereitschaft zur Gewährung von Gastfreundschaft unerlässlich ist, um die zahlreichen, meist unangemeldet zur Besichtigung des Observatoriums eintreffenden ausländischen Fachgenossen aufzunehmen und zu verpflegen. Durch den Mangel eines geeigneten Gasthofes wird die Gewährung von Gastfreundschaft zur Notwendigkeit und zur Anstandspflicht.

An den Gemüsegarten schließt sich ein aus privaten Mitteln eingerichteter Tennisplatz (Nr. 31 des Lageplanes), der den jüngeren Beamten des Observatoriums die dringend notwendige Gelegenheit zur Bewegung und Erholung von der Schreibtischarbeit gewährt.

Neben dem Tennisplatze liegt das Brunnenhaus (Fig. 19, Nr. 11 des Lageplanes), das die Pumpen und Elektromotoren für die Wasserversorgung enthält. Diese, welche in den ersten Jahren ganz außerordentliche Schwierigkeiten bereitet hatte,

Fig. 19.



Brunnenhaus und Gewächshaus.

da das zuerst als ausreichend angenommene, in 10 bis 14 m Tiefe vorhandene Grundwasser, wahrscheinlich infolge einer Drainierung der tieferliegenden Äcker der Umgebung, im regenlosen Sommer 1904 außerordentlich knapp geworden war, ist durch die Anlage eines 50 m tiefen Röhrenbrunnens so weit verbessert worden, daß eine für alle Zwecke ausreichende Wassermenge auch in dem nicht minder trockenen Sommer 1911 gefördert werden konnte. Das Wasser wird durch zwei Elektromotoren von 5 und 3 PS aus drei Brunnen gewonnen, deren einer mit einer Kesseltiefe von 10 m bei 3 m Durchmesser unterhalb des Direktorwohnhauses liegt (Nr. 12 des Lageplanes); eine Heberleitung von 100 m Länge führt das Wasser nach dem Brunnenhause, wo es in den dort befindlichen zweiten Kesselbrunnen von 14 m Tiefe und 2 m Durchmesser abläuft. 8 m von diesem entfernt befindet sich der 50 m tiefe Röhrenbrunnen, dessen sehr reichliches Wasser durch einen besonderen Elektromotor von 5 PS gehoben wird. Während aber das Wasser der beiden Flachbrunnen fast gänzlich eisenfrei ist, enthält das des Tiefbrunnens so beträchtliche Mengen von

kohlensaurem Eisenoxydul, daß es für Wirtschaftszwecke unbrauchbar ist; es mußte deshalb zur Anlage einer Enteisungsvorrichtung geschritten werden, die, nach der von der Firma A. L. G. Dähne in Halle a. S. ausgeführten Konstruktion hergestellt, mittels einer Durchlüftung des Wassers unter Beifügung von schwefelsaurer Tonerde das gelöste kohlensaure Eisenoxydul in unlösliches Oxyd verwandelt, das im Apparat abfiltriert wird und nach einer in der Nähe befindlichen Senkgrube abläuft. Der Apparat hat bis jetzt, d. h. seit sechs Jahren, zufriedenstellend funktioniert und ein brauchbares Wasser geliefert. Die kleinere Flachbrunnepumpe fördert  $5\frac{1}{2}$ , die des Tiefbrunnens  $6\frac{1}{2}$  cbm in der Stunde nach dem 32 m über dem mittleren Grundwasserspiegel gelegenen Hochdruckreservoir, das auf der Spitze des Hügels unter dem Windenhouse in den Boden eingebettet ist und 60 cbm faßt. Hierdurch, sowie durch das darüber befindliche Windenhaus ist es vor dem Frost geschützt, und von hieraus gehen die Verteilungsleitungen, bestehend aus verzinkten Eisenröhren, nach sämtlichen Wohnhäusern und dem Maschinenhaus ab.

Der Bedarf an Wasser ist ein verhältnismäßig großer, indem außer dem Wirtschaftswasser für mehr als 50 Personen täglich gegen 15 cbm für den Diesel- oder den Sauggasmotor, im Sommer außerdem noch fast die gleiche Menge für die Eismaschine gebraucht werden. Da infolge des überaus trockenen Sandbodens auch der Wasserbedarf in den Gärten während des Sommers ein sehr starker ist, sodaß die 60 cbm des Reservoirs nicht selten in einem Tage verbraucht wurden, mußte, um den für den Fall einer Feuersgefahr unerläßlichen Vorrat zu beschaffen, die Pumpe nicht selten acht Stunden im Gange erhalten werden, was einen starken Verbrauch elektrischer Kraft und damit wieder eine größere Menge Kühlwasser für die Maschine erforderte. Seit einigen Jahren ist es gelungen, durch eine von mir angegebene einfache Vorrichtung diese Schwierigkeiten zu beseitigen: das 180 cbm Wasser fassende Reservoir des Gasbehälters (Nr. 7 des Lageplanes) liegt 12 m höher als das Maschinenhaus (Nr. 4) und ist in den Erdboden eingebettet; durch eine längere Reihe von Temperaturmessungen hatte sich ergeben, daß das Wasser der untersten Schicht auch während längerer Hitzeperioden nicht höher als auf 12 bis 13°C erwärmt wird; es konnte demnach, zumal bei etwas reichlicherem Zufluß, sehr wohl als Kühlwasser Verwendung finden. Indem man nun das in der Maschine auf etwa 35°C erwärmte Kühlwasser nach dem Gasbehälterreservoir hinaufpumpte, wo es sich nur in den obersten Schichten ausbreitet und als spezifisch leichter wenig Neigung zur Vermischung mit den tieferen kälteren Schichten hat, konnte man durch ein bis auf den Boden hinabreichendes Saugrohr leicht das für die Maschine erforderliche kältere Kühlwasser entnehmen, das, selbst nicht verbraucht, nur die Wärme der Maschine aufzunehmen und sie im Reservoir des Gasbehälters wieder abzugeben hat. Zugleich konnte man durch die Überlagerung des warmen Wassers im Winter das Gefrieren des Absperrowassers für das Gas wirksam verhindern.

Auf dem westlichen Ausläufer des Windenhaushügels sind die anderen drei Wohnhäuser errichtet, und zwar das Bureaugebäude, das Beamtenwohnhaus und das erst im Jahre 1913 gebaute neue Observatorwohnhaus (s. Fig. 14 und 15 auf S. 29 u. 30).

Das Bureaugebäude (Fig. 20, Nr. 2 des Lageplanes) besteht aus drei Stockwerken und ist nur teilweise unterkellert; der Raum für die Zentralheizung, welche drei Kessel enthält, befindet sich im Kellergeschoß, daneben, außerhalb des Hauses, ein großer Kohlenbunker zur Aufnahme von 600 Zentnern Koke. Es enthält im Erdgeschoß 17 Räume, von denen der über der Zentralheizung liegende während

Fig. 20.



Das Bureaugebäude.

Fig. 21.



Speisezimmer

Fig. 22.



Rauchzimmer

der wissenschaftlichen Beamten („Kasino“).

des Winters wegen der in ihm herrschenden hohen Temperatur nur zur Aufbewahrung von Utensilien benutzbar ist. Im östlichen Flügel befindet sich die Wohnung des Maschinisten, der zugleich die Speisewirtschaft für die unverheirateten wissenschaftlichen Beamten und Gehilfen versieht. Seine Wohnung besteht aus drei Zimmern, einer Mädchenkammer, einer Küche und großer Speisekammer, wie sie für die Verpflegung von 16 Personen einschließlich der eigenen Familie unentbehrlich ist. An diese Wohnung schließt sich das Speisezimmer (Fig. 21) und daneben das kleine Rauchzimmer (Fig. 22) der fünf unverheirateten wissenschaftlichen Beamten an, euphemistisch als „Kasino“ bezeichnet; vor ihm befindet sich eine geräumige, mit Glas abgeschlossene Veranda (Fig. 23).

In Anbetracht der anspruchsvollen Anforderungen durch Personen, die in dem Observatorium geäußert werden, mußte eine entsprechende Konzession erworben werden. Neben dem Speisezimmer liegt das Rauchzimmer der beiden Telegraphisten des Observatoriumsdienstes, vier ein Mechaniker genutzt wird. Ferner Einzelzimmer der Boten, zum Packraum und photographischer und eine Dunkelkammer im Erdgeschoss sind neuerdings zu beschreibenden Apparate zum Studium der Wärmeausstrahlung dienen, außerdem die Stationsbarometer und in zwei großen Tischvitrinen die nicht im regelmäßigen Gebrauch befindlichen Instrumente.

Im ersten Stockwerk befinden sich 14 Zimmer: ein größeres des Direktors, das auch zum Abhalten von Konferenzen dient, die Arbeitszimmer für drei Observatoren, zwei wissenschaftliche Hilfsarbeiter, ein größeres Zimmer für den Warnungsdienst für Luftfahrer, in dem die beiden in diesem tätigen Assistenten und ein Telegraphist ihre Plätze haben, daneben der Telegraphenraum mit Morseapparat und Fernsprechkabine. Beiderseits neben dem Dienstzimmer des Direktors liegen, durch Türen mit ihm verbunden, die Zimmer des Sekretärs und des Kanzlisten. Über dem Heizraum befindet sich ein wegen seiner hohen Temperatur zum dauernden Gebrauche völlig unbrauchbares Zimmer, das bisher als Arbeitszimmer des Direktors gedient und diesem aus dem genannten Grunde viele Pein

Fig. 23.



Blick in die Veranda des „Kasinos“.

servatorium geäußert werden, mußte eine entsprechende Konzession erworben werden. Neben dem Speisezimmer liegt das Rauchzimmer der beiden Telegraphisten des Observatoriumsdienstes, vier ein Mechaniker genutzt wird. Ferner Einzelzimmer der Boten, zum Packraum und photographischer und eine Dunkelkammer im Erdgeschoss sind neuerdings zu beschreibenden Apparate zum Studium der Wärmeausstrahlung dienen, außerdem die Stationsbarometer und in zwei großen Tischvitrinen die nicht im regelmäßigen Gebrauch befindlichen Instrumente.

Im ersten Stockwerk befinden sich 14 Zimmer: ein größeres des Direktors, das auch zum Abhalten von Konferenzen dient, die Arbeitszimmer für drei Observatoren, zwei wissenschaftliche Hilfsarbeiter, ein größeres Zimmer für den Warnungsdienst für Luftfahrer, in dem die beiden in diesem tätigen Assistenten und ein Telegraphist ihre Plätze haben, daneben der Telegraphenraum mit Morseapparat und Fernsprechkabine. Beiderseits neben dem Dienstzimmer des Direktors liegen, durch Türen mit ihm verbunden, die Zimmer des Sekretärs und des Kanzlisten. Über dem Heizraum befindet sich ein wegen seiner hohen Temperatur zum dauernden Gebrauche völlig unbrauchbares Zimmer, das bisher als Arbeitszimmer des Direktors gedient und diesem aus dem genannten Grunde viele Pein

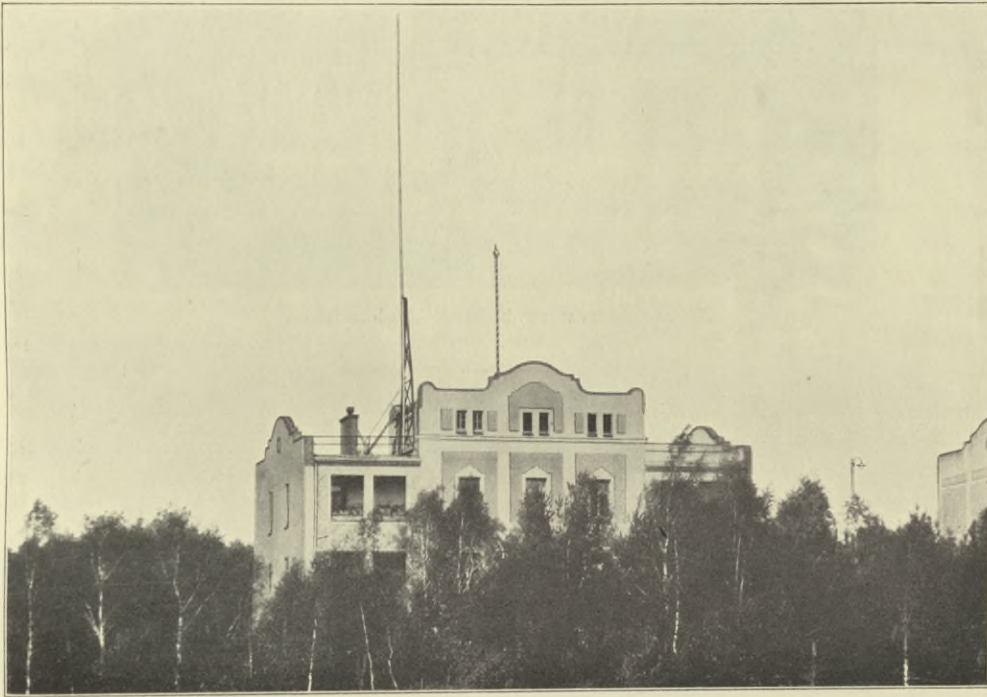
bereitet hatte. Nach der im Herbst 1913 erfolgten Neueinteilung der Diensträume findet es Verwendung als Bibliothek. Im östlichen Giebel ist neuerdings ein Wohn- und Arbeitszimmer für offizielle Gäste eingerichtet, die zu Studienzwecken einen längeren Aufenthalt nehmen; zu demselben gehört eine offene Veranda. Außerdem befindet sich noch ein Archivraum und ein Klosett in diesem Stockwerke. Als im Jahre 1913 im Rahmen des Warnungsdienstes für Luftfahrer eine Station für drahtlose Telegraphie eingerichtet wurde, blieb für die Aufstellung der Empfang- und Sendeapparate kein anderer Platz verfügbar, als der am südwestlichen Fenster des Korridors befindliche Raum, der durch eine Glaswand abgegrenzt wurde, die bisher die Wohnung des Bureausekretärs abgeschlossen hatte. Die schon erwähnte Erweiterung der Bureauräume konnte nur auf dem Wege erfolgen, daß die Wohnung des Sekretärs in das obere Stockwerk verlegt, und die Räume seiner bisherigen Wohnung in Dienstzimmer umgewandelt wurden; hierbei wurde das Entrée mit dem Korridor der Diensträume in Verbindung gesetzt und durch eine Glastür gegen die Haustreppe abgegrenzt. Über die Funkenstation wird an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

Im oberen Stockwerke befinden sich einschließlich zweier Badezimmer und zweier Klosetts 18 Räume: im östlichen Flügel die Wohnung des Sekretärs, bestehend aus vier Zimmern, einer Kammer, einer Küche und Speisekammer, sowie einem Badezimmer und Klosett; außerdem gehört eine offene Veranda zur Wohnung. Alle übrigen Räume enthalten Wohnzimmer der unverheirateten wissenschaftlichen Beamten, und zwar je ein Wohn- und ein Schlafzimmer eines Observators und der beiden Wissenschaftlichen Hilfsarbeiter, und je ein Einzelzimmer der beiden Assistenten des Warnungsdienstes. Ein Badezimmer und ein Klosett dient zur gemeinsamen Benutzung der hier wohnenden Beamten. Das nur zur Hälfte ausgebaute Dachgeschoß enthält eine Waschküche mit Trockenboden, einen Boden der Verwaltung und drei recht kleine Hausböden. Auf dem flachen Holzzementdache ist außer einem Flaggenmast der 14 m hohe Stahlmast des Anemoklinographen aufgestellt, von dem elektrische Kabel an der äußeren Hauswand hinab nach dem Instrumentenzimmer führen.

Das Beamtenwohnhaus (Fig. 24, Nr. 3 des Lageplanes) liegt neben dem Bureaugebäude und besteht, wie dieses, aus drei Stockwerken. Sein Kellergeschoß enthält fünf Keller für die in ihm wohnenden fünf Familien und einen Keller für die Verwaltung, in dem bisher der Vorrat an Hafer für die Dienstpferde untergebracht war. Die Beheizung des Hauses erfolgt von den drei Kesseln der Niederdruckdampfheizung des Bureaugebäudes aus vermittelt einer unterirdischen Rohrleitung. Diese aus Sparsamkeitsgründen getroffene Einrichtung bietet außer einigen Vorteilen, wie denen der Raum- und Arbeitersparnis, den Nachteil, daß bei windigem Wetter, das, wie schon oben erwähnt, die Regel ist, die Erwärmung des Beamtenwohnhauses nur dann in ausreichender Weise erfolgt, wenn alle drei Kessel in Tätigkeit sind, was zur Folge hat, daß das Bureaugebäude überheizt wird. Das Erdgeschoß enthält 13 Räume, von denen drei Zimmer mit Küche, Speisekammer und Klosett auf die Wohnung des Maschinenmeisters entfallen; ferner haben zwei unverheiratete Angestellte, und zwar der Ballonobergehilfe und der zweite Mechaniker, ihre Einzelzimmer in diesem Stockwerke. Dazu kommen noch eine Waschküche und eine gemeinschaftliche Rollkammer, ein Badezimmer und ein Klosett für die Junggesellen. Eine dienstliche Wirtschaftskammer wird zum Nähen von Fesselballonen benutzt und enthält die Vorräte an Gummiballonen und an Drachendraht; zugleich dient

sie dem Ballonaufseher als Arbeitsraum. Das erste Stockwerk enthält 14 Räume und zwei offene Veranden; dieselben verteilen sich auf die Wohnungen des Kanzlisten, die vier Zimmer, eine Kammer, eine Veranda, Küche, Speisekammer und Klosett enthält, und die aus drei Zimmern, Veranda, Küche, Speisekammer und Klosett bestehende Wohnung des Drachentischlers. Im Obergeschoß mit 15 Räumen befinden sich die Familienwohnungen des etatsmäßigen Mechanikers mit drei Zimmern, zwei Kammern, einer Veranda, einer Küche mit Speisekammer und einem Klosett; ferner die des Ballonaufsehers, die drei Zimmer, eine Kammer, eine Veranda, eine Küche, Speisekammer und Klosett enthält. Das nur zu einem Viertel aus-gebaute Dachgeschoß enthält einen Haustrockenboden und leider nur zwei Boden-

Fig. 24.



Beamtenwohnhaus.

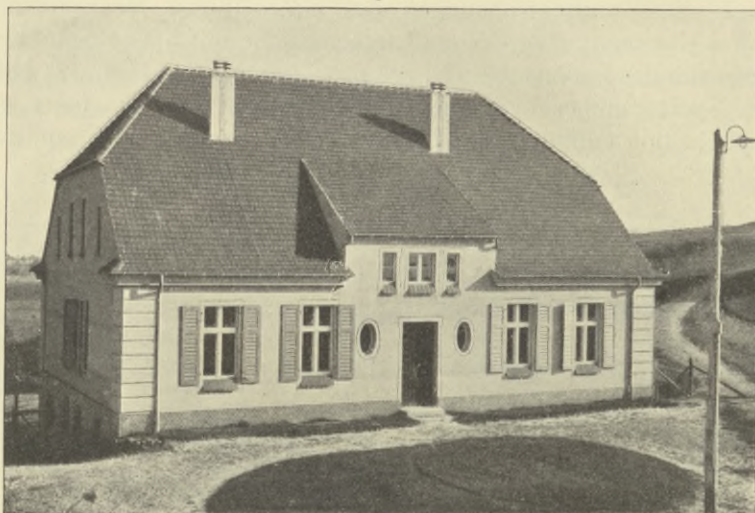
kammern, sodaß drei Familien des Hauses ohne eine solche sind. Auf dem flachen Dache befindet sich außer einem Flaggenmaste der 21 m hohe Stahlmast des Antennen-trägers der Funkenstation, der durch eine starke eiserne Dreiecks-konstruktion gehalten und in dieser umlegbar ist. In Anbetracht der durch die hohen Stahlmasten ver-größerten Blitzgefährdung sind die beiden hochgelegenen Häuser durch Findeisensche Blitzableiter besonders vorsichtig geschützt. Die Treppen, von denen im Bureau-gebäude zwei sind, während im Beamtenwohn-hause nur eine vorhanden ist, sind massiv aus Kunststeinen hergestellt.

Das im Jahre 1913 erbaute Observatorwohnhaus (Fig. 25 u. 26, Nr. 27 des Lageplanes) befindet sich 30 m nordöstlich vom Bureaugebäude und enthält ein Erdgeschoß mit ausgebautem Dachgeschoß; es ist zur Hälfte unterkellert, mit großer Waschküche und Klosett. Im Erdgeschoß befinden sich fünf Zimmer, unter ihnen



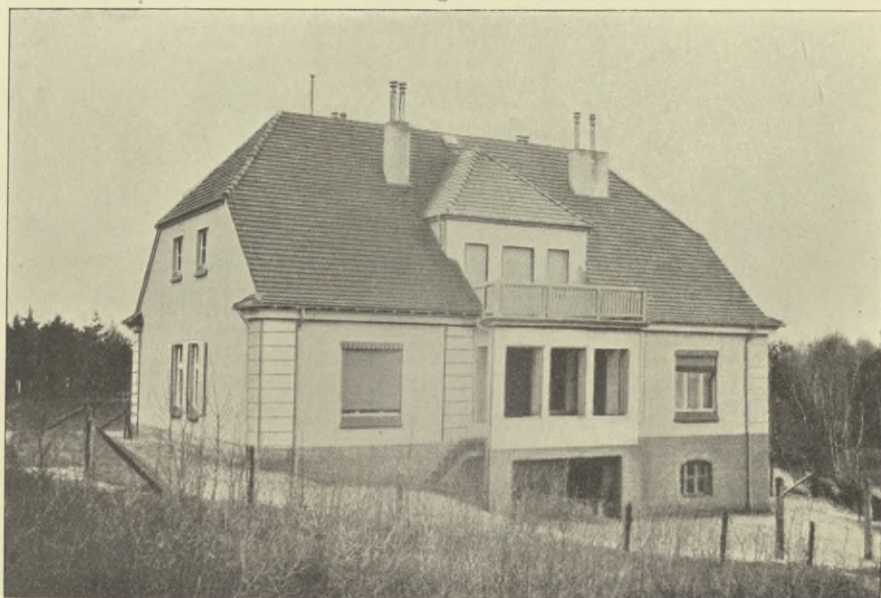
ein großes Speisezimmer von 7 m Länge, vor dem sich eine offene Veranda mit einer Treppe nach dem Garten befindet, eine Diele, eine Mädchenkammer, eine Küche und eine Speisekammer. Im Dachgeschoß liegen zwei große Schlafzimmer, ein großer eingebauter Balkon, zwei Kammern und ein Badezimmer mit Klosett;

Fig. 25.



Neues Observatorwohnhaus, Vorderansicht.

Fig. 26.



Neues Observatorwohnhaus, Hinterfront.

außerdem ein großer Trockenboden. In Anbetracht der verhältnismäßig geringen verfügbaren Bausumme, und da die Heizanlage des Bureaugebäudes einen weiteren Anschluß nicht gestattete, mußte Ofenheizung vorgesehen werden; Wasserleitung und elektrisches Licht konnte dem vorhandenen Netze entnommen werden. Während

man bei dem Bau des Observatoriums geglaubt hatte, alle Häuser mit flachen Dächern versehen zu müssen, um etwa hängenbleibende Drachendräfte leicht entfernen zu können, hat sich im Laufe der Zeit diese Maßnahme als überflüssig erwiesen, und man konnte deshalb in Anbetracht der mannichfachen Nachteile der vorhandenen massiven Holzpappdächer eine modernere Ziegelbedachung wählen, die dem schmucken und besonders an der Rückseite mit seiner vorspringenden Veranda und darüber befindlichen Balkon malerischen Häuschen (Fig. 26) ein angenehmeres Aussehen gab, als die übrigen Häuser es haben, die mit ihren hochgezogenen Giebeln und flachen Dächern in der ersten Zeit vielfach zu der Frage Veranlassung gaben, „ob die Dächer abgebrannt seien“. Die aus der Diele in das obere Stockwerk emporführende ansehnliche Treppe ist derartig angelegt, daß gegebenenfalls die untere Wohnung durch eine Glaswand abgeschlossen, und die oberen Räume anderweitig verwendet werden können. Eine Blitzschutzvorrichtung nach Findeisenschem System ist auch an diesem Hause vorgesehen worden.

Wie das Direktorwohnhaus sind auch die drei oberen Wohnhäuser von Gartenanlagen und verhältnismäßig großen Dienstgärten der Wohnungsinhaber umgeben; der südliche Abhang des Hügelrückens bietet eine sehr begünstigte Lage für Obst- und Gemüsekultur, und der Boden ist dort wesentlich fruchtbarer als der sonst vorherrschende Sandboden. Auch der Nordhang hat guten Boden, wenn er auch wegen der etwas geringeren Besonnung in den Erträgen hinter denen des Südhanges zurücksteht. Zu jeder Familienwohnung gehört ein Stück mit Birken und Kiefern bestandenen Geländes und ein für die Selbstbewirtschaftung geeigneter Obst- und Gemüsegarten. Außerdem haben die Familien samt ihren Kindern die Erlaubnis, sich in dem eingangs erwähnten „Nachtigallenwäldchen“ zu ergehen, in dem sich schöne ältere Bestände von Eichen, Fichten, Lärchen und Birken befinden. Die von diesem Bestande durch den Wind fortgetragenen Samen, besonders die der Birken, haben das umliegende Gelände, das vor dem Bau des Observatoriums vollständig abgeholzt und größtenteils auch gerodet war, im Laufe der Jahre wieder in weitem Umfange angesamt, sodaß an mehreren Stellen freundliche Birkenwäldchen von mehreren Meter Höhe emporgewachsen sind: „naturam expellas furca, tamen usque recurret!“ Solange eine Behinderung der Aufstiege durch dieselben nicht erfolgt, kann man sie wohl als einen Schmuck des sonst so reizlosen Geländes dulden — die Zeit ist indes nicht fern, daß sie den „höheren Gesichtspunkten“ der Drachenaufstiege zum Opfer fallen müssen!

Die in den ersten Jahren mehrfach angestellten Versuche zur teilweisen Nutzbarmachung des großen, etwa 20 ha umfassenden unbewirtschafteten Geländes haben wenig Erfolg gehabt: eine Kulturanlage von Mahonien, deren Blätter zum Binden von Kränzen viel gekauft werden, wurde in einem schneereichen Winter von den hungernden wilden Kaninchen abgefressen; eine Maiblumenanlage, die bei gutem Boden gut rentiert, verdorrte endgültig im trockenen Sommer 1911, ebenso eine Anlage von Himbeeren. Nicht viel besser ist es einer Anschonung von Fichten ergangen, die am Nordhange des Windenberges an einer Stelle gepflanzt worden waren, an der sie die Aufstiege nicht zu stören vermögen: trotz guter, durch die Rieselanlage stark geförderter Entwicklung werden sie doch bis zur „Kaninchenreichweite“ ein Opfer dieser unausrottbaren Nagetiere, sodaß die Absicht, aus ihnen schöne und gut bezahlte Weihnachtsbäume zu erziehen, nur dann erreicht werden könnte, wenn man sie einzäunen

würde. Nur eine am Südabhange des Hügels, in den der Gasbehälter eingebettet ist, angelegte und eingezäunte Obstplantage (Nr. 34 des Lageplanes) von 180 Pyramidenstämmchen, edle Äpfel, Birnen, Pflaumen und Kirschen enthaltend, zeigt eine erfreuliche und in einigen Jahren für die Staatskasse aussichtsreiche Entwicklung. Ferner aber hat sich an dem mit den Abwässern des Observatoriums berieselten Hängen ein üppiges Graswachstum eingestellt, das in günstigen Sommern einen dreifachen Schnitt und die Gewinnung der für die beiden Dienstpferde erforderlichen Menge guten Heues gestattet. Alles übrige ist Unland, mit harten Wildgräsern, Disteln, Brombeeren bedeckt und von zahllosen Kaninchenbauten durchsetzt, die für den Drachendienst eine starke Belästigung und sogar Gefährdung darstellen, insofern, besonders bei Nachtaufstiegen, die Möglichkeit eine sehr nahe liegende ist, bei dem Austragen der Drachen ein Bein zu brechen. Alle Versuche aber, die Kaninchen auszurotten, sind erfolglos geblieben: einige in den ersten Jahren auf den Rat von jagdlustigen Nachbarn veranstalteten Treibjagden fielen in ihren finanziellen Folgen allzu ungünstig für den „Jagdherrn“, d. h. den Direktor, aus, da die Treiberlöhne und das unvermeidliche Jagdfrühstück im umgekehrten Verhältnis zur Jagdbeute standen, zumal die letztere natürlich dem Staatsfiskus als dem Grundherrn anheimfiel. Versuche, mit Frettchenjägern zum Ziele zu kommen, scheiterten daran, daß diese zwar Dutzende von Kaninchen fingen, aber versäumten, sich der ausbedungenen Gegenleistung zu unterziehen, die darin bestand, daß sie die leergefangenen Erdlöcher zuschütten sollten; am zweckdienlichsten wäre es noch gewesen, den „wildern“ Frettchenjägern, die sich sonntäglich aus Berlin und Reinickendorf uneingeladen einzustellen pflegten, die zoologische Ausbeute des Geländes zu überlassen, wenn diese nicht immer vertrauenswürdig aussehenden „Schlingennimrode“ nicht zu einem Schrecken für die spazierengehenden Frauen und Kinder geworden wären. Der letzte Versuch, der nach dem an anderen Stellen wohlbewährten Prinzip der „Selbsthilfe“ angestellt wurde, indem man den Mitgliedern des Observatoriums die Ausübung der „niedersten Jagd“ gestattete, mußte deshalb wieder aufgegeben werden, weil durch die hinter jedem Busch auf „Anstand“ liegenden aeronautischen Jagdliebhaber jeder Abendspaziergang zu einem mehr oder weniger lebensgefährlichen Wagnis wurde, dessen Folgen auf sich zu nehmen der Direktor doch wohl selbst „Anstand“ nehmen mußte. So ist denn der „Wildstand“, nachdem kein „Abschuß“ mehr erfolgt, ein ungewöhnlich günstiger geworden, und man kann sich allabendlich an dem friedlichen Spiel dieser zu Dutzenden versammelten possierlichen Springinsfelde erfreuen. Vielleicht wird ein jagdkundiger neuer Direktor dem alten für diese Schonung des „edlen Karnickelwildes“ dankbar sein! Da aus Sparsamkeitsrücksichten für die 2400 m lange Umzäunung des Observatoriumsgeländes ein sehr weitmaschiges Drahtgeflecht verwendet worden ist, findet ein ungehinderter Aus- und Einlauf desjenigen Wildes statt, dessen Maximalquerschnitt kleiner ist als diese Maschen, was dazu führt, daß bei Treibjagden auf den anliegenden Feldern ganze Scharen der Familie *Lepus cuniculus* L., gelegentlich auch einige Verwandte der Nebenlinie *Lepus timidus*, durch den schützenden Zaun schlüpfen und die Gastfreundschaft des Staatsfiskus ohne entsprechende Gegenleistung in Anspruch nehmen.

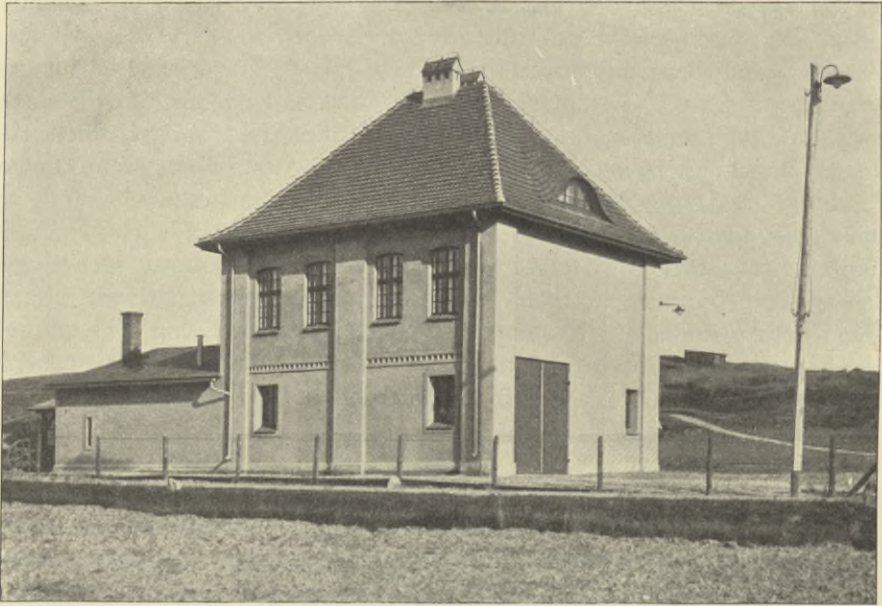
Ein im südöstlichen Winkel des Geländes befindlicher Teich von etwa 700 qm Fläche und durchschnittlich 1 m Tiefe forderte geradezu auf, ihn als Fischteich für den Staatsfiskus nutzbar zu machen. Zu diesem Zwecke wurde er im Jahre 1906 mit zweisömmerigen Karpfen und Schleien besetzt, zu denen später noch 100 junge

Aale kamen, die durch einen guten Freund des Observatoriums, den benachbarten Herrn Rittmeister von Cottenet, zum Geschenk gemacht wurden. Die Karpfen entwickelten sich im ersten Jahre infolge reichlicher Fütterung mit gedämpften Lupinen und Kartoffeln prächtig, indem sie gegen zwei Pfund an Gewicht zunahmen, und wurden von den Mitgliedern des Observatoriums und einigen Nachbarn gern zu Marktpreisen gekauft. Die weiteren Schicksale der Schleie sind „schleierhaft“ geblieben: sie scheinen zugrunde gegangen zu sein, da niemals ein solcher gefangen wurde. Nachdem angesichts dieser günstigen Aussichten im folgenden Jahre noch eine starke Ergänzung für die bisher abgefischten Karpfen erfolgt war, brach im nachfolgenden Winter eine Katastrophe herein, indem der Teich infolge des ungewöhnlich niedrigen Wasserstandes bis zum Grunde ausfror und mehrere hundert größere und kleinere Karpfen, dazu die geschenkten Aale vom Eise umschlossen wurden und zugrunde gingen. Durch die Eisdecke gesehen machten sie den Eindruck, als wenn sie „in Aspik“ hergerichtet wären! Nach dem Auftauen lockten sie als willkommene Mahlzeit Hunderte von Krähen auf den Teich, die nur noch die Gerippe als „Zeugen vergangener Pracht“ zurückließen. Ein zweiter Versuch wurde bisher nicht unternommen.

Zu den angeführten Wohnhäusern des Observatoriums ist neuerdings noch ein Gehilfenwohnhaus gekommen, das durch den Umbau einer durch die Jubiläumstiftung der Deutschen Industrie auf dem Gelände des Observatoriums errichteten Versuchshalle für Luftschrauben gewonnen wurde (Nr. 28 des Lageplanes). Diese bestand aus einem massiven Unterbau von 8 m Höhe und 81 qm Grundfläche, auf den ein Fachwerkbau von 4 m Höhe gesetzt war; ein geräumiger Anbau enthielt eine Werkstatt. Nachdem die Versuche, bei denen sich der jetzige Direktor der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, Prof. Dr. Bendemann, seine ersten aeronautischen Sporen verdient und durch höchst wertvolle Arbeiten unsere Kenntnisse über die Wirkungsweise der Luftschrauben außerordentlich gefördert hat, zum Abschluß gekommen, und die kostbaren Apparate nach Adlershof überführt waren, überwies die Jubiläumstiftung das Gebäude dem Aeronautischen Observatorium als eine Gegenleistung für die zwar gern gewährte, aber nicht immer ganz bequeme Gastfreundschaft als Geschenk, das seitens des Staatsfiskus angenommen und unter Bewilligung der erforderlichen Mittel zur Einrichtung einer größeren Wagenremise nebst Pferdestall und Ausbau des Obergeschosses für einige Wohnungen bestimmt wurde. Der bisherige sehr enge Pferdestall am Maschinenhause sollte in eine Schmiede umgewandelt werden, da deren mangels eines geeigneten Raumes bisher erfolgte Unterbringung in einem hölzernen Schuppen aus feuerpolizeilichen Gründen nicht länger aufrecht erhalten werden konnte. Auch wurde es bei den recht häufigen Besuchen benachbarter Gutsbesitzer sehr unliebsam empfunden, daß sie nicht, wie es auf dem Lande üblich ist, ihre Pferde im Observatorium unterstellen konnten, während doch jede Oberförsterei über einen „Gaststall“ verfügt. Ferner wurde aber durch die Einstellung eines Automobils die bisherige Wagenremise am Maschinenhause zur Einrichtung einer „Garage“ benötigt. Diesen Anforderungen konnte man nun in dem umzubauenden Hause (Fig. 27 u. 28) in bester Weise gerecht werden, indem man den Fachwerkanbau durch beiderseitige Verdoppelung der Seitenwände in einen geräumigeren Pferdestall mit Futter- und Geschirrkammer und den unteren Teil der Versuchshalle unter Einbau eines Treppenaufganges in eine geräumige Remise verwandelte. Außer einem Kutschwagen (Landauer) und einem Break, sowie einem

in der ersten Zeit zum Transport einer Drachenwinde für das Einholen abgerissener Drachen viel benutzten zweirädrigen Dogcart findet noch die Gutsfeuerspritze, der Transportwagen für die an Stelle des Dogcart später für den gleichen Zweck benutzte

Fig. 27.



Neues Gehilfenwohnhaus, Straßenseite.

Fig. 28.



Neues Gehilfenwohnhaus mit Wagenremise, Stallung und Wagenschuppen, Rückseite.

Motordrachenwinde, ein zweirädriger Kohlenwagen und ein kleiner Schlitten in der Remise Platz, die durch diesen „Wagenpark“ vollständig ausgefüllt wird. Selbstverständlich wurde mit dieser Verlegung von Stall und Remise auch die Her-

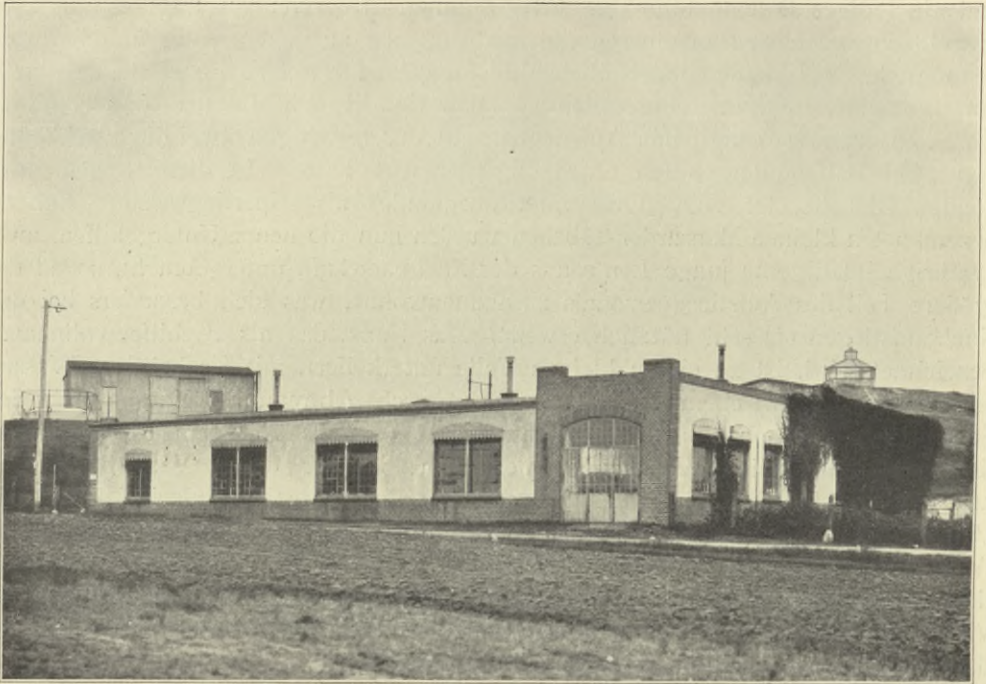
stellung einer neuen Einfahrt erforderlich. In dem eingebauten Obergeschoß wurden drei Zimmer, eine Küche und Speisekammer und ein Klosett eingerichtet; ein verheirateter Ballongehilfe erhielt die aus zwei Zimmern bestehende Familienwohnung, und ein lediger Ballongehilfe das dritte Zimmer. Der Neubau trägt ein höheres Ziegeldach, um auch ihm ein freundliches Aussehen zu geben, und dadurch wurde es möglich, zwei kleine Giebelstübchen einzubauen, für welche inzwischen dadurch ein dringendes Bedürfnis eingetreten war, daß die seit dem Mai 1913 durchgeführte Vorname von drei täglichen Aufstiegen statt der bisherigen zwei die Einstellung von zwei Ballonuntergehilfen notwendig gemacht hatte. In diese wegen ihrer kleinen Giebelfenster vom „Observatoriumsmunde“ als „Sperlingsnester“ treffend bezeichneten kleinen Mansardenstübchen wurden nun die neuen Untergehilfen, zwei 17jährige intelligente junge Leute aus der Nachbarschaft, untergebracht, sodaß der größere Teil des Aufstiegspersonals zusammenwohnt, was sich besonders bei den Nachtaufstiegen als sehr nützlich erweist. Das Haus, das als „Gehilfenwohnhaus“ bezeichnet wird, ist zu einem kleinen Teile unterkellert, mit Kachelöfen, Wasserleitung und elektrischem Licht versehen; durch Abtrennung eines durch den Schornsteinpfeiler ohnehin wenig benutzbaren Winkels von dem Remisenraume ließ sich eine kleine Waschküche herstellen, in der durch Verwendung der aus der früheren Wohnung des Sekretärs frei gewordenen Badeeinrichtung ein „Sperlingsbad“ eingerichtet wurde. Für die Unterbringung des viel benutzten Ackerwagens, der in der Remise keinen Platz mehr findet, wurde an dem Giebel des Stalles ein offener Schuppen angebaut, der durch Anbringung von zwei der vielen Fenster, die bei dem Umbau keine Verwendung gefunden hatten, gegen das Eindringen des Regens einigermaßen geschützt ist.

Der frühere Oberbau der Versuchshalle, aus Fachwerk und hölzernen Klappen bestehend, bot ein vorzügliches Material für den schon seit langem erwünschten Stapelraum (s. Fig. 16 auf S. 30, Nr. 18 des Lageplanes) für die im Laufe der Jahre außerordentlich angewachsenen besseren Utensilien, die noch zu wertvoll sind, um den Unbilden der Witterung im Freien ausgesetzt zu werden; man hatte sich bisher wohl oder übel damit behelfen müssen, einen aus alten Brettern hergestellten Schuppen nach dem anderen zu errichten, wodurch dieser Teil des Geländes einer „Berliner Laubkolonie“ ähnlich geworden war und deshalb einen recht unwürdigen Eindruck machte, was im Vergleich mit dem sonstigen schmucken Bilde der übrigen Anlagen dem Direktor seit langem Kummer bereitet hatte. Der nun errichtete, mit einem roten Ruberoiddache versehene 5 m hohe Speicher von 81 qm Grundfläche bietet zurzeit genügenden Platz für seine Zwecke — wie lange er genügen wird, das „liegt im Schoße der Götter“! Durch die Anlegung eines kleinen Kellerraumes wurde es zugleich ermöglicht, die zur Prüfung der Registrierapparate erforderlichen Kohlensäureflaschen in sicherer Weise unterzubringen, was schon seit langem erwünscht war, da man diese wegen der niedrigen kritischen Temperatur der flüssigen Kohlensäure vor stärkerer Erwärmung zu schützen gut tut. Leider konnte man den zur Aufbewahrung von Kohlen und Anthrazit dienenden unansehnlichen Holzschuppen (s. Fig. 16 auf S. 30, Nr. 17 des Lageplanes) noch nicht beseitigen, da auch der neue Stapelraum hierzu nicht ausreichte, und eine Verschmutzung der dort aufbewahrten Gegenstände durch den unvermeidlichen Kohlenstaub zu befürchten gewesen wäre.

Das Maschinen- und Werkstattgebäude (Fig. 29 u. 30; s. auch Fig. 16 auf S. 30, Nr. 4 des Lageplanes) enthält zu ebener Erde 14 Räume, und zwar einen

großen Maschinenraum für den 50pferdigen Dieselmotor (Fig.31) mit direkt gekuppelter Dynamomaschine nebst Zusatzaggregat und einen Verdampfer, ferner

Fig. 29.



Gasbehälter    Ballonhalle    Windenhaus  
Maschinen- und Werkstattgebäude, Straßenseite, rechts die Drachentischlerei.

Fig. 30.

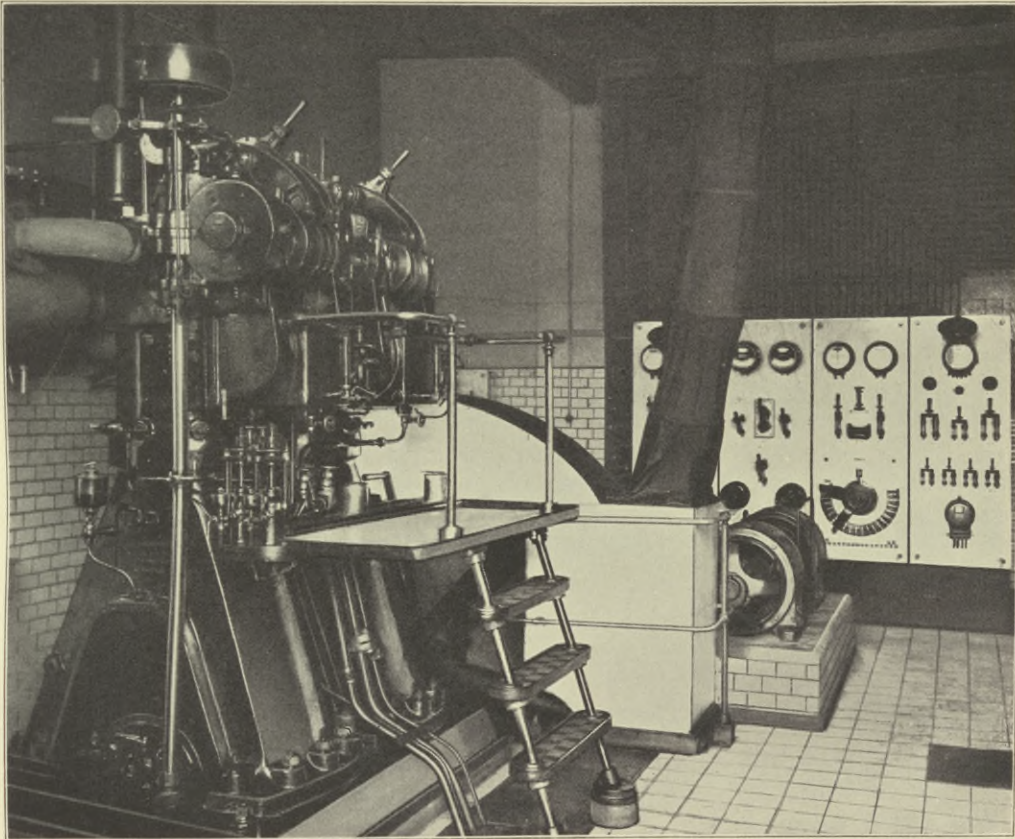


Automobil-Garage    Schmiede    Maschinenräume  
Maschinen- und Werkstattgebäude, Hofseite.

einen 30pferdigen Sauggasmotor (Fig.32) als Reservemaschine für die nicht ganz seltenen Betriebsunterbrechungen des Dieselmotors, der einer ganz besonders sorgfältigen Wartung bedarf, dann aber vorzüglich arbeitet. Bei den ausschließlich

auf elektrische Kraft angewiesenen Einrichtungen des Observatoriums, welche das Licht, das Wasserstoffgas und das Eis erzeugt, das Wasser hebt, zwei Drachenswinden, einen Gassauger und alle Werkstattmotoren für die Drehbänke, Bandsäge und mehrere Kleinmotoren betätigt, würde natürlich eine längere Betriebsunterbrechung einen Zustand hervorrufen, der, physikalisch gesprochen, dem des „absoluten Nullpunktes“ ähnlich wäre, bei dem bekanntlich jede Bewegung aufhört oder wenigstens aufhören soll! Diesen Gesichtspunkt hat auch die Finanzverwaltung anerkannt, da sie trotz der erheblichen Kosten von 31 000 *M* die Ein-

Fig. 31.



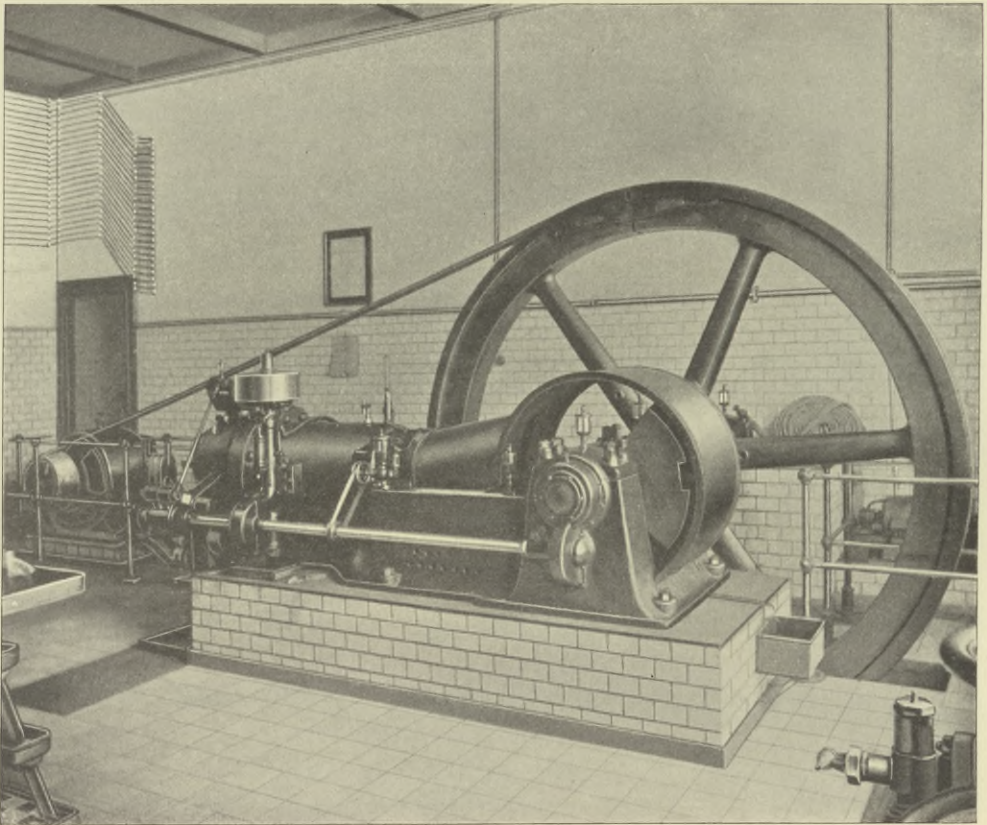
Maschinensaal mit 50 PS Dieselmotor, Ventilationsschlauch, Zusatzaggregat und Schalttafel.

stellung eines Dieselmotors guthieß. Diese Anlage enthält noch eine Spezialität insofern, als die Auspuffgase der Maschine, die mit einer Temperatur von etwa 500° austreten, benutzt werden, um in einem Verdampfer Wasser zum Sieden zu bringen, dessen Dampf durch Kühlwasser zu destilliertem Wasser verdichtet wird, das, auf diese Weise nahezu kostenlos erzeugt, in stetigem Strahle abfließt und in Glasballonen zur Verwendung für die Akkumulatorbatterie und den Elektrolyseur gesammelt wird. Diese Einrichtung funktioniert vortrefflich und erspart die nicht unbedeutlichen Kosten für die Beschaffung und den Transport des erforderlichen destillierten Wassers. Die Einrichtung dieses auf Veranlassung des Direktors erstmalig konstruierten Verdampfers begegnete zuerst unerwarteten Schwierig-



keiten, insofern als das außerordentlich schnell laufende Schwungrad des Dieselmotors durch Reibung an seinen Speichen eine derartige Menge Luft mit sich reißt und gegen den in seiner Nähe angebrachten Verdampfer schleudert, daß das in ihm befindliche Wasser nicht zum Sieden kommt: durch Umbauen des Schwungrades mit einer aus verzinktem Eisenblech von eigenem Personal konstruierten Ventilorkappe gelang es, aus der Not eine Tugend zu machen, indem man die Luft mittels eines Stoffschlauches aus dem Dache ausströmen ließ und so eine gründliche Ventilation des Maschinenraumes herbeiführte, die wegen des unvermeidlichen Austrittes von Verbrennungsgasen aus der Maschine sehr nützlich ist. Die

Fig. 32.



Körtingscher Sauggasmotor von 30 PS.

von der Steuerbehörde „gewitterte“ Verwendung des Verdampfers zu unerlaubten alkoholischen Zwecken konnte durch eine „Okularinspektion“ als unzutreffend erwiesen werden. Das oben erwähnte Zusatzaggregat hat den Zweck, eine gleichmäßigere Ladung der Sammelbatterie herbeizuführen, was für deren Lebensdauer von großer Bedeutung ist.

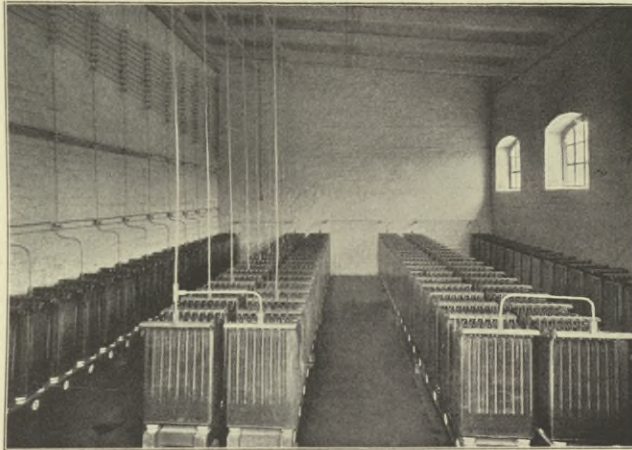
Die im Jahre 1905 durch die Hagener Akkumulatorenwerke aufgestellte Batterie aus 120 Tudorelementen für eine Spannung von 220 Volt (Fig. 33) besitzt eine Kapazität von 378 Ampèrestunden bei dreistündiger Entladungszeit mit 126 Ampère und hat bis zum Jahre 1913, also während acht Jahren, tadellos funktioniert, mußte dann aber durch eine neue ersetzt werden, da ihre normale Lebens-

dauer inbezug auf ihre Beanspruchung hiermit abgelaufen war. Da man aber geglaubt hatte, mit einem weiteren Lebensjahre rechnen zu dürfen, waren die Mittel für einen Ersatz nicht angefordert worden, sodaß, als sie sich unerwartet als insuffizient erwies, ein ernster Notstand drohte, den indes die Finanzverwaltung durch eine außeretatsmäßige Bereitstellung von 8000 *M* zur sofortigen Beschaffung einer neuen Batterie in dankenswertester Weise beseitigte.

Der Tagesbedarf an elektrischer Energie ist ein recht beträchtlicher, indem durchschnittlich 111 Kilowattstunden verbraucht werden. Eine „Bilanz“ der elektrischen Einrichtungen des Observatoriums dürfte nicht uninteressant sein, insofern sie als ein Muster für ähnliche Installationen dienen könnte.

Die Kraftmaschine, der 50pferdige Dieselmotor, läuft an den Wochentagen durchschnittlich sechs und an den Sonn- und Festtagen drei bis vier Stunden; letzteres ist aber erst seit dem November 1913 nötig geworden, da die Einrichtung von zwei Leuchtfeuern und der Funkenstation eine größere Energiemenge erforderte, als über die Sonntage und besonders über mehrere aufeinander folgende

Fig. 33.



Akkumulatorbatterie.

Festtage aus der Akkumulatorenbatterie entnommen werden konnte. In dem Jahre vom 1. März 1913 bis ebendahin 1914 hat der Dieselmotor in 1868 Arbeitsstunden 92480 Pferdekraftstunden geleistet und dazu an Treiböl (Rohpetroleum), Schmieröl, Putzmaterialien und Kühlwasser 1944.67 *M* verbraucht: hiernach stellt sich die Pferdekraftstunde auf 2.1  $\text{ö}$ . Die hieraus erzeugte elektrische Energie bezifferte sich auf 40490 Kilowattstunden, woraus sich ergibt, daß eine indizierte Pferdekraft statt der theoretischen 736 Watt nur 437 Watt, d. h. nur 59.4 Proz. erzeugt hat: 40.6 Proz. gehen also verloren durch Spannungsverlust in den mehrere Kilometer langen Leitungen, durch Erdschluß in den Kabeln, durch die Batterie und durch mehrfache Umformungen. Der Gestehungspreis einer Kilowattstunde, ungerechnet die Amortisation, Verzinsung, Reparaturen und Arbeitslöhne, stellt sich demnach auf 4.81  $\text{ö}$ .

Am 1. März 1914 waren vorhanden 502 Lampen mit 16200 Normalkerzen und einem Bedarf von 18.585 Kilowatt, 15 elektrische Apparate mit 6 Kilowatt, 2 Leuchtfeuer mit 850 Watt, ein Scheinwerfer mit 2.2 Kilowatt, 16 größere und kleinere

Motoren mit 33.2 Kilowatt, ein Elektrolyseur mit 6.6 bis 9.9, im Mittel 8.2 Kilowatt, d. h. im ganzen mit einem Energiebedarf von 59.035 Kilowatt.

Überschlägt man die mögliche bedarfsmäßige Höchstbeanspruchung in folgender Weise, daß man für Lampen einen täglichen Jahresdurchschnitt von 11 Brennstunden, ebenso für die Leuchtfeuer, für den Scheinwerfer 4 annimmt, für den Motor der Drachenwinde 4, die Brunnenmotoren 5, für die Eismaschine an 120 Tagen je 8 Stunden, die Werkstattmotoren an 300 Tagen je 2, Kühlwasserpumpe an 300 Tagen 6, die Entwässerungspumpe ebenso 3, den Gassaugermotor jährlich 50, andere Kleinmotoren jährlich 6000, elektrische Apparate jährlich 500 Stunden, für den Elektrolyseur jährlich 1500 Stunden Arbeitszeit, so ergeben sich folgende durchschnittliche Jahreswerte des Höchstverbrauches an Strom:

a) Für alle Lampen . . . . .	74 000 Kilowattstunden
b) „ alle elektrischen Apparate . . . . .	3 000 „
c) „ die Leuchtfeuer . . . . .	2 650 „
d) „ den Scheinwerfer . . . . .	3 200 „
e) „ die Drachenwinde . . . . .	6 200 „
f) „ die Brunnenmotoren . . . . .	6 380 „
g) „ die Eismaschine . . . . .	3 450 „
h) „ die Werkstattmotoren . . . . .	1 800 „
i) „ die Kühlwasserpumpe . . . . .	2 520 „
k) „ die Entwässerungspumpe . . . . .	990 „
l) „ den Gassauger . . . . .	112 „
m) „ alle Kleinmotoren zusammen . . . . .	6 000 „
n) „ den Elektrolyseur . . . . .	9 900 „

Zusammen 120 202 Kilowattstunden

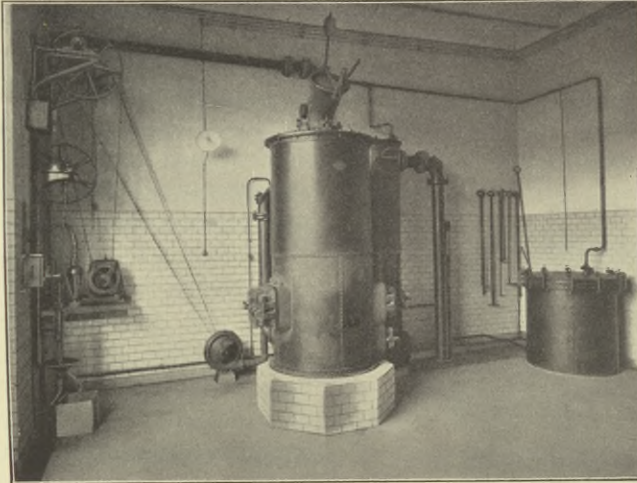
Der tatsächliche Jahresverbrauch hat, wie oben gesagt, 40 490 Kilowattstunden betragen, d. h. fast genau ein Drittel des möglichen bedarfsmäßigen Höchstbetrages.

In den Wintermonaten wird die Akkumulatorenbatterie durch die regelmäßigen Nachtaufstiege, bei denen der 10pferdige Motor und der 10 Ampère verbrauchende Scheinwerfer während mehrerer Stunden in Tätigkeit sind, und ein Leuchtfeuer von 6000 Kerzen sowie ein zweites von 800 Kerzen während der ganzen 12- bis 15 stündigen Nacht brennt, nahezu gänzlich erschöpft. Der größte Verbrauch findet aber an den internationalen Aufstiegstagen statt, an denen während 24 Stunden zusammenhängende Aufstiege erfolgen. Die fachmännisch feststehende Tatsache, daß eine reichliche Ausnutzung der Batterie für deren Lebensdauer förderlich ist, läßt keine Bedenken gegen ihre starke Inanspruchnahme aufkommen; man wird aber doch gut tun, weitere Anschlüsse, besonders für Koch- oder Heizzwecke, die sehr viel Strom gebrauchen, zu vermeiden, oder sie wenigstens für diese Zeiten außer Gebrauch zu setzen.

Im Maschinenraume befindet sich ferner noch die große Schalttafel mit automatischem Doppelzellenschalter; daneben eine Schaltuhr zur selbsttätigen Ein- und Ausschaltung der bis zum Bahnhof reichenden Straßenbeleuchtung, die durch zehn Lampen von 100 Kerzen und eine von 200 Kerzen erfolgt, welche auf 8 m hohen Masten montiert sind. Die Stromzuführung geschieht, wie auf dem ganzen Gelände, durch unterirdische Kabel, da frei verspannte Drähte eine Behinderung der Drachenaufstiege herbeiführen würden. Wer die wahrhaft „kimmerische“ Finsternis kennt,

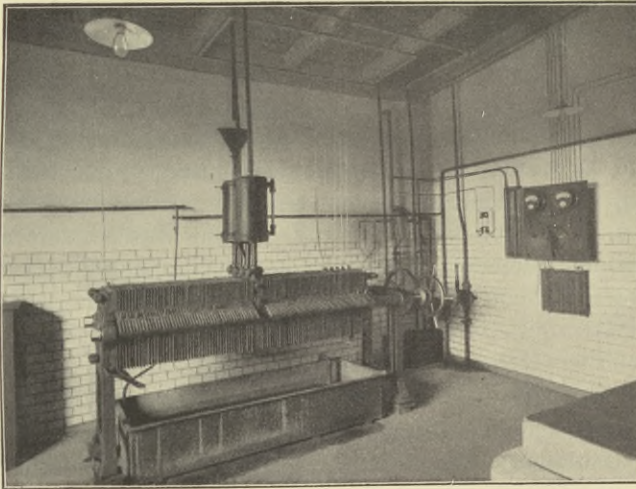
die auf dem Lande in mondlosen Nächten bei bedecktem Himmel herrscht, bei der besonders der lichtverwöhnte Großstädter wie ein Blinder mit dem Stocke tasten muß, um nicht in den Chausseegraben zu laufen, wird die Wohltat zu würdigen wissen, die den Bewohnern des Observatoriums und seinen näheren Nachbarn durch diese bis zehn Uhr im Gange gehaltene Straßenbeleuchtung erwiesen wird, die auch noch die besonders häufig benutzten Abendzüge von Berlin und von Beeskow, die

Fig. 34.



Sauggasgenerator.

Fig. 35.

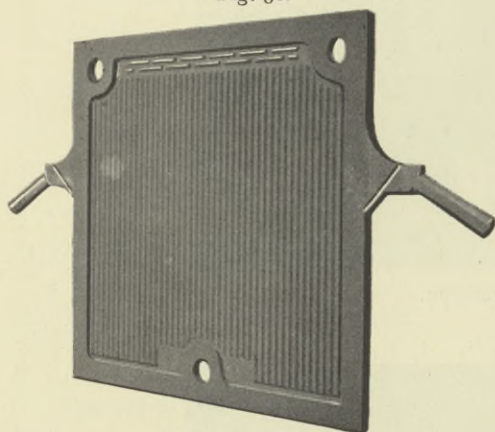


Elektrolyseur von Dr. Schmidt.

beide um 9.22 in Lindenberg eintreffen, einschließt und allen denen genügende Zeit zum Erreichen ihrer Wohnung auf beleuchteter Straße gewährt, die sich nicht noch einem Abendschoppen im „Gasthofe zur Eisenbahn“ ergeben, was, da dort anerkannt gutes, echtes Bier verzapft wird, hin und wieder vorkommen soll! Bis zur Beendigung solcher zuweilen recht dauerhaften Sitzungen aber die 1200 Kerzen brennen zu lassen, kann dem Staatsfiskus wohl nicht zugemutet werden! Doch ist auch

für derartige „verzweifelte Fälle“ Rat geschafft worden, der auch für die mit dem um 1<sup>23</sup> von Berlin eintreffenden „Theaterzuge“ Ankommenden benutzbar ist, indem der Maschinenmeister die Erlaubnis hat, bei rechtzeitiger vorheriger Anmeldung die Schaltuhr auf eine spätere Stunde derart einzustellen, daß sie nach einer halben Stunde die Lampen wieder ausschaltet: ein „leuchtender“ Beweis dafür, daß die Elektrizität ein Freund der Menschheit ist! Um aber auch den zahlreichen Bewohnern des Observatoriums, die in den Abendstunden mehr nach dem Dorfe Herzberg als nach Lindenberg „gravitieren“, die Annehmlichkeit eines beleuchteten Weges zu gewähren, zumal dieser durch das dicht bestandene, in der Nacht rabenfinstere Birkenwäldchen bei dem benachbarten Mühlengrundstück führt, sind auch auf diesem seit zwei Jahren zwei Lampen angebracht, deren eine auch dem „guten Nachbar“ Müller zu einer kostenlosen Beleuchtung seines Hofes verhilft. So wird auch das Observatorium in dieser wie in vielen anderen Beziehungen

Fig. 36.



Elektrolyseurplatte.

zu einem Wohltäter seiner Umgebung, was allerdings, abgesehen von diesem einen Falle, blutwenig anerkannt wird!

Neben dem Maschinenraume befindet sich der Gasgeneratorraum für den Sauggasmotor (Fig. 34), in dem in einer Art „Hochofen“ Anthrazit vergast, das gewonnene „Gichtgas“ mit Wasserdampf vermischt und durch einen aus Sägespänen bestehenden Filter von dem mitgerissenen Teer und Aschenteilen befreit wird, ehe es dem Gasmotor als Kraftgas zugeht. Dort hat auch die elektrisch betätigte Abwässerpumpe ihren Platz, sowie die Glasballons zur Aufnahme des destillierten Wassers.

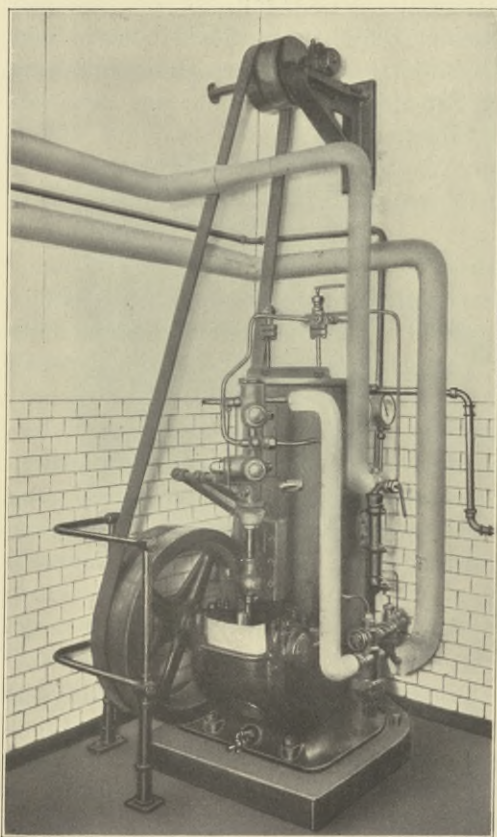
An der anderen Seite des Maschinenraumes befindet sich der Raum für den Elektrolyseur und die Eismaschine, sowie eine Blechschneidemaschine. Der Elektrolyseur (Fig. 35), nach dem Patent von Dr. Schmidt von der Maschinenfabrik Oerlikon bei Zürich gebaut, liefert durch Zerlegung des Wassers in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff in fast vollkommener Reinheit, sodaß das Wasserstoffgas nahezu seine theoretische Tragkraft von 1200 g pro Kubikmeter besitzt. Zahlreiche Analysen mittels Absorption durch Ammoniumkarbonat und Kupfer ergaben keine stärkere Mischung der beiden Gase als 0,5 Proz. Da das Wasserstoffgas natürlich frei von allen giftigen Bestandteilen ist, fallen alle die Bedenken fort, die man bei dem auf nassem Wege aus Zink oder Eisen erzeugten Gase bei dem Gebrauch zu berücksichtigen hat. Der Apparat besteht aus 96 gußeisernen Platten (Fig. 36) von 500 mm Höhe und 480 mm Breite bei einer Dicke von 15 mm; ihr Rand ist ringsum verstärkt und beiderseits an dem oberen und unteren Teile von je einer flachen Rinne begrenzt, deren obere zu zwei in den oberen Ecken befindlichen Durchbohrungen führen. Die Rinnen stehen aber nur mit je einer dieser Durchbohrungen in Verbindung und sind an ihrem anderen Ende geschlossen, sodaß in ihnen befindliches Gas nur an einer Seite austreten kann, und zwar an der vorderen Plattenseite rechts, an deren Rückseite links. In die untere horizontale Rinne münden zahlreiche flache senkrechte Rinnen, die durch den Rand der Platte

geschlossen sind. Zwischen je zwei solcher Platten wird eine Asbestplatte gelegt, welche an ihren beiden oberen Ecken Löcher enthält, die den Plattendurchbohrungen entsprechen. Die aufrecht stehenden Platten, und die zwischen ihnen genau eingepaßten Asbestdiaphragmen werden nach Art einer Filterpresse durch eine starke Schraubenmutter mit Handspeichen fest gegeneinandergedreht, sodaß der Raum innerhalb der Plattenränder gasdicht nach außen abgeschlossen ist, und die in ihm befindlichen Halbrinnen gleichfalls abgedeckt werden. Diese Rinnen werden nun mit destilliertem Wasser gefüllt, das durch Beimengung von 10 Proz. Kalilauge elektrisch leitend gemacht worden ist. Indem nun elektrischer Strom in diese als Elektroden wirkenden Platten geleitet wird, zersetzt sich das Wasser, und zwar in der Weise, daß sich an der einen Plattenseite Wasserstoff, an der anderen Sauerstoff abscheidet, was in der Gestalt kleiner Bläschen geschieht, die in den vertikalen Halbrinnen nach oben steigen, sich in der breiten oberen Horizontalrinne ansammeln und, der Wasserstoff rechts, der Sauerstoff links in die aus den aufeinandergedrehten Plattendurchbohrungen gebildeten Kanäle ein- und aus diesen in die Rohre austreten, die entweder zum Wasserstoffgasbehälter oder, da der Sauerstoff nicht aufgefangen wird, ins Freie führen; der Wasserstoff passiert vorher noch einen Gaszähler.

Der im Elektrolyseur herrschende Gasdruck beträgt 60 mm Wassersäule, seine Stundenleistung bei 30 Ampère 1 cbm Wasserstoff, kann aber bei entsprechender Stromverstärkung bis auf 1.5 cbm gesteigert werden; an Sauerstoff wird die Hälfte geliefert. Die Leistung ist insofern von der Temperatur abhängig, als sie bei etwa 45 bis 50° am stärksten ist. Es muß deshalb als ein technischer Mißgriff bezeichnet werden, daß man bei der Anlage die Eismaschine in denselben Raum gesetzt hat. Die Kosten des Wasserstoffgases entsprechen nahezu gänzlich denen des verbrauchten Stromes: der Dieselmotor und ebenso der Sauggasmotor liefert unter Anrechnung der unvermeidlichen Spannungsverluste die Kilowattstunde zu 4.81  $\text{M}$ , 30 Ampèrestunden bei 220 Volt Spannung = 6.6 Kilowattstunden also zu 31.6  $\text{M}$ : demnach kostet 1 cbm Wasserstoffgas, dessen Erzeugung, wie oben gesagt, 30 Ampèrestunden erfordert, rund 32  $\text{M}$ . Da Sauerstoff ein in der Technik und Heilkunde viel gebrauchter und gut bezahlter Handelsartikel ist, wäre es durchaus rationell, ihn aufzufangen und zu verkaufen, wenn nicht die großen Kosten einer Kompressoranlage und die Schwierigkeit der Bedienung derselben dagegen sprechen würden, zumal die Menge des erzeugten Gases eine zu geringfügige ist, um diese kostspieligen Anlagen gewinnbringend zu gestalten. 1 cbm komprimierten Sauerstoffs kostet in Berlin etwa 5  $\text{M}$ ; wo er als Nebenprodukt gewonnen wird, kostet seine Herstellung nichts, wohl aber seine Verdichtung auf 150 Atmosphären, die man zu 50  $\text{M}$  pro Kubikmeter einschließlich des Arbeitslohnes veranschlagen kann. Als Verkaufspreis würde, wenn der Käufer die Flaschen liefert, wenigstens 1  $\text{M}$  pro Kubikmeter gezahlt werden, sodaß das Wasserstoffgas nicht nur nichts kosten, sondern vielmehr, da 2 cbm Wasserstoff 1 cbm Sauerstoff als Nebenprodukt erzeugen, noch ein Überschuß von 10  $\text{M}$  für das Kubikmeter Wasserstoff entstehen würde. Bei einer Tagesproduktion von 100 cbm Wasserstoff würde das einen Gewinn von 10  $\text{M}$ , bei 300 Arbeitstagen von 3000  $\text{M}$  jährlich ergeben und als „werbende Anlage“ nicht unwillkommen sein; bei einer solchen von nur 10 cbm, wie sie in Lindenberg durchschnittlich erfolgt, würde das Äquivalent für die nicht unbeträchtliche Belastung und Gefährdung, die eine Kompression auf 150 Atmosphären mit sich bringt, jährlich nur 300  $\text{M}$  betragen, ganz abgesehen davon, daß die jetzigen Maschinenanlagen

die hierzu erforderliche Kraft nicht zu leisten vermöchten. So bleibt nichts weiter übrig, als das „schöne“ Sauerstoffgas in die Luft entweichen zu lassen und diese dadurch zu „verbessern“! Gelegentlich hat es aber auch schon einen edleren Zweck erfüllt, indem es zur Wiederbelebung Erstickter gedient hat. Abgesehen von einer vor einigen Jahren notwendig gewordenen Erneuerung der mit Stabilit umkleideten Tragewellen der Platten und eines Ersatzes der verbrauchten Asbestdiaphragmen hat sich der Schmidtsche Elektrolyseur vortrefflich bewährt und als ein bei sorgfältiger Bedienung durchaus betriebssicherer und leistungsfähiger Apparat erwiesen, der nur wärmstens empfohlen werden kann. Der starke Mehrverbrauch an Gas,

Fig. 37.



Kohlensäure-Eismaschine von Riedinger.

wie er durch die Einführung des dritten regelmäßigen Aufstieges, zum Teil auch durch die erzwungene Vermehrung der Ballonaufstiege gegenüber den Drachenaufstiegen infolge des Verbotes des Betretens der benachbarten Felder herbeigeführt worden ist, hat seit einem Jahre dazu geführt, daß die erzeugte Gasmenge nicht mehr ausreicht, sodaß erheblich mehr als bisher komprimiertes Gas zur Aushilfe gekauft werden mußte, das infolge eines dankenswerten Entgegenkommens des Kriegsministeriums zu dem sehr niedrigen Militärpreise von 10.5  $\text{₰}$  für das Kubikmeter abgelassen wurde. Durch den Her- und Rücktransport der Flaschen verteuerte sich das Kubikmeter allerdings um 22  $\text{₰}$ , sodaß, da die Bahnhofstransporte mit dem Dienstgespann des Observatoriums bewerkstelligt wurden, der Preis von 32.5  $\text{₰}$  fast genau dem des selbst-erzeugten Gases von 32  $\text{₰}$  entspricht. Der außerordentliche Bedarf an Wasserstoffgas aber, wie er zurzeit durch die großen Militär- und Verkehrsluftschiffe bedingt wird, hat dazu geführt, daß nicht selten, besonders zur Zeit der großen Manöver, wochenlang kein Gas zu haben ist, sodaß am Observatorium für solche Fälle große Vorräte aufgesammelt werden müßten, deren sachgemäße Lagerung beträchtliche Einrichtungskosten veranlassen würde; außerdem ist immerhin eine nicht gering anzuschlagende Gefährdung aller Bewohner des Observatoriums vorhanden, der man allerdings militärische Organisationen, nicht aber wohl Familien aussetzen kann, denen die Pflicht nicht gebietet, sich ihr zu unterziehen. Ich habe es deshalb für geboten erachtet, für den Etat von 1914 die Mittel zur Beschaffung eines größeren Elektrolyseurs von dreifacher Leistungsfähigkeit zu erbitten, die auch bereitwillig von der Finanzverwaltung eingestellt worden sind und die Zustimmung des Landtages gefunden haben. Die mit einem solchen Apparat zu erzielende Stundenleistung von 4.5 cbm, die in achtstündiger Arbeits-

wie er durch die Einführung des dritten regelmäßigen Aufstieges, zum Teil auch durch die erzwungene Vermehrung der Ballonaufstiege gegenüber den Drachenaufstiegen infolge des Verbotes des Betretens der benachbarten Felder herbeigeführt worden ist, hat seit einem Jahre dazu geführt, daß die erzeugte Gasmenge nicht mehr ausreicht, sodaß erheblich mehr als bisher komprimiertes Gas zur Aushilfe gekauft werden mußte, das infolge eines dankenswerten Entgegenkommens des Kriegsministeriums zu dem sehr niedrigen Militärpreise von 10.5  $\text{₰}$  für das Kubikmeter abgelassen wurde. Durch den Her- und Rücktransport der Flaschen verteuerte sich das Kubikmeter allerdings um 22  $\text{₰}$ , sodaß, da die Bahnhofstransporte mit dem Dienstgespann des Observatoriums bewerkstelligt wurden, der Preis von 32.5  $\text{₰}$  fast genau dem des selbst-erzeugten Gases von 32  $\text{₰}$  entspricht. Der außerordentliche Bedarf an Wasserstoffgas aber, wie er zurzeit durch die großen Militär- und Verkehrsluftschiffe bedingt wird, hat dazu geführt, daß nicht selten, besonders zur Zeit der großen Manöver, wochenlang kein Gas zu haben ist, sodaß am Observatorium für solche Fälle

zeit 36 cbm liefern würde, dürfte wohl den Bedarf für längere Zeit zu decken imstande sein.

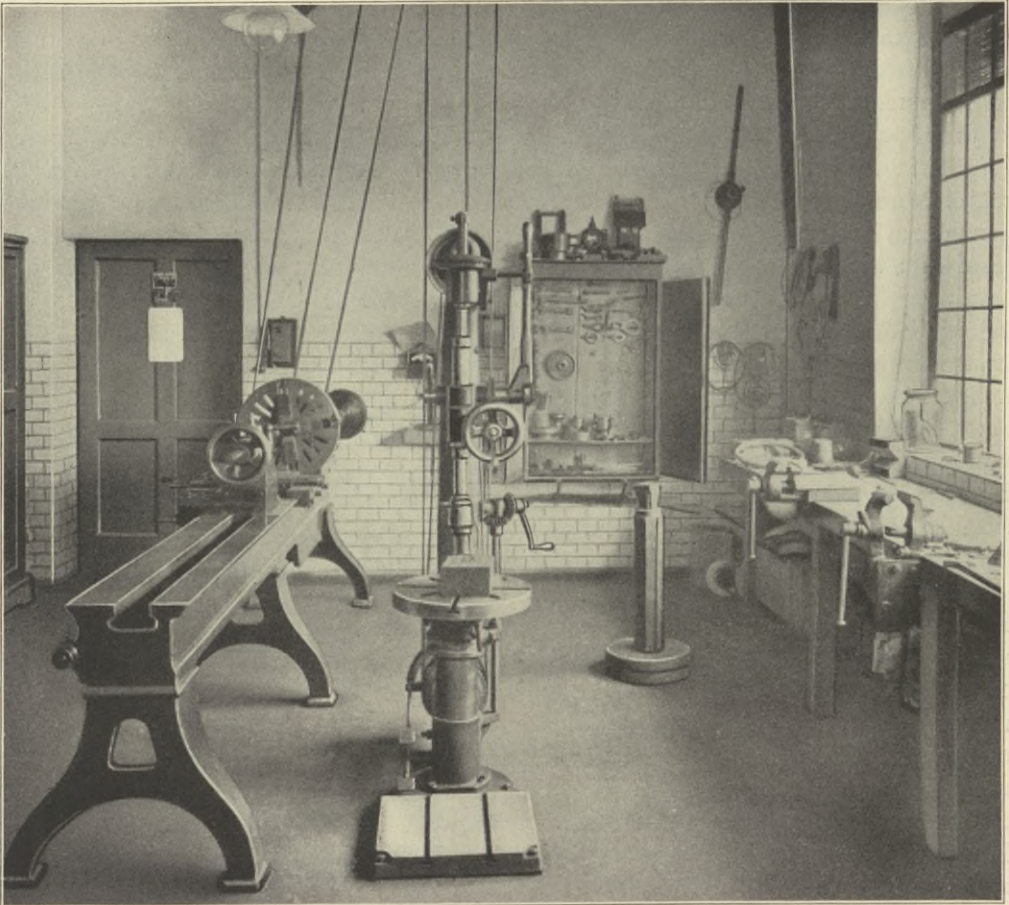
Die Kohlensäure-Eismaschine der Maschinenfabrik August Riedinger in Augsburg liefert 25 Block Eis von 10 kg Gewicht, wozu sie einer Arbeitsleistung von 192 Ampèrestunden bedarf. Durch Kompression der Kohlensäure auf 65 Atmosphären und Abkühlung wird Kohlensäure verflüssigt und im Innern eines langen Spiralrohres wieder expandiert, und durch die hierbei erzeugte niedrige Temperatur das in einem eisernen Bottich von 0.9 cbm Inhalt befindliche Salzwasser abgekühlt, welches das Expansions-Spiralrohr umgibt. Die gasförmig gewordene Kohlensäure wird wieder in den Kompressor geführt und dort abermals verflüssigt, sodaß, abgesehen von den unvermeidlichen Verlusten durch Undichtigkeiten, ein Verbrauch von Kohlensäure nicht stattfindet. Die Temperatur des Refrigeratorwassers, das, um nicht zu gefrieren, mit Kochsalz gesättigt ist, sinkt bei dauerndem Betriebe auf  $-15^{\circ}\text{C}$ ; in ihm hängen 25 verzinnte eiserne Kästen von je 10 Liter Inhalt, die mit Wasser gefüllt sind, das nun zu festen Eisblöcken gefriert. Die Maschine hat in den neun Jahren ihrer Ingebrauchnahme zur vollen Zufriedenheit funktioniert; sie hat nur den einen Fehler, daß sie für den Bedarf des Observatoriums etwas zu groß ist, insofern als die ganze erzeugte Eismenge niemals verbraucht wird, was als ein unnötiger Energieaufwand angesehen werden muß. Der Refrigerator, der ursprünglich in einem mit schlecht wärmeleitendem Material ausgefüllten Holzkasten freistehend aufgestellt war, mußte wegen des in demselben Raume befindlichen Elektrolyseurs, der, wie oben erwähnt, zur Entfaltung seiner vollen Leistung einer Temperatur von  $45^{\circ}$  bedarf, in den Erdboden versenkt werden, wodurch er, mit einer dicken Filzplatte bedeckt, der Wärme besser entzogen werden konnte. Um für die sehr häufigen Prüfungen der Registrierapparate stets eine tief temperierte Flüssigkeit zur Hand zu haben, wird eine der Zellen mit Alkohol gefüllt, der, bis auf  $-15^{\circ}\text{C}$  abgekühlt, einer wesentlich geringeren Menge fester Kohlensäure bedarf, um auf die Temperatur von  $-60^{\circ}$  gebracht zu werden, die zur Prüfung der Registrierballonthermometer nötig ist. Der größere Teil des Eises wird zu Wirtschaftszwecken an die Bewohner des Observatoriums zum Preise von 10  $\text{§}$  für den Block abgegeben. Die Kosten der Eiserzeugung stellen sich folgendermaßen. Abgesehen von den ersten Tagen der Inangsetzung der Maschine, an denen die ganze Masse des verhältnismäßig warmen Salzwassers abgekühlt werden muß, ist eine Kompressionsarbeit von 16 Stunden erforderlich, um 25 Block Eis zu erzeugen, wobei 192 Ampère verbraucht werden, welche 2.03  $\mathcal{M}$  kosten. Hierzu werden 18 cbm Kühlwasser benötigt, deren Hebung 12.8 Kilowattstunden zum Preise von 61.7  $\text{§}$  erfordert. Der Verbrauch an Kohlensäure und Glycerin, letzteres zur Abdichtung der Kompressorpumpe, berechnet sich auf etwa 5  $\text{§}$ , sodaß sich die Gesamtkosten für 250 kg Eis auf 2.65  $\mathcal{M}$  und für einen Block demnach auf 10.5  $\text{§}$  stellen.

Neben dem Elektrolyseurraume befindet sich die Schlosserei (Fig. 38) mit großer Leitspindeldrehbank und Bohrmaschine. Hier werden die gröberen Mechanikerarbeiten ausgeführt, wie sie in einem mit so vielen mechanischen Hilfsmitteln arbeitenden Betriebe erforderlich sind. Die Bedienung der Maschinen wechselt zwischen dem Maschinenmeister und dem zweiten Maschinisten, sodaß stets einer von ihnen für die Schlosserarbeiten und für die mannichfachen anderen Maßnahmen frei ist, die den Maschinisten obliegen. Hierzu gehört in erster Linie die Bedienung und Instandhaltung der beiden Wasserpumpen im Brunnenhause samt der



Enteisungsanlage, die im Winter durch einen Dauerbrandofen vor dem Einfrieren geschützt werden muß; ferner die Wartung der gesamten Wasserleitung und der Abwässerungsanlagen und die Beaufsichtigung der Sammelheizung; dazu kommt die Instandhaltung der Beleuchtungsanlagen einschließlich der beiden Leuchtfeuer, der Motoren, der Eismaschine und des Elektrolyseurs, die Batterie-wartung, der Verkauf von Eis und elektrischen Lampen sowie die Beaufsichtigung der Blitzableiter. Der Maschinenmeister ist außerdem als zweiter Wagenführer für das Drachenautomobil ausgebildet; auch verwaltet er als früherer Krankenwärter

Fig. 38.



Schlosserei im Maschinenhause.

den Verbandskasten für die erste Hilfe bei Verletzungen. In der Schlosserei befindet sich der vierpferdige Elektromotor für die Eismaschine, zwei Drehbänke und die Bohrmaschine, sowie eine Ladestelle für elektrische Handlampen, die im Außendienst vielfache Verwendung finden. Eine Verbindungstür nach dem Maschinenraume gestattet die Beaufsichtigung der Maschine, die vornehmlich mittels des Gehöres erfolgt, neben der Ausführung von Mechanikerarbeiten.

Der anschließende Raum dient für die Werkstatt für Feinmechanik (Fig. 39), in der eine Patronendrehbank und ein Uhrmacherdrehstuhl aufgestellt sind. Hier befindet sich auch der dreipferdige Elektromotor zum Betriebe der

Bandsäge, die in der Drachentischlerei steht; eine kleine „Nickelei“ ermöglicht das Vernickeln kleinerer Metallgegenstände. Ein etatsmäßiger Mechaniker und ein jüngerer Gehilfe sind hier mit der Reparatur der zahlreichen Registrier- und anderen Apparate vollauf beschäftigt, da bei dem intensiven Aufstiegsdienste nicht nur außerordentlich viel „klein Holz“, sondern auch nicht weniger „klein Aluminium“ gemacht wird. Auf die Konstruktion neuer Apparate, wie sie in früheren weniger aufstiegsreichen Zeiten mit gutem Erfolge ausgeführt wurde, muß jetzt gänzlich verzichtet werden, sehr zum Schaden der so wünschenswerten Weiterentwicklung der Instrumententechnik, die einen der wichtigsten Teile der aerologischen Forschung bildet. Beiden Mechanikern liegt ferner die Überwachung und Instand-

Fig. 39.



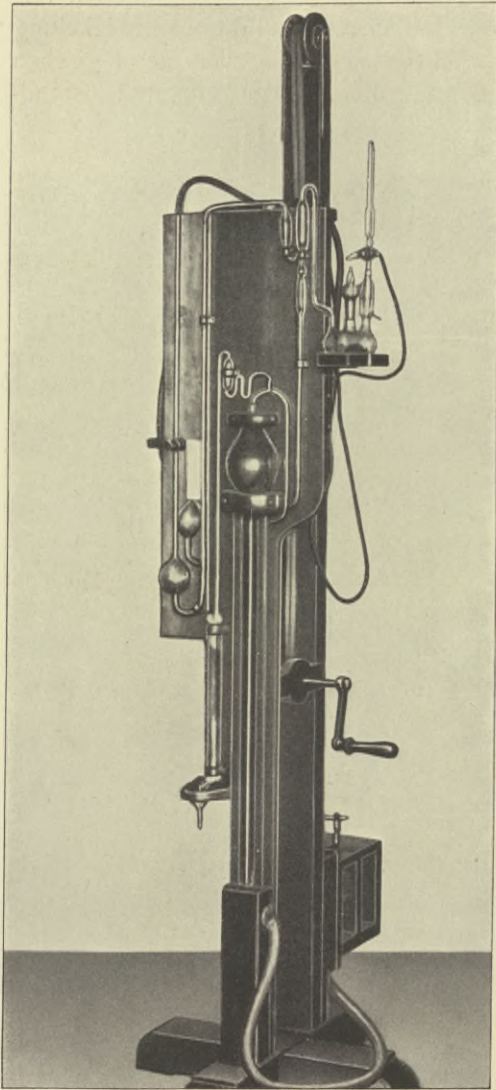
Werkstatt für Feinmechanik mit Uhrmacherdrehstuhl.

haltung der zahlreichen Instrumente und Apparate aller Art ob; auch werden sie zur Ausführung von Zeichnungen sowie zur Aushilfe bei den Pilotballonvisierungen in Anspruch genommen. Der jüngere hat ferner außerdienstlich bei den Auswertungen von Pilotvisierungen und auch gelegentlich bei den Abend- und Sonntagsaufstiegen mitzuwirken.

Neben der Mechanikerwerkstatt befindet sich der Prüfungsraum, in dem sich eine Quecksilberluftpumpe (Fig. 40), eine Gaedesche Kapselluftpumpe der Firma Leybold in Cöln (Fig. 41) mit großem Rezipienten für die Aufnahme der zu prüfenden Registrierapparate, wärmeisolierte Kasten für die zur Thermo-

meterprüfung erforderliche Kältemischung und ein „Scirocco“-Ventilator zur Prüfung der Drachenanemometer befinden. Die Prüfungen der Registrierapparate, die natürlich eine der wichtigsten Aufgaben des Observatoriums darstellen, erfolgen mit der allergrößten Sorgfalt ausschließlich durch diejenigen wissenschaftlichen Beamten, welche mit den Auswertungen der entsprechenden Registrierkurven beauftragt sind, da nur die genaue Kenntnis des Apparates die volle Gewähr dafür bietet, daß bei der Auswertung alle Besonderheiten desselben sorgfältig berücksichtigt werden. Über die Prüfungsmethoden selbst wird an anderer Stelle ausführlich berichtet werden. Die Prüfung der Drachenanemometer besorgt der Ballonobergehilfe. Der hierzu dienende Scirocco-Ventilator (Fig. 42), der durch einen Elektromotor von  $\frac{1}{2}$  PS betätigt wird, erzeugt einen regulierbaren Luftstrom bis zu 18 Sekundenmetern Geschwindigkeit, der durch vorgesezte Blenden bis zu etwa 3 Sekundenmetern abgeschwächt werden kann; durch ein System von Kanälen, die in dem 1 m langen rechteckigen Ausströmungskanale angebracht sind, wird der Luftstrom homogen gemacht, sodaß in allen Teilen des Ausfluß-Querschnittes eine annähernd gleiche Geschwindigkeit herrscht. Vor der Öffnung wird der mit seinem Anemometer versehene Drachenregistrierapparat in der Weise befestigt, daß er, wie bei seinem Gebrauch im Drachen, allseitig von dem Luftstrome umspült wird. Indem man nun einen Luftstrom von bekannter Geschwindigkeit auf ihn wirken läßt, erhält man aus seinen Registrierungen ein Maß für seine Reibungskonstanten. Mittels eines Normalapparates, der in größeren Pausen auf einem Combesschen Rotationsapparate in Bochum nachgeprüft wird, sichert man die Konstanz des Luftstromes. Dieser vom

Fig. 40.



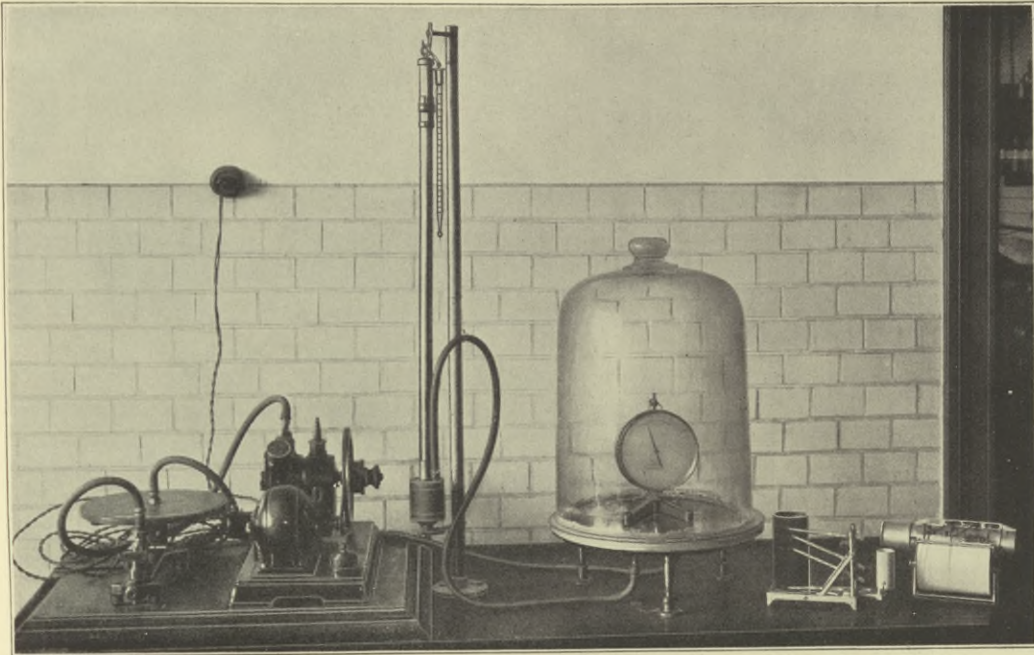
Quecksilberluftpumpe.

Verfasser zuerst angegebene und in Gebrauch genommene Apparat funktioniert vortrefflich und liefert die gleichen Ergebnisse wie der so viel teure und voluminöse Combessche Rotationsapparat.

Im Prüfungsraume befinden sich ferner zwei große Glasschränke, in denen eine Sammlung von alten, nicht mehr benutzten Apparaten aufbewahrt wird; sie bildet ein kleines Museum und läßt, nicht ohne Bedauern, erkennen, welche Menge von Mühe, Arbeit und leider auch Geld im Laufe der Jahre auf den Ausbau der Instrumenten-

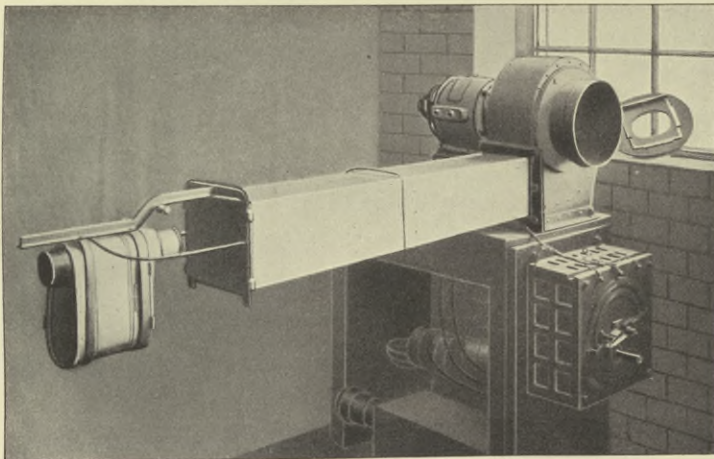
technik verwandt worden ist. Im allgemeinen kann festgestellt werden, daß die Instrumente immer einfacher geworden sind, während die mehr oder weniger genial konstruierten den harten Anforderungen nicht gewachsen waren, die der praktische Gebrauch an sie gestellt hat.

Fig. 41.



Gaedesche Kapselluftpumpe zur Prüfung der Barometer und Barographen.

Fig. 42.

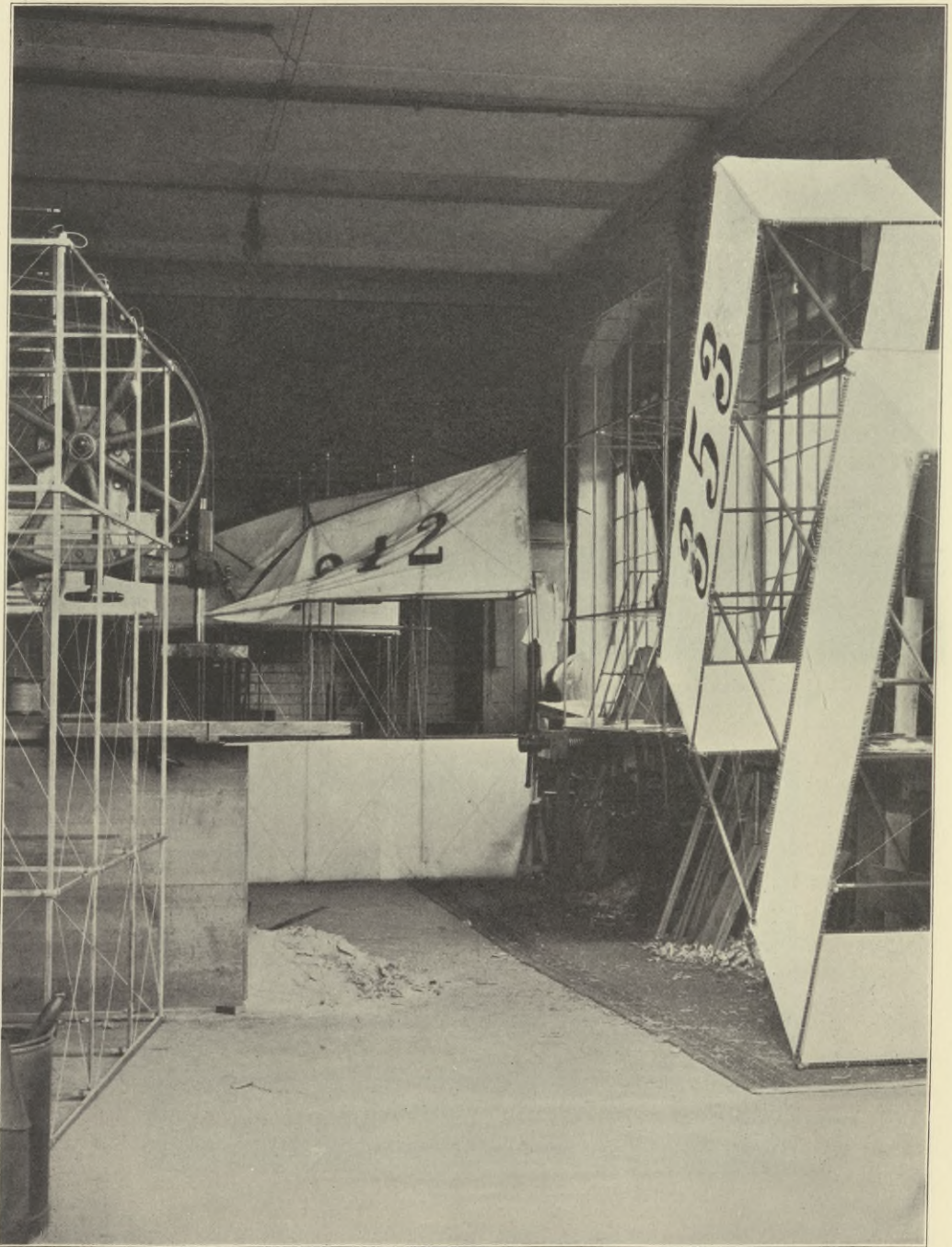


„Sciocco“-Ventilator zur Prüfung der Drachenanemometer.

Außer einem Materialienraume, der in Anbetracht der vielen Röhren, Stangen, Bleche, Drähte, Schrauben usw. etwas zu klein geraten ist, befindet sich noch die große Drachenbauwerkstatt (Fig. 43) im Maschinenhause; sie ist fast 12 m lang und 5 m breit. In ihr werden von einem erfahrenen Meister, der dem

Observatorium schon seit seinen ersten Reinickendorfer Tagen angehört, und einem  
Gehilfen jahraus, jahrein nur Drachen gebaut, mehr aber noch repariert, eine Arbeit,

Fig. 43.



Drachebauwerkstatt mit Bandsäge.

die, unter die wichtigsten des Aufstiegsdienstes gehörend, viel Geschick und noch  
mehr Geduld erfordert. Der Bau der Drachen mit seinen vielen Beschlügen, Ver-

spannungen und Vorrichtungen zum schnellen und mühelosen Auseinandernehmen und Wiederezusammensetzen ist sicherlich mehr unter den Begriff des Kunstgewerbes als unter den des Handwerks zu rechnen; der streng symmetrische Bau, die Vermeidung aller ungleichmäßigen Spannungen und eine sorgfältige Gewichtsausgleichung erfordern in der Tat eine ganz besondere Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit. Nach langen Versuchen mit allen möglichen Holzarten, wobei außer tunlichster Leichtigkeit besonders große Bruchfestigkeit und Astfreiheit in Frage kommen, hat man sich zu dem zwar teuersten, aber unübertrefflichen amerikanischen „Oregon Spruce-wood“ entschließen müssen, obwohl man sicherlich lieber einheimisches Material bevorzugt hätte. Dieses Holz wird zum Preise von 250 *M* pro Kubikmeter von der Hamburger Firma F. Sohst (Großer Deich 20) in 7 bis 11 m langen Bohlen geliefert und mittels der Bandsäge der Tischlerei in Leisten von  $2\frac{1}{2}$  m Länge und  $10 \times 12$  bzw.  $8 \times 12$  mm Stärke geschnitten, die sorgfältig behobelt werden. Über ihre Zusammenfügung zu den parallelepipedischen Gestellen, welche das Gerüst eines Hargrave-Drachens bilden, werden in dem Kapitel „Drachentechnik“ nähere Angaben gemacht werden, die vielleicht als Muster für die Versuche anderer von Nutzen sein könnten. Hier seien nur einige allgemeinere Ausführungen über Drachen gegeben.

Unter den Eigenschaften eines Drachens ist sein Gewicht für seine Brauchbarkeit von ganz besonderer Bedeutung. Man bemißt dieses in der Weise, daß man den Flächeninhalt derjenigen Teile bestimmt, die vom Winde getroffen werden und demnach zum Tragen dienen, also die eigentlichen Drachenflächen im Gegensatz zu den seitlichen Steuerflächen, die keinen Winddruck erfahren. Dividiert man den in Quadratmetern ausgedrückten Flächeninhalt durch das Gewicht des Drachens, so erhält man das sogenannte „spezifische Drachengewicht“, d. h. das eines Quadratmeters dem Winde ausgesetzter Drachenfläche, und damit ein Maß zur Bewertung der Drachen in bezug auf ihre Verwendbarkeit bei Winden verschiedener Stärke. Bei einem gut gebauten Drachen für mittlere Windgeschwindigkeiten von 8 bis 15 Sekundenmetern soll das spezifische Gewicht 600 g nicht nennenswert überschreiten, bei Sturmdrachen, die Winde von 30 m p. s. und mehr aushalten sollen, kann es bis auf 750 g erhöht werden. Wenn nun auch die Verstärkung der Drachen keine besonderen Schwierigkeiten bereitet, so ist das um so mehr mit der Erleichterung derselben der Fall, und man muß es als eine auch jetzt noch nicht gelöste Aufgabe bezeichnen, einen Drachen zu bauen, der bei einem Winde von weniger als 5 Sekundenmetern Geschwindigkeit steigt. Diese Aufgabe ist um so bedeutungsvoller, als das „Supplement“ des Drachens, der Fesselballon, schon durch einen Wind von 5 Sekundenmetern so stark abgetrieben wird, daß er keine nennenswerte Höhe erreichen kann. Die überaus störende Lücke zwischen dem Drachen, der, um größere Höhen zu erreichen, einen Wind von wenigstens 8 m p. s. nötig hat, und dem Fesselballon, der nur bei ganz schwachem Winde von höchstens 4 m p. s. größere Höhen erreicht, stellt das wesentlichste Hindernis für die so erwünschte Steigerung der durchschnittlichen Höhen bis zu 4 oder 5 km dar, das zu beseitigen man nicht müde werden sollte. Einen kleinen Schritt in dieser Richtung hat der um die Verbesserung der Drachen eifrig bemühte Drachentischler des Observatoriums, Meister Schreck, dadurch getan, daß er statt der starken Holzleisten der Hargrave-Drachen verzinkte Stahldrähte von 0.9 mm Durchmesser für die Hauptspannungen, für die Nebenspannungen von 0.7 mm verwendet, die durch eine schirmartige Vorrichtung aus Tonkinstäben gespannt werden,

und so ein Gestell von nahezu gleicher Steifigkeit bilden, das noch den Vorteil bietet, daß der Stirnwiderstand der Drähte ein beträchtlich geringerer ist. Immerhin bedarf auch diese Form noch einer Mindestgeschwindigkeit von 5 Sekundenmetern. Das Benähen der Drachen, das ebenfalls eine gewisse Sorgfalt erfordert, um ungleichmäßige Spannungen des Stoffes zu vermeiden, wird von einer der Frauen der jüngeren Angestellten im Stundenlohn von 25 ₤ als erwünschter Nebenverdienst gern ausgeführt.

Neben der Drachentischlerei liegen zwei Räume, deren einer früher zur Aufbewahrung der Drachendrähte gedient hatte, später aber in eine Küche umgewandelt worden war, um einen verheirateten Kutscher oder anderen Unterbeamten an Stelle des bisher in dem nebenan gelegenen Zimmer wohnenden unverheirateten Kutschers unterzubringen. Die im Maschinenhause aufbewahrten wertvollen Apparate, Werkzeuge und Materialien aller Art ließen eine nächtliche und sonntägliche Bewachung als unerlässlich erscheinen: doch gelang es trotz aller in Frage kommenden disziplinarischen Maßregeln nicht, den gewünschten Zweck zu erreichen, indem sich der sonntägliche und abendliche Freiheitstrieb als stärker erwies als die bekanntlich sehr geringfügigen und mehr theoretischen Machtmittel des Direktors. Um den „Reiz des eigenen Heims“ als Bundesgenossen bei diesem Bestreben heranzuziehen, wurde also eine, wenn auch recht kleine Familienwohnung eingerichtet, was in der Tat den gewünschten Erfolg wenigstens insoweit erzielte, daß in den meisten Fällen nur der Mann „ausging“, während die Frau die Bewachung besorgte, wenn nicht gelegentlich die lockenden Walzertöne von Lindenberg her gar zu verführerisch durch die Nacht schmeichelten. Zurzeit ist diese Wohnung von einer alleinstehenden Frau bewohnt, der die Reinigungsarbeiten am Observatorium übertragen sind. Bei der bevorstehenden Aufstellung eines neuen größeren Elektrolyseurs wird voraussichtlich die Küche zu Werkstattzwecken Verwendung finden müssen, während das Wohnzimmer für die Unterbringung des Kraftwagenführers in der Nähe seiner Maschine geeignet sein dürfte.

Der frühere Pferdestall, der nur für zwei Pferde Platz bot, und der, um die „edlen königlichen Dienstpferde“ vor Zug zu schützen, mit einem aus einer Glaswand bestehenden Windfange versehen war, ist nach der Einrichtung des neuen größeren Stalles zur Schmiede, die schon so lange entbehrt worden war, ausgebaut worden. Die Benutzung der daneben liegenden alten Wagenremise zur Unterbringung eines, im Notfalle auch zweier Automobile erforderte außer der Aufstellung eines Dauerbrandofens, der zur Vermeidung des Gefrierens des Kühlwassers unerlässlich ist, keine besonderen Einrichtungen, zumal der für die Schmiede dienende neu aufgeführte Schornstein für den Ofen benutzt werden konnte. An der Außenwand des Automobilraumes befindet sich das Benzinlager (Nr. 30 des Lageplanes) in der von der Firma Martini u. Hünecke gelieferten explosions-sicheren Ausführung, die durch Umhüllung der benzinführenden Leitungen durch Röhren, welche unter Druck mit Kohlensäure gefüllt sind, bewirkt wird.

Wie die Abbildung Fig. 27 erkennen läßt, befindet sich über einem Teile des Maschinenhauses ein Boden, der früher zur Unterbringung des Strohes und Heues für die Pferde gedient hatte, jetzt aber nur für die trockene Aufbewahrung von Brettern benutzt wird.

In der Mitte des zur Hälfte gepflasterten Hofes befindet sich der sogenannte „Faulraum“ (Nr. 20 des Lageplanes) der früheren Kläranlage (Nr. 20 des Lageplanes). In diesem zugewölbten, 4 m tiefen Bassin sammeln sich alle Abwässer

des Observatoriums und werden von hier aus zur Berieselung des Nordhanges des Windenberges durch die im Generatorraume stehende Abwässpumpe befördert.

Auf Fig. 16 ist hinter dem Drahtzaune neben der Einfahrt zum Hofe eine kreisrunde Fläche mit einem aufrechtstehenden weißen Rohre zu erkennen: das ist der Öltank (Nr. 29 des Lageplanes) zur Aufbewahrung von 15 cbm Rohpetroleum für den Dieselmotor. Ein schmiedeeisernes Reservoir ist, ringsum zugänglich, um etwaige Undichtigkeiten erkennen und beseitigen zu können, in einem gemauerten Kessel in den Erdboden eingesenkt; ein Schwimmer zeigt an dem oberen Standrohre die Menge des vorhandenen Öles an. Durch einen seitlichen unterirdischen Abfluß wird das Öl nach den im Maschinenhause befindlichen beiden Reservoirs gepumpt. Bei der außerordentlichen Fähigkeit des Petroleums, selbst durch die feinsten Öffnungen zu dringen, ist eine ganz besondere Sorgfalt und Aufmerksamkeit erforderlich, um sich vor großen Ölverlusten zu schützen: das Observatorium hat auch in dieser Beziehung Lehrgeld zahlen müssen, da nach der ersten Füllung des Tanks Öl im Werte von mehreren hundert Mark verloren ging, ehe es gelang, die im Ableitungsrohre liegende minimale Undichtigkeit zu entdecken. Das Rohpetroleum wird von den Riebeck-Werken in Halle a. S. zum Preise von 13 *M* pro 50 kg in Eisenbahntankwagen bis zum Bahnhof Lindenberg geliefert und von dort mittels eines eigenen eisernen Tankwagens von 2 cbm Inhalt abgefahren und direkt in den Haupttank entleert. An der Ecke vor dem Akkumulatorenraume, in Fig. 16 an den vier niedrigen Fenstern kenntlich, befindet sich im Erdboden ein kleines Wasserreservoir zur Aufnahme des abfließenden Kühlwassers, das von hier aus nach dem Reservoir des Gasbehälters hinaufgepumpt wird.

Der Behälter für 150 cbm Wasserstoffgas (s. Fig. 15, Nr. 7 des Lageplanes) liegt am westlichen Abhange des Windenberges; sein 180 cbm Wasser fassendes Bassin ist nicht in den „gewachsenen“ Boden eingegraben, vielmehr ist das Erdreich, d. h. in diesem Falle Sand, nach seiner Fertigstellung um ihn herum aufgeschüttet worden. Die Folge dieser „aus Sparsamkeitsgründen“ getroffenen Maßregel ist, daß das aus dem gleichen Grunde zu schwach konstruierte Mauerwerk dem inneren Wasserdruck auf die Dauer nicht standhalten können, da es durch den äußeren Erddruck nicht genügend gestützt wurde. So kam es, daß nach einigen Jahren das Bassin an der am schwächsten gestützten Seite einen Riß bekam, der eine beträchtliche Verstärkung des Mauerwerkes und Einlegung von eisernen Reifen erforderte. Trotzdem haben sich neuerdings wieder Risse gezeigt, durch welche das Wasser, wenn auch zunächst nur in kleineren Mengen, abläuft. Unter diesen Umständen scheint es, wenn man nicht einen neuen Gasbehälter bauen will, allein ratsam, in das gemauerte Bassin ein eisernes einzusetzen und den Zwischenraum zwischen beiden mit Zement zu vergießen. Wie schon oben erwähnt, dient das Wasser des Gasbehälters zugleich als Kühlwasser für die Maschinen; im Winter wird gegen die Gefahr des Einfrierens der obere Bassinrand mit Brettern abgedeckt und auf diese Dünger aufgelegt. Die Eigenschaft des warm hinaufgepumpten Kühlwassers, sich nur in den oberen Schichten über das kältere Tiefenwasser auszubreiten und so das Gefrieren zu verhindern, kann natürlich nur dann wirksam sein, wenn die Maschine längere Zeit im Gange ist, sodaß die Schicht warmen Wassers eine gewisse Mächtigkeit erlangt. Da dies an den Sonntagen und noch viel mehr an den Doppelfesttagen nicht der Fall ist, tritt ohne einen besonderen Wärmeschutz die Gefahr des Einfrierens ein, vornehmlich an der Eintrittsstelle



des Zulaufrohres. Außer der üblichen Skala zur Bezeichnung des jederzeit vorhandenen Gasinhaltes ist noch mittels eines biegsamen Drahtes eine zweite Skala im Innern der Ballonhalle angebracht.

Die Ballonhalle (Fig. 44, Nr. 5 des Lageplanes) besteht aus einem eisernen, mit Wellblech bekleideten Gerüste mit hölzernem, mit doppelter Dachpappe bekleidetem flachen Dache; sie ist 25 m lang, 10 m breit und 9 m hoch; der Fußboden besteht aus Zementestrich, und zwar, nachdem das zuerst auf ihm verlegte Linoleum infolge der nicht abzuhaltenden Nässe wieder hatte entfernt werden müssen, ohne

Fig. 44.

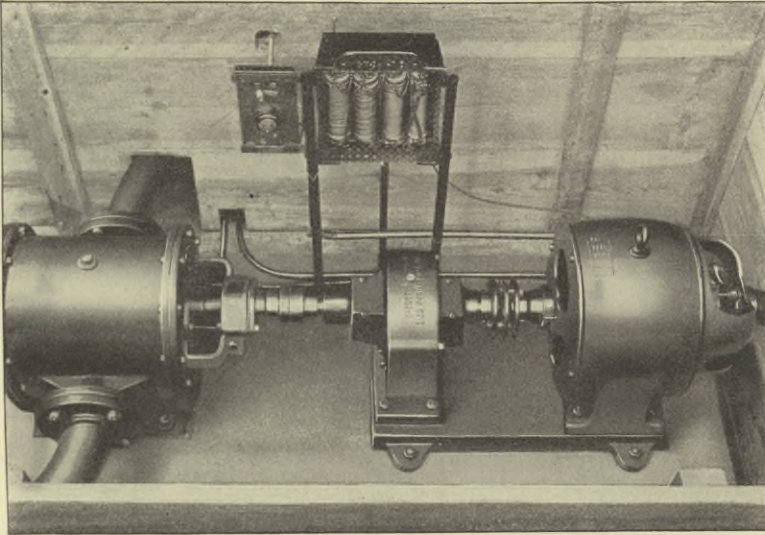


Die Ballonhalle, links der Giebel des Observatorhauses.

alle Belegung. Die Halle besitzt an allen vier Seiten Schiebetore von 8 m Höhe, an der Hauptleeseite, Ost, von 8 m, an den anderen Seiten von 3 $\frac{1}{2}$  m Breite. Hierdurch wird es möglich, bei jedem Winde die Registrierballone nach der Leeseite aus der Halle zu bringen; für den größeren Fesselballon, der nach dem Winden-  
haus transportiert werden muß, genügt die eine größere Öffnung. Um das flache Dach bestiegbar zu machen, befindet sich an einer Ecke eine äußere eiserne Leiter. Auf dem Dache ist der schon mehrfach erwähnte kleinere Antennenträger aufgestellt, der aus Holz umlegbar konstruiert ist und auf seiner Spitze eine 800kerzige Quecksilberdampf-  
lampe (Quarzlampe) trägt, welche, die ganze Nacht brennend, sowohl der Platzbeleuchtung bei den nächtlichen Aufstiegen, als auch als

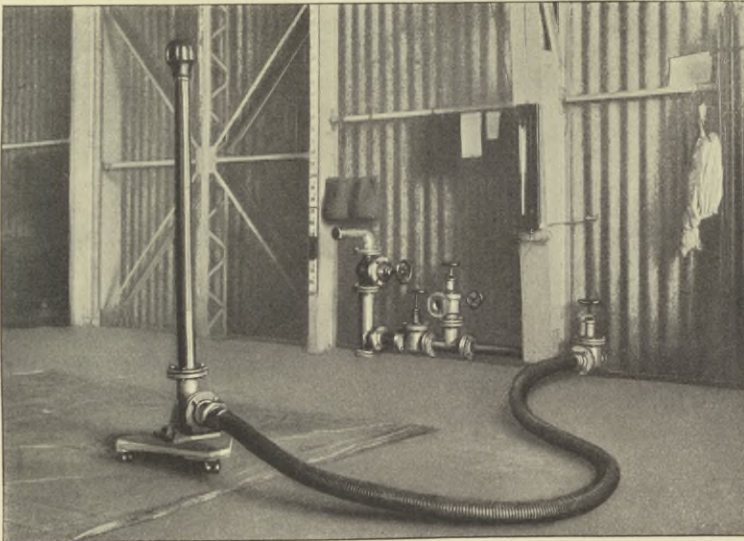
„Ansteuerungsfeuer“ in Verbindung mit dem später zu beschreibenden Leuchtfeuer dient. Fig. 41, auf der dieser Mast nicht, wie bei mehreren anderen Bildern, durch die Retusche zu einem unförmlichen Stamme geworden ist, läßt sowohl die Quarzlampe wie auch einen Teil der zweidrätigen T-Antenne erkennen. An der, im

Fig. 45.



Enckescher Gassauger: Elektromotor und Kapselpumpe.

Fig. 46.

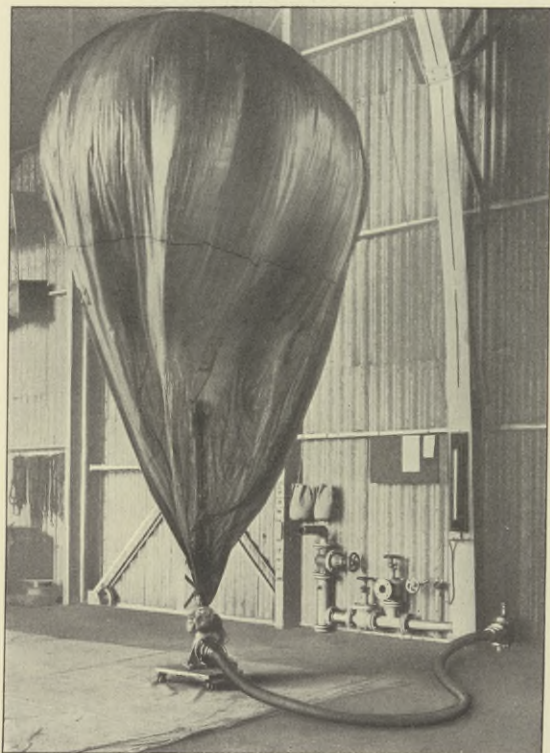


Vorrichtung zur Entleerung eines Ballons.

Bilde. linken, Seitenwand der Ballonhalle ist ein hölzerner Kasten sichtbar, der den Enckeschen Gassauger enthält; er wird durch die Fig. 45, 46 und 47 dargestellt. Diese Einrichtung hat den Zweck, das zu einer Füllung des Fesselballons benutzte und meist infolge der verhältnismäßigen Kürze des Aufstieges wenig ausgenutzte

Wasserstoffgas vor dem zwecklosen Verderben durch Diffusion zu bewahren. Eine Reihe von Analysen des nach einem Ballonaufstiege herabgebrachten Gases hat nämlich gelehrt, daß dasselbe in den weitaus meisten Fällen nur in relativ geringfügiger Weise verschlechtert ist, sodaß es sehr wohl geeignet war, zu neuen Aufstiegen zu dienen, wenn man es in diesem Zustande erhalten konnte. Der beste Weg zur Erreichung dieses Zieles mußte darin erblickt werden, daß man das Gas wieder in den Gasbehälter zurückdrückte. Allerdings war damit zu rechnen, daß bei einer häufigen Wiederholung dieses Verfahrens die ganze Gasmenge des Behälters eine gewisse Verminderung der Tragkraft erleiden werde; immerhin war zu erwarten, daß bei täglicher Nachfüllung neuen reinen Gases eine ausreichende Tragfähigkeit erhalten bleiben werde, und daß man schlimmstenfalls einen Ballon

Fig. 47.



Entleerung eines Fesselballons nach dem Aufstiege.

mehr werde füllen müssen, um die gleiche Höhe zu erreichen wie mit frischem Gase. Hiermit mußte aber immer noch eine Ersparnis verbunden sein. Das diesem Zwecke dienende Verfahren ist folgendes: Durch einen zweipferdigen Elektromotor wird eine Kapselpumpe (Fig. 45) betätigt, die eine genügende Saugkraft besitzt, um das im Ballon befindliche Wasserstoffgas anzusaugen und gegen den Druck des Gasbehälters wieder in diesen zurückzudrücken. Zu diesem Zwecke wird der Ballon unmittelbar nach Beendigung seines Aufstieges vorsichtig geöffnet, indem man, um den Eintritt von Luft zu verhindern, den Füllansatz fest zusammendrückt und diesen nun schnell über die aufrecht stehende Röhre (Fig. 46) streift und am unteren Ende derselben fest zubindet (Fig. 47). Zunächst ist es nun nötig, die in dem Rohre und Verbindungsschlauche befindliche Luft zu entleeren, ohne sie in den Gasbehälter zu bringen; es wird deshalb eine Seitenschleuse geöffnet, aus der die durch den Motor angesaugte Luft entweicht. Der Zeitpunkt, an dem statt der Luft nur Wasserstoffgas im Rohre strömt, ist unschwer durch den Wechsel der Tonhöhe des von der Pumpe erzeugten Geräusches zu erkennen; nun wird die Nebenschleuse geschlossen und die nach dem Gasbehälter führende geöffnet. Die Entleerung von 30 cbm dauert etwa zehn Minuten; kurz vor der völligen Entleerung des Ballons muß gut aufgepaßt werden, damit nicht der Ballonstoff in das Rohr hineingezogen und zerrissen werde. Über den Nutzen dieser Vorrichtung kann man sich ein angenähert zutreffendes Bild machen, wenn man die bei den Ballonaufstiegen des Jahres 1913 tatsächlich zum Füllen der Ballone verbrauchte Gasmenge ermittelt und damit diejenige vergleicht, die in der gleichen Zeit erzeugt

mehr werde füllen müssen, um die gleiche Höhe zu erreichen wie mit frischem Gase. Hiermit mußte aber immer noch eine Ersparnis verbunden sein. Das diesem Zwecke dienende Verfahren ist folgendes:

Durch einen zweipferdigen Elektromotor wird eine Kapselpumpe (Fig. 45) betätigt, die eine genügende Saugkraft besitzt, um das im Ballon befindliche Wasserstoffgas anzusaugen und gegen den Druck des Gasbehälters wieder in diesen zurückzudrücken. Zu diesem Zwecke wird der Ballon unmittelbar nach Beendigung seines Aufstieges vorsichtig geöffnet, indem man, um den Eintritt von Luft zu verhindern, den Füllansatz fest zusammendrückt und diesen nun schnell über die aufrecht stehende Röhre (Fig. 46) streift und am unteren Ende derselben fest zubindet (Fig. 47). Zunächst ist es nun nötig, die in dem Rohre und Verbindungsschlauche befindliche Luft zu entleeren, ohne sie in den Gasbehälter zu bringen; es wird deshalb eine Seitenschleuse geöffnet, aus der die durch den Motor angesaugte Luft entweicht. Der Zeitpunkt, an dem statt der Luft nur Wasserstoffgas im Rohre strömt, ist unschwer durch den Wechsel der Tonhöhe des von der Pumpe erzeugten Geräusches zu erkennen; nun wird die Nebenschleuse geschlossen und die nach dem Gasbehälter führende geöffnet. Die Entleerung von 30 cbm dauert etwa zehn Minuten; kurz vor der völligen Entleerung des Ballons muß gut aufgepaßt werden, damit nicht der Ballonstoff in das Rohr hineingezogen und zerrissen werde. Über den Nutzen dieser Vorrichtung kann man sich ein angenähert zutreffendes Bild machen, wenn man die bei den Ballonaufstiegen des Jahres 1913 tatsächlich zum Füllen der Ballone verbrauchte Gasmenge ermittelt und damit diejenige vergleicht, die in der gleichen Zeit erzeugt

oder in Flaschen beschafft worden ist. Diese Rechnung stellt sich folgendermaßen: Zur Füllung der Fesselballone bei 327 Aufstiegen im Jahre 1913 sind 9954 cbm Wasserstoffgas erforderlich gewesen; um diese allein mittels des Elektrolyseurs zu erzeugen, hätte dieser täglich 27.2 cbm liefern müssen, d. h. bei dauernd voller Anspannung der maximalen Leistung des Elektrolyseurs von 1.5 cbm in der Stunde hätte er täglich, die Sonn- und Festtage eingerechnet, 18 Stunden im Gange gehalten werden müssen, oder ohne die letzteren bei 300 Arbeitstagen hätte die Tagesleistung auf 33.18 cbm und die hierzu erforderliche Zeit auf 22.1 Stunden bemessen werden müssen. Bei dem am Observatorium eingeführten Verfahren, das Gas nach jedem Aufstiege zu entleeren, was wohl nur ausnahmsweise, z. B. bei den großen Serienaufstiegen an den Haupttagen der internationalen Termine, außer Acht gelassen sein dürfte, sind tatsächlich die oben genannten 9954 cbm Gas in die Ballone eingefüllt worden. In Wirklichkeit sind aber nur etwa 1500 cbm durch den Elektrolyseur erzeugt und 1650 cbm in Flaschen gekauft worden; die Differenz von 6800 cbm ist als durch die Gassaagevorrichtung erspart zu betrachten. Bei dem Preise von 32  $\text{₰}$  für das Kubikmeter ergibt das den Betrag von 2177  $\text{₯}$ . Allerdings darf man sich nicht verhehlen, daß mit der ausschließlichen Benutzung völlig neuen Gases die mit diesem zu erreichenden Höhen nicht unbeträchtlich größer gewesen sein würden; man muß aber hier wie überall mit dem Erreichbaren rechnen. In Anbetracht der schon oben erwähnten Schwierigkeit, jederzeit Flaschengas von der Militärverwaltung zu erhalten, mußte nun aber dafür Sorge getragen werden, außer diesem durchschnittlich nur 0.9 bis 1.0 kg tragenden Gase eine kleinere Menge völlig reinen für die Verwendung in Pilot- und Registrierballonen zur Hand zu haben. Zu diesem Zwecke wurde der kleine Reingasbehälter (Fig. 48, Nr. 21

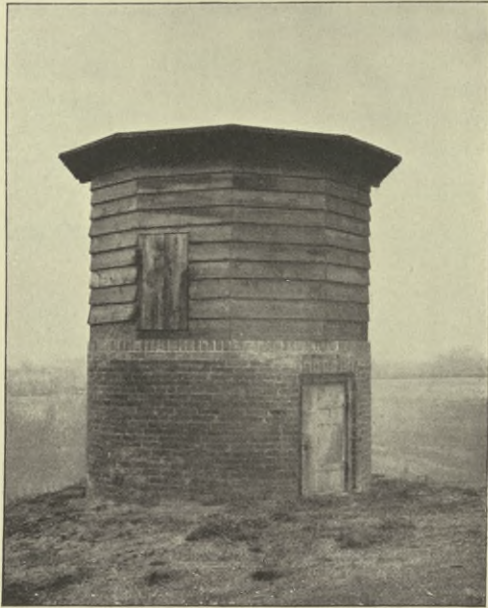


Fig. 48.

Reingasbehälter.

des Lageplanes) durch Umbau der früheren Kläranlage eingerichtet, der bei 4 m Höhe und 2.5 m Durchmesser 20 cbm faßt und ebenfalls mit dem warmen Kühlwasser des Maschinenhauses beschickt wird. In Anbetracht der ziemlich hohen Drucke, deren einige Arten von Gummiballonen zur Füllung bedürfen, wurde die Gasometerglocke mit einer Vorrichtung versehen, um durch Auffüllen von Wasser oder Sand einen auf 300 mm Wasser verstärkten Druck zu erzeugen.

Fig. 49 gibt einen Blick durch das Haupttor der Ballonhalle: rechts sieht man die mechanische Feuerleiter, die bis zu 12 m Länge ausziehbar ist; dahinter einen großen Vorrat an Drachen, an den Wänden hängen einige ältere nicht mehr im Gebrauch befindliche Formen. Unter der Decke hängt ein von der Drachebauanstalt Max Bräske in Beeskow angefertigtes Flugzeugmodell, das, als Drachen gefesselt, schon bei leichtem Winde gut aufsteigt und dazu bestimmt ist, als Zielobjekt für militärische Zwecke zu dienen. Im Hintergrunde der Halle befindet

sich ein gefüllter Fesselballon von 30 cbm Inhalt; zurzeit sind zwei solche von 30, einer von 25 und zwei von 20 cbm Inhalt im Gebrauch. An der Decke sind starke Holzrollen (Kloben) mit starken Leinen befestigt, deren eines Ende mit einem Gewicht beschwert ist: sie dienen zum Aufhängen und Emporziehen von allerhand Gegenständen.

Auf der höchsten Erhebung des Hügels liegt das Windenhaus, das wichtigste Bauwerk des Observatoriums (Fig. 50, Nr. 6 des Lageplanes). Es besteht aus einem achteckigen, allseitig verglasten Eisenbau, der auf einer Drehscheibe montiert ist; sein Durchmesser von Kante zu Kante beträgt 8 m, die Höhe der senkrechten Wände 3.50, des Daches 1.50, der „Laterne“ 1.50 und deren Daches

Fig. 49.



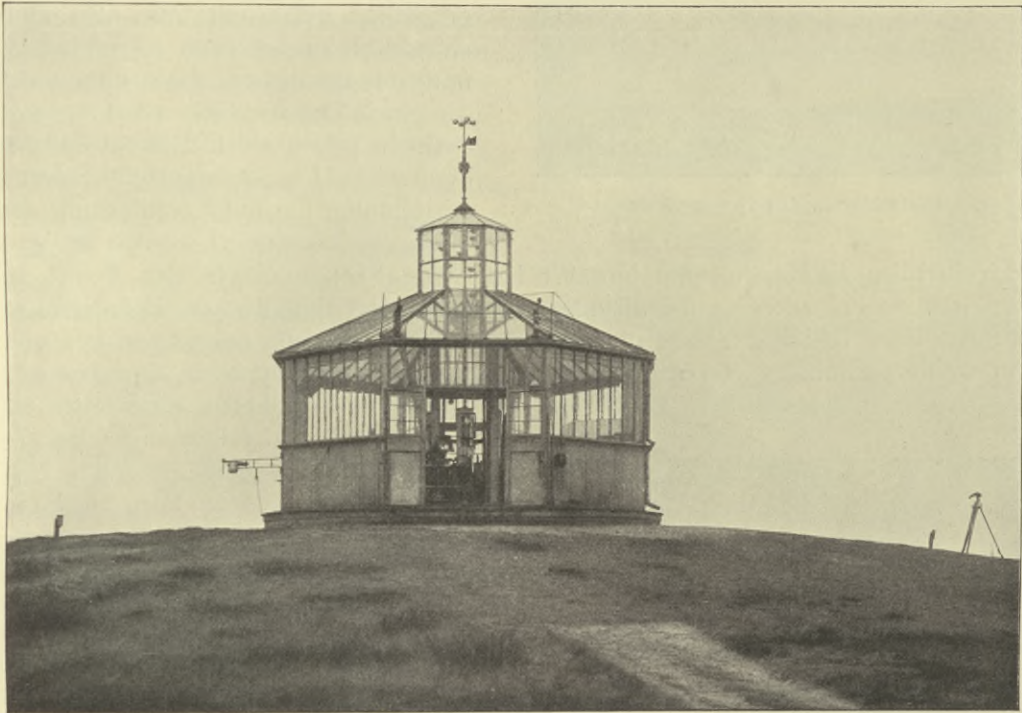
Blick durch das Haupttor der Ballonhalle.

0.50 m. Die durch die Mitte des Bauwerkes gehende feststehende Stahlröhre hat eine Länge von 8.50 m und trägt ein Fuesssches Anemometer mit Aluminiumschalen und darunter eine Windfahne. Das Fundament des Windenhauses reicht  $2\frac{1}{2}$  m tief in den Erdboden und umschließt einen Reinwasserbehälter von 60 cbm Inhalt, von dem sämtliche Gebäude und Gärten mit Wasser versorgt werden. Die Leitungen bestehen aus verzinktem Eisenrohr und dienen, wie schon oben erwähnt, als große „Erdplatte“ der Blitzableiteranlagen, die ihrerseits an vier Stellen, bei Nr. 11 (doppelt), 12 und 13 des Lageplanes mit dem Grundwasser in Verbindung steht. Am Windenhouse bemerkt man neben der offenen Tür die beiden drehbaren

Schornsteine der im Windenhouse stehenden eisernen Öfen, deren Rauchröhren schräg aufwärts steigen und den ganzen Raum durchqueren, um seitwärts der „in Lee“ befindlichen Haupttür in die Schornsteine überzugehen. Auf diese Weise ist es erreicht, daß die Öfen unter allen Windverhältnissen gut ziehen, da die Richtung des Windes stets in dem gleichen Sinne erfolgt wie die Bewegung der Rauchgase. Für die Ausführung der Aufstiege an kalten und windigen Wintertagen ist das Vorhandensein einer den außergewöhnlichen Verhältnissen gewachsenen Beheizung eine unerläßliche Vorbedingung. In dem zwischen dem Fußboden und der massiven Wölbung des Wasserbassins bleibenden Raume von etwa  $1\frac{1}{4}$  m Höhe wird ein größerer Vorrat von Gaskoke aufbewahrt. Wie im Winter eine „sibirische“ Kälte ohne genügende Heizung herrschen würde, so bringt im Sommer die intensive Sonnenstrahlung eine unerträgliche Hitze zustande, die nicht selten schon auf

45° C gestiegen ist, und auch durch die an allen Seiten und auch an den Dachfenstern angebrachten Zuggardinen nur unvollkommen beseitigt werden kann. So unentbehrlich nun auch dieser Schutz gegen die Sonne sein mag, so hat er doch außer seiner erwünschten eine recht unerwünschte „Schattenseite“, indem er die freie Aussicht nach allen Seiten und auch nach oben mehr oder weniger beeinträchtigt. Diese ist aber von großer Wichtigkeit, um jederzeit über den Luftzustand und besonders über das Herankommen von Gewittern, Böen u. a. m. unterrichtet sein zu können. Diese beiden Phänomene gehen nicht selten direkt ineinander über, indem einer bisher ohne elektrische Entladungen herangezogenen

Fig. 50.



Das Windenhaus.

Böenwolke durch den in sie hineinragenden, Tausende von Metern langen gut geerdeten „Blitzableiter“, den Drachendraht, ein mehr oder weniger intensiver Blitz entlockt wird, der den Draht zu Kohlenstoff verbrennt, oder schmilzt, wobei es schon vorgekommen ist, daß die glühend herabfallenden Stahltröpfchen das dürre Gras des Windenberges in Brand gesetzt haben. Den anderen Fall zeigt Fig. 51: der Blitz verbrannte etwa 9000 m Draht, und sein Verbrennungsprodukt wurde als eine schlangenartige Rauchwolke vom Winde verweht. Ein erwünschter Zufall fügte es, daß ein „knipsfroher“ Gast eine beschickte Kamera in der Hand hielt und trotz nicht geringen Schreckens über das „einschlägige“ Vorkommnis die pendelnde Rauchschnake richtig einfiel. Es dürfte wohl keinem Widerspruch begegnen, wenn man diese Situation mindestens als eine ungemütliche bezeichnet,

die einige ungewöhnliche Anforderungen an die Nerven und die Arbeitsenergie des Aufstiegspersonals stellt, und es erscheint deshalb als wohl begründet, daß Aufstiege unter derartigen Umständen tunlichst vermieden werden. In manchen Fällen ist das aber nicht möglich, da sich zumal bei länger dauernden Aufstiegen die

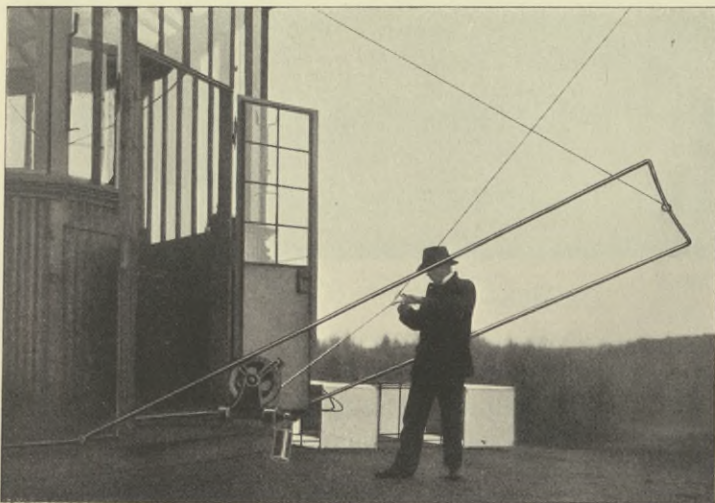
Fig. 51.



Blitzschlag in den Drachendraht.

sich in allen Fällen durchaus bewährt hat. Die Notwendigkeit, den Draht zu berühren, ist besonders dann vorhanden, wenn bei dem Einholen die Befestigungsklemme eines Hilfsdrachens in die Nähe der Windenhausrolle gekommen ist, und ein weiteres Einholen erst nach Abnahme dieser Klemme erfolgen kann: es gilt

Fig. 52.



Blitzschutzbügel am Windenhouse.

also, einer etwa erfolgenden Entladung einen anderen besseren Weg zur Erde darzubieten, der vor der Klemme von dem Drahte abzweigt. Der in der Figur sichtbare eiserne Bügel, der mit der Erdleitung gut verbunden ist, wird mit Hilfe einer isolierten Leine vom Innern des Windenhauses aus so weit herabgelassen, daß er den Drachendraht berührt, sobald die Drachenklemme sich in dem von ihm umschlossenen Raume befindet; dabei wird der steiler verlaufende Hilfsdrachendraht ebenfalls den Bügel berühren. Es ist nicht zu bezweifeln, daß ein in dieser Situation im Draht des Hauptdrachens und ebenso des Hilfsdrachens verlaufender Blitz den besseren Weg durch den einen bedeutend

Gewittersituation erst während des Aufstieges ausbildet. So befinden sich unter Umständen viele tausend Meter Draht mit mehreren Drachen in der Luft, wenn die gefahrdrohende Böen- oder Gewitterwolke heranzieht und die Drachen einhüllt: unter diesen Verhältnissen würde es außerordentlich gefährlich sein, den Drachendraht zu berühren — und doch muß das geschehen, wenn man nicht die ganze Drachenkette nebst Apparat verloren geben will! Diesem Zwecke dient die auf Fig. 52 dargestellte Schutzvorrichtung, die auf Veranlassung des Verfassers konstruiert worden ist, und

also, einer etwa erfolgenden Entladung einen anderen besseren Weg zur Erde darzubieten, der vor der Klemme von dem Drahte abzweigt. Der in der Figur sichtbare eiserne Bügel, der mit der Erdleitung gut verbunden ist, wird mit Hilfe einer isolierten Leine vom Innern des Windenhauses aus so weit herabgelassen, daß er den Drachendraht berührt, sobald die Drachenklemme sich

größeren Querschnitt darbietenden Bügel als Ableitung benutzen und demnach das hinter der Berührungsstelle liegende Drahtstück stromlos lassen würde. Man kann deshalb unbedenklich die Klemme berühren und ablösen. Im allgemeinen verlaufen selbst kräftige Entladungen für die im Windenhaus befindlichen Personen ohne allen Schaden, dank der guten Erdung des Windenhauses; die große Ablaufrolle, die den im Draht verlaufenen Blitz aufnimmt, zeigt aber deutlich, daß der Vorgang doch nicht so ganz harmloser Natur ist, denn die an ihr sichtbaren tiefen „Narben“ sind durch Einschmelzen des glühenden Drahtes entstanden. Wenn außer Funktion, wird der Schutzbügel in die Höhe gezogen, sodaß er die Arbeiten nicht stört.

Fig. 53 zeigt eine andere, an der Außenseite des Windenhauses angebrachte Einrichtung, die zur Einstellung des Drachenregistrierapparates auf die Lufttemperatur dient; der noch näher zu beschreibende Marvinsche Drachensmeteorograph wird unmittelbar vor und nach jedem Aufstiege an der dem Winde am meisten ausgesetzten Seite des Windenhauses vor einen kleinen „Scirocco“-Ventilator gesetzt, der, an einem versteiften eisernen Arme befestigt, durch einen Elektromotor angetrieben wird und dadurch einen kräftigen Luftstrom erzeugt, der das Thermometer des Apparates umspült und es deshalb schnell auf die Außentemperatur einstellt. Ein daneben hängendes Assmannsches Aspirationspsychrometer stellt die richtige Temperatur und Feuchtigkeit der Luft fest, die der Justierung zugrunde gelegt werden. An vier Ecken des Windenhauses befinden sich Vorrichtungen zur Befestigung des eisernen Armes, sodaß stets diejenige Seite gewählt werden kann, die dem Winde entgegengerichtet ist. Für die Abend- und Nachtaufstiege dient eine elektrische Handlampe zu den Ablesungen. Im Hintergrunde des Bildchens sieht man die noch später zu beschreibende Drehkuppel für den großen Ballontheodoliten.

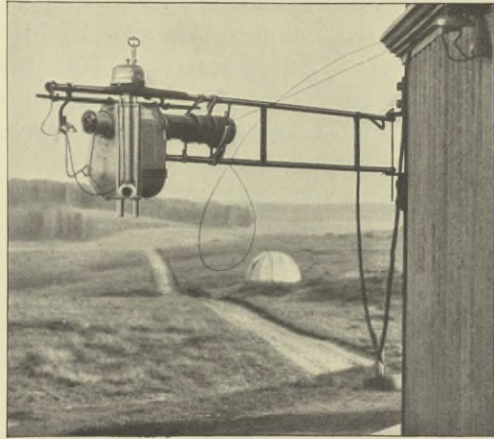


Fig. 53.

Einstellungsvorrichtung für den Marvin-Apparat.

In der „Laterne“ des Windenhauses befindet sich seit dem Winter 1913/14 ein Leuchtfeuer für die Luftfahrt; unser Bildchen (Fig. 50) zeigt noch die erste Einrichtungsform, die aus neun Metallfadenlampen von je 400 NK Stärke bestand, bei denen die untere Hälfte der Glashülle durch Versilbern in einen halbkugelförmigen Hohlspiegel verwandelt war, der das Licht oberhalb der Horizontalen ganz beträchtlich verstärkte. Ein von der Firma Julius Pintsch in Berlin gebauter Schaltapparat läßt zweimal in der Minute automatisch das Morsezeichen „L“ .—... = Lindenberg in der Weise aufblitzen, daß ein Punkt eine Dauer von  $\frac{3}{4}$ , eine Pause von  $1\frac{1}{2}$  und der Strich eine solche von 3 Sekunden hat, worauf sich das Signal nach  $20\frac{1}{4}$  Sekunden wiederholt. Zur Anbringung dieses Leuchtfeuers in der hierzu besonders geeigneten „Laterne“ war es erforderlich, das bisher aus undurchsichtigem Drahtglase bestehende Dach mit starkem Spiegelglase einzudecken, um die nach oben gehenden Lichtstrahlen nicht zu sehr zu schwächen.



Nachdem die beschriebene Einrichtung einige Wochen lang gut funktioniert hatte, brannte erst eine, bald darauf mehrere andere Lampen durch, und zwar deshalb, weil die aufrecht stehenden Leuchtfäden ungestützt und deshalb nicht imstande waren, ohne Verbiegung ihrer Metallfäden zu brennen und den unvermeidlichen Kurzschluß zu verhindern. Zugleich zeigte sich, daß die Lichtverstärkung nach der Vertikalen, wie sie durch die Halbkugelspiegel bewirkt wurde, nicht dem Zwecke entspricht, indem die Entfernung eines über dem Leuchtfeuer fliegenden Luftfahrzeuges niemals so groß sein kann als in der Horizontalen und in einem etwa 20 bis 30° betragenden Winkel. Die durch die Kugelspiegel auf etwa 5000 NK gebrachte Lichtverstärkung kam daher zwecklos den zenitnäheren Teilen des Himmels zugute, die von einem Luftfahrzeuge wohl selten in mehr als 5 km Höhe durchmessen werden, während eine tunlichst weite Sichtbarkeit in der nur wenig über der Horizontalen liegenden Schicht von größter Bedeutung ist. Unter normalen Sichtigkeitsverhältnissen wird ein Licht von etwa 4000 NK Stärke bis zu einer Entfernung von 25 bis 30 km wahrgenommen, während natürlich bei nebeliger Luft jede Sichtbarkeit aufhört. Der oben genannte Übelstand des Durchbrennens der Lampen ließ sich leicht dadurch beseitigen, daß man die Lampen unter Verzicht auf die vertikale Verstärkung des Lichtes in umgekehrter Stellung, d. h. mit hängenden Leuchtfäden, anbrachte; da inzwischen die Halbwattlampen auf den Markt gebracht worden waren, wurden drei 2000kerzige Lampen ohne alle Versilberung der Hülle verwandt. Um indes eine Lichtverstärkung bis zur Winkelhöhe von etwa 30° zu erzeugen, wurden vier große Zylinderspiegel unterhalb der Lampen angebracht, die, da es sich zunächst um eine Probe handeln sollte, aus hochpoliertem Nickelpapier hergestellt wurden, das auf starke Pappe aufgeklebt und auf einem entsprechend geschnittenen Holzgestell als Stück eines Zylindermantels geformt war. Leider bietet sich keine Gelegenheit, die Wirkung dieser Einrichtung festzustellen, da keinerlei Punkte in der Nähe sind, die höher sind als das Windenhaus.

Wie schon auf S. 64 erwähnt, gehört zu der Leuchtfeuervorrichtung noch ein festes Orientierungsfeuer, das durch eine 800kerzige Quarzlampe auf der Ballonhalle gegeben wird.

Zwecks ausgiebiger Bekanntmachung der Leuchtfeuereinrichtungen des Observatoriums in den Kreisen der Luftfahrer wurde ein „Merkbuch für Luftfahrer zur Erkennung des Kgl. Aeronautischen Observatoriums Lindenberg und zur Vermeidung von Kollisionen mit dessen Drachendrähten“ in 1000 Exemplaren an alle in Frage kommenden Interessenten versandt.

Das Merkbuch enthielt außer zwei Ansichten des Observatoriums (Fig. 2 und 13) folgenden Text.

1. Lage des Observatoriums: 60 km nach E 29° S von Berlin unter 52° 12 $\frac{1}{2}$ ' nördlicher Breite und 14° 7' östlicher Länge nach Greenwich (31° 47' östlich von Ferro oder 11° 47' östlich von Paris). 2 $\frac{1}{2}$  km westlich großes Dorf Glienicke; 1 km nördlich Dorf Herzberg mit spitzem Kirchturm; 1 km südlich Schloß und Dorf Lindenberg; 1 km südwestlich Bahnhof Lindenberg-Glienicke: Bahn Königswusterhausen-Beeskow; 10 km ost-südöstlich Stadt Beeskow mit großem roten Kirchturm.

Entfernung vom Nordende des Scharmützelsees 10 km, S 29° E, von dessen Knie in der Mitte 6 $\frac{1}{2}$  km, SE, vom Südende 7 $\frac{1}{2}$  km, E. Vom Schwielochsee 17 km, N 18° W.

2. Seehöhe: Spitze des Schalenkreuz-Anemometers auf dem Windenhaus 129.4 m über NN.

3. Ansicht: Im Westen eine Windmühle, 360 m vom Windenhaus entfernt, daneben zwei größere und ein kleineres Gebäude, am Nordabhänge das Mühlengehöft. Auf dem westlichen Hause des Observatoriums ein stählerner Antennenträger, auf dem östlichen ein stählerner Mast mit Windfahne; auf beiden schwarzweiß gestrichene Flaggenmasten. Nach Ost eine Ballonhalle aus Wellblech mit Antennenträger, daneben Gasbehälter, 120 m nach Ost achteckiges drehbares Windenhaus aus Glas und Eisen, darauf „Laterne“ mit Schalenkreuz-Anemometer, auf dem Gipfel eines 121 m hohen waldlosen Hügels; nordöstlich eine kleine Sternwarten-Drehkuppel; nördlich und südlich zwei Holzschuppen (Drachentälle). 350 m nach Ostnordost ein viereckiger Holzbau mit Plattform. 150 m südwestlich von der Ballonhalle das einstöckige Maschinenhaus mit mehreren Schuppen; 100 m südlich von diesem ein Wohnhaus mit Stallgebäude. 250 m vom Windenhaus nach S 28° W der viereckige Turm des von hohen Bäumen umgebenen, tieferliegenden Direktorwohnhauses mit Flaggenmast; 100 m östlich von diesem ein Brunnen- und Gewächshaus und Tennisplatz.

4. Zeiten der Drachen- und Fesselballon-Aufstiege: Täglich, auch an Sonn- und Festtagen, drei Aufstiege: 7 bis 10 Uhr morgens, 2 bis 6 Uhr nachmittags, 9 bis 12 Uhr nachts. In den internationalen Aufstiegswochen auch 2 bis 5 Uhr nachts, am Haupttage (meist der erste Donnerstag im Monat) von 7 Uhr morgens an 24 Stunden lang dauernd Drachen in der Luft. Aufstiegszeiten werden in der ersten Monatsnummer der Deutschen Luftfahrer-Zeitschrift veröffentlicht.

5. Gefahrszone: 10 bis 15 km in der Windrichtung („Lee“) und meist nach rechts, Breite bis zu 30° (bei 10 km Drahtlänge = 5 km); Höhe 5000 bis 6000 m und mehr.

6. Vorschriften zur Vermeidung von Kollisionen mit den Drachendrahten: Während der Aufstiegszeiten (s. 4.) sollen Luftschiffe und Flugzeuge das Windenhaus an der Luvseite (von welcher der Wind herkommt) passieren, anderenfalls nur nach links (wenn man dem Winde den Rücken dreht) ausweichen. Freiballone sollen bei Annäherung an das Observatorium auf 200 bis 300 m Seehöhe herabgehen und in dieser Höhe 10 bis 15 km bleiben; wenn Drachen nicht zu sehen sind, nicht in die Wolken gehen!

7. Bei Kollision, wenn möglich, den dünneren Hilfsdrachendraht mit Beißzange kappen!

8. Leuchtfeuer: Während der Dunkelheit zwei Leuchtfeuer; a) „Morsefeuer“ in der Laterne des Windenhauses in 127 m Seehöhe, neun Lampen von zusammen etwa 5000 NK Lichtstärke. Signal „L“ . — . . = Lindenberg (Merkwort: Dä Lindenberg!), Punkt =  $\frac{3}{4}$  Sekunde, Strich =  $2\frac{3}{4}$  Sekunden, Zwischenraum je  $1\frac{3}{4}$  Sekunde; nach  $19\frac{3}{4}$  Sekunden wiederholt (zweimal in jeder Minute)\*. Sichtbarkeit 20 bis 30 km. b) Festes Leuchtfeuer auf dem Antennenträger der Ballonhalle in 127 m Seehöhe, 137 m nach W 33° N vom Morsefeuer. Grünliches Licht, Quecksilberdampflampe von etwa 1000 NK. Sichtbarkeit 10 bis 15 km.

---

\*) Die kleinen Abweichungen dieser Intervalle gegen die auf S. 71 beruhenden nachträglichen Abänderungen.

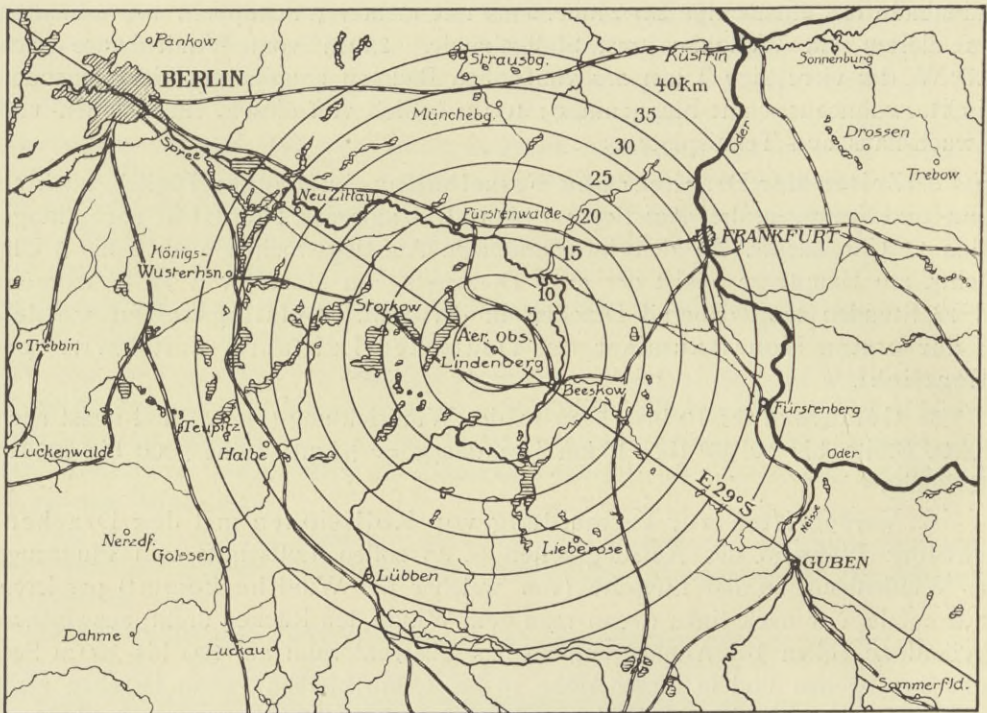
9. Kennzeichen für Nachtaufstiege: Windenhaus unter dem Morsefeuer erleuchtet, meist Scheinwerfer in der Richtung des Windes und der Drachen (Lee). Wenn Windenhaus dunkel, dann keine Drachen in der Luft.

Die beigefügte Orientierungskarte umfaßt die Sichtbarkeitszonen der Feuer von Lindenberg, in konzentrische Kreise von 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10 und 5 km eingeteilt.

Über die laufenden Kosten der beiden Leuchtfeuer gibt folgende Rechnung Auskunft.

Wenn die Feuer grundsätzlich eine Stunde nach dem Untergange angezündet und eine Stunde vor dem Aufgange der Sonne ausgelöscht werden sollen, so

Fig. 54.



Lindberger Leuchtfeuer-Zonen 1:1000000.

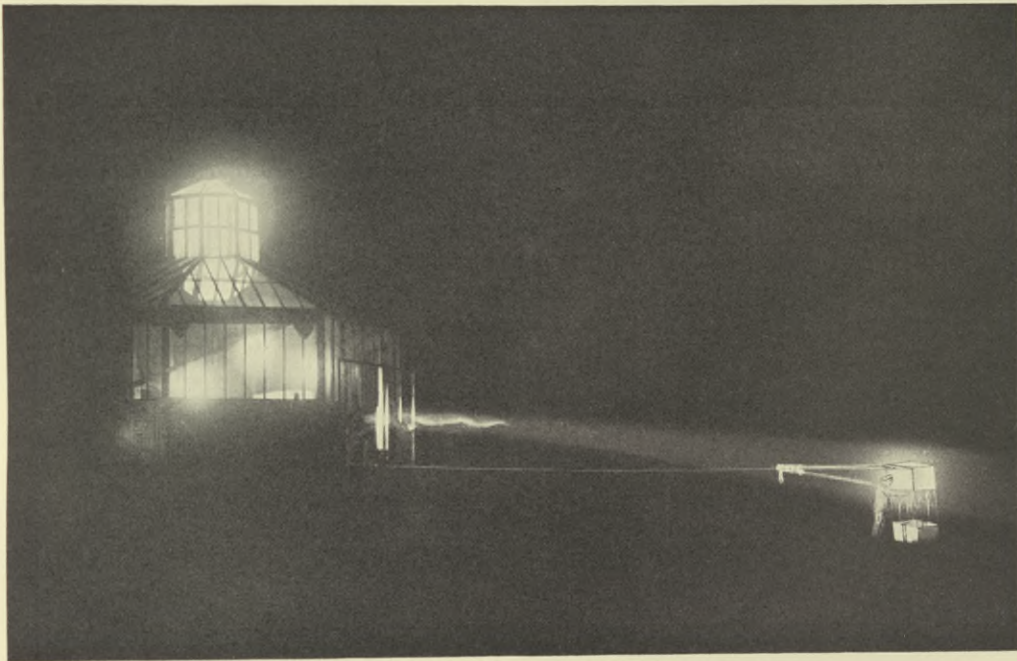
ergeben sich durchschnittlich 10 Brennstunden für den Tag. Bei jedem Signal ist der Strom dreimal  $\frac{3}{4}$  und einmal 3 Sekunden, zusammen also  $5\frac{1}{4}$  Sekunden geschlossen, in einer Minute demnach  $10\frac{1}{2}$  Sekunden oder rund ein Sechstel einer Minute. Drei 2000kerzige Halbwattlampen verbrauchen in der Stunde 3 Kilowatt, ein Sechstel davon ist 500 Watt; in 10 durchschnittlichen Brennstunden werden also 5 Kilowattstunden verbraucht, die bei dem in der Bilanz auf S. 49 festgestellten Selbstkostenpreise der Kilowattstunde von 4.81  $\text{§}$  24.05  $\text{§}$  pro Tag und 87.78  $\text{M}$  im Jahre kosten. Die Quarzlampe verbraucht  $1\frac{1}{2}$  Ampère bei 220 Volt Spannung, also 330 Watt in einer Stunde, 3.3 Kilowatt an einem Tage und 1204 im Jahre, entsprechend einem Kostenbetrage von 57.91  $\text{M}$ . Hierzu treten natürlich noch die Kosten des Lampenersatzes, der für die Quarzlampe auf etwa zwei im Jahre zum

Preise von je 40 *M* Brennerersatz und für die Halbwattlampen auf höchstens drei im Jahre von je 30 *M* zu veranschlagen ist.

Fig. 55 gibt ein Bild des Windenhauses bei Nacht mit brennendem Leuchfeuer und Scheinwerfer, mittels dessen ein zum Aufstiege bereiter Drachen beleuchtet wird. Die flammenartige Erscheinung im Strahlenkegel desselben rührt von der warmen Luft des geheizten Windenhauses her, deren Wasserdampf im Freien kondensiert und durch den Scheinwerfer beleuchtet wird.

Auf der Spitze des zentralen Stahlrohres, das im Mauerwerk unter dem Windenhaus verankert ist und als Drehungsachse desselben dient, befindet sich der Sprung-Fuesssche Anemograph, dessen registrierender Teil im Innern des Windenhauses

Fig. 55.

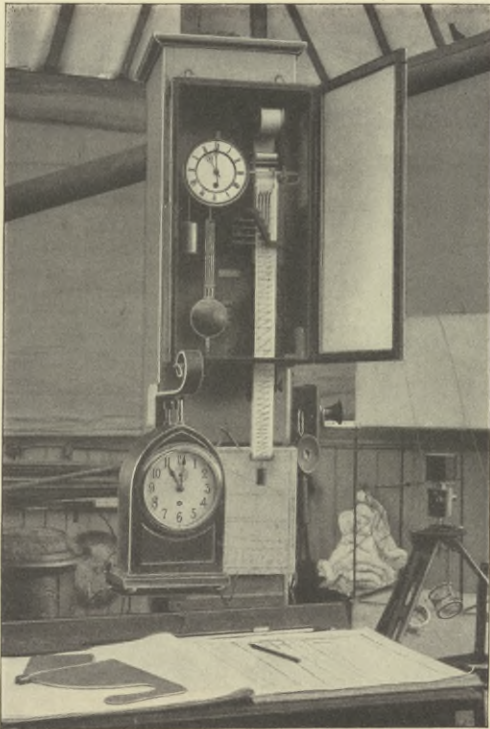


Das Leuchfeuer und der Scheinwerfer im Windenhaus.

an demselben Stahlrohre befestigt ist, wie Fig. 56 erkennen läßt. Bei jeder 144. Umdrehung des Schalenkreuzes, was einem Windwege von 500 m entspricht, wird ein elektrischer Strom geschlossen, der für einen Augenblick einen Sperrhaken öffnet, welcher die in der Figur sichtbare, mit einer Gewichtsrolle beschwerte Papierbahn festhält, sodaß sie etwa um 1 mm nach unten gleitet. Eine ebenfalls sichtbare Schreibfeder wird durch die Uhr innerhalb einer Stunde horizontal über die ganze Papierbreite von rechts nach links geführt; durch das mit jedem Stromschluß erfolgende Herabgleiten des Papiers entsteht so eine treppenförmige Kurve, deren Zacken je einem Windwege von 500 m entsprechen. Finden im Verlaufe einer Stunde viele Stromschlüsse statt, was proportional der Windgeschwindigkeit erfolgt, so wird die Kurve erheblich steiler verlaufen als bei schwachem Winde — bei Windstille wird die von der Uhr gezogene Linie überhaupt keine Unterbrechung erleiden. Sobald der Minutenzeiger der Uhr, wie es unser Bildchen (Fig. 56) zeigt, die

volle Stunde angibt, läuft die Schreibfeder schnell an die rechte Kante des Papiers zurück und markiert so die Stunde. Zählt man die zwischen zwei Stundenlinien gezeichneten Zacken und multipliziert diese Zahl mit dem Windwege von 500 m, so erhält man den gesamten Stundenwindweg; nur in dem sehr seltenen Falle, daß die Windgeschwindigkeit während dieser Zeit keine Änderung erfahren hat, wird die Kurve zu einer geradlinigen Verbindung zwischen dem Anfangs- und Endpunkte einer Stunde, anderenfalls werden die Schwankungen der Geschwindigkeit in dem Verlaufe der Kurve zum Ausdruck kommen, sobald sie eine größere Amplitude als 500 m haben. Die Windfahne des Apparates hat zwei Schleifkontakte, die auf einer in Quadranten geteilten horizontalen Metallscheibe laufen; jeder dieser

Fig. 56.



Sprung-Fuessscher Anemograph im Windenhaus.

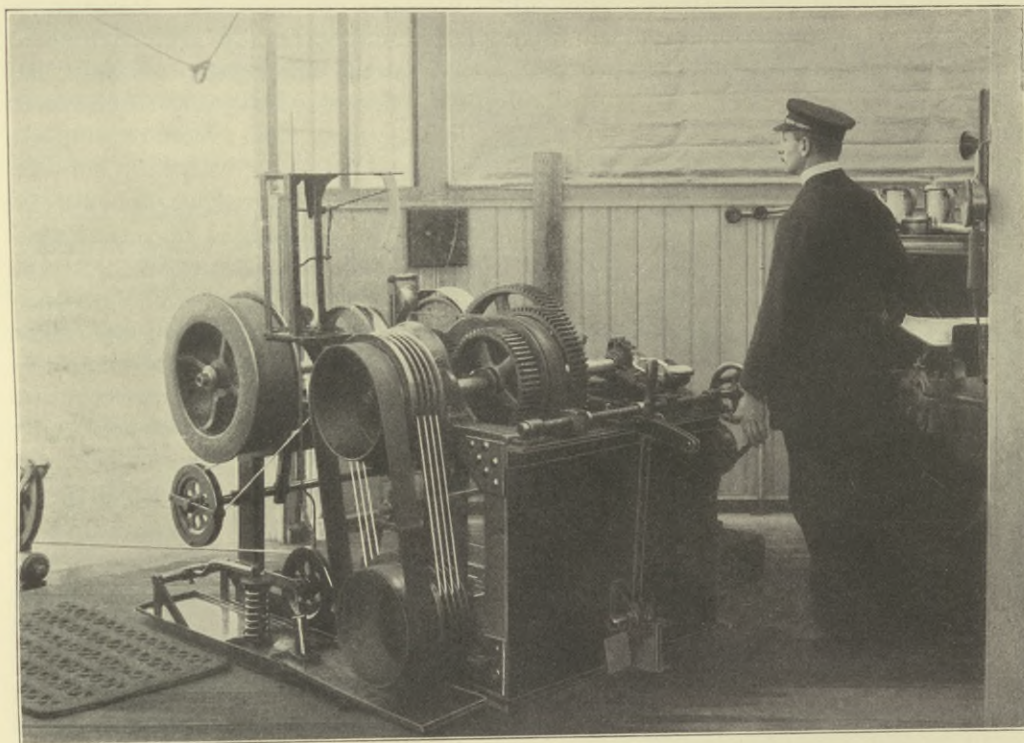
von den anderen isolierten Quadranten ist mit einem kleinen Elektromotor verbunden, der eine der vier in der Figur sichtbaren Schreibfedern einen kleinen Seitenausschlag von 3 mm machen läßt, sobald ein Stromimpuls erfolgt. Das erfolgt durch den 500 m-Windwegkontakt, dessen Strom durch denjenigen Quadranten verläuft, über dem die Windfahne steht. Berühren die beiden Schleifkontakte zwei Quadranten, dann werden die beiden zugehörigen Federn bewegt, sodaß der Apparat acht Windrichtungen aufzeichnet. Die ununterbrochene Ingangerhaltung dieses schönen Apparates macht insofern nicht geringe Schwierigkeiten, als bei starkem Winde die Windenhausachse, an der er befestigt ist, in starke Erschütterungen gerät. Die Federn entsprechen den Richtungen Nord, Ost, Süd und West; bei Nordwestwind schreiben demnach die beiden äußersten Federn, die Nord- und die Westfeder. Dem Zwecke einer augenblicklichen Feststellung der Windgeschwindigkeit ge-

nügt es, wenn man die zwischen zwei Kontakten verstrichene Zeit mit der Sekundenuhr mißt und den Windweg von 500 m durch die Anzahl der Sekunden dividiert.

Um gleich bei der Erläuterung des Bildchens (Fig. 56) zu bleiben, sei noch auf folgendes hingewiesen. Unter dem Anemographen ist eine Uhr sichtbar, die dazu dient, mittels des nach zwei 2.7 km entfernten Theodolit-Stationen führenden Fernsprechers jede halbe Minute ein aus fünf Tönen bestehendes Zeitsignal zu geben. Näheres wird hierüber bei der Beschreibung der Pilotaufstiege gegeben werden. Außer einem Hausteleskop ist noch ein Apparat zur Ermittlung des Gehaltes der Atmosphäre an radioaktiven Zerfallsprodukten, auf einem Stativ montiert, ein Ofen und die mit dem Aufstiegsjournal bedeckte Platte des Drehscheiben-Windwerks zu bemerken; auf dem Journale liegt ein Senkelquadrant zur Bestimmung der Winkelhöhen der Drachen oder Ballone.

Der wichtigste Teil des Windenhauses besteht in der großen Drachen- und Ballonwinde, wie sie in Fig. 57 abgebildet ist. Diese Winde stellt gewissermaßen den „Status praesens“ eines in fortgesetztem Umbau befindlichen Apparates dar; die jetzige Winde entspricht durchaus allen an sie zu stellenden Anforderungen, dürfte jedoch keineswegs geeignet sein, um als Muster für einen Neubau zu dienen, da sich manche ihrer Einrichtungen unbedingt in einfacherer und zweckmäßigerer Form herstellen lassen dürften. Als ein Muster dieser Art würde die auf S. 24 beschriebene und in der Fig. 12 abgebildete Automobildrachenwinde gelten können. Es sollen deshalb nur die Hauptkonstruktionsteile der jetzigen Winde besprochen werden.

Fig. 57.

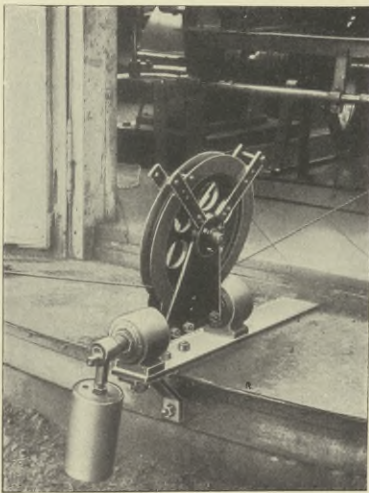


Die große Drachenwinde.

Auf einer starken, aus Gußstahl hergestellten Trommel ist der Drachendraht in einer Länge von 18000 bis 20000 m aufgewickelt, und zwar der stärkste von 0.9 mm Durchmesser zu unterst in einer Länge von 4000 bis 5000 m, danach 8000 bis 9000 m von 0.8 mm, 3000 bis 4000 m von 0.7 mm und 2000 bis 3000 m von 0.6 mm Stärke. In der Fig. 57 erscheint diese Trommel in der Mitte an der linken Seite. Vom unteren Teile der Trommel verläuft der Draht zunächst nach der unter ihr sichtbaren Führungsrolle, die an einer horizontal verschiebbaren runden Stahlstange sitzt, deren Seitenbewegung durch einen in der Figur nicht sichtbaren herzförmigen Exzenter betätigt wird, der an einer vertikalen Welle sitzt, die mittels zweier Zahnräder bewegt wird; die Differenz des kleinsten und des größten Radius des Exzenters ist gleich der Breite der Drahttrommel. Auf diese Weise wird die Führungsrolle quer über die Breite der Drahttrommel hin und her geführt, sodaß

der sich auf- oder abwickelnde Draht stets senkrecht nach oder von der Rolle verläuft und sich demgemäß stets vollkommen gleichmäßig verteilt. Die verschiedenen Drahtstärken werden durch das schon erwähnte Vorhandensein zweier Zahnräder berücksichtigt. Von der Führungsrolle, die durch Schutzbacken gegen das Herausspringen des spröden Drahtes gesichert ist, tritt der Draht auf die obere der beiden Zugaufnahmerollen über, die er in vier tiefen Rinnen passiert; sie haben den Zweck, den vom Winde auf die Drachen und unmittelbar auf den Draht ausgeübten Zug so weit abzuschwächen, daß er der Drahttrommel nicht gefährlich werden kann; wenn der Draht nämlich unter starkem Zuge eingeholt wird, so summieren sich mit jeder neuen Lage die hierbei auf die Trommel ausgeübten Drucke; außerdem wird noch durch das Zwischendrängen des oberen Drahtes zwischen den der unteren Lage ein außerordentlich starker Seitendruck erzeugt, der zu einem Auseinanderreißen der starken Gußstahltrommel führen kann und ohne die Druckaufnahmerollen auch schon oft genug geführt hat. Es sei darauf aufmerksam gemacht, daß

Fig. 58.

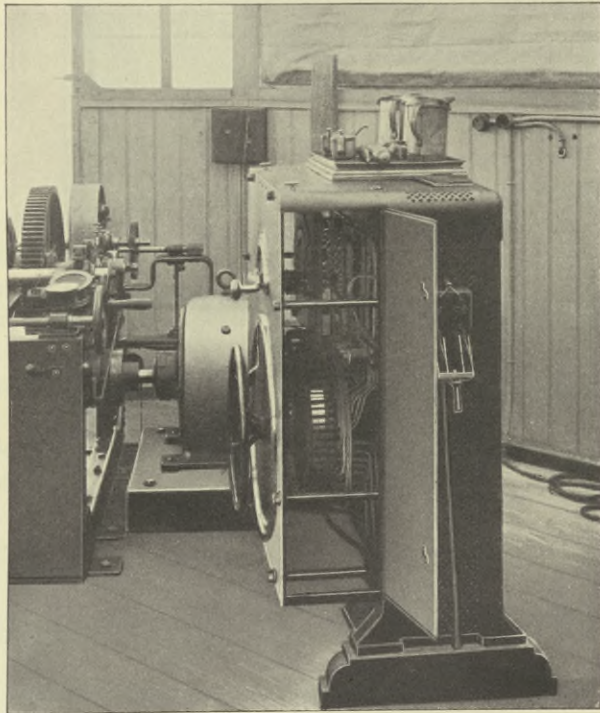


Die Azimutrolle der großen Drachenwinde.

in der Reproduktion die Drähte durch Kontrast etwas zu dick geraten sind. Von der unteren Rolle verläuft der Draht unter etwa  $45^\circ$  aufwärts nach einer in vertikalem Sinne beweglichen Rolle, die, am Ende eines einarmigen Hebels sitzend, eine starke Spiralfeder zusammendrückt, wenn der Draht einen Zug erfährt; die Bewegung wird durch eine Stange nach oben auf einen Zeiger übertragen, der den Betrag des Zuges in Kilogrammen angibt. Um die Vibrationen der Feder zu dämpfen, ist eine Ölbremse angebracht. Vom oberen Rande der Rolle verläuft der Draht nach der an der äußeren Plattform des Windenhauses befindlichen sogenannten „Azimutrolle“, die in der Fig. 57 noch eben zu sehen, in Fig. 58 aber genauer dargestellt ist (siehe auch Fig. 52). Die Backen dieser Rolle sind an einer horizontal liegenden beweglichen Achse befestigt, die an ihrem freien Ende ein Gewicht von der gleichen Schwere wie die Rolle trägt, sodaß die letztere stets im Gleichgewichte ist; starke Schutzbacken verhindern ein Herausspringen des Drahtes bei nachlassendem Zuge. Die Rolle folgt deshalb allen Änderungen des Azimuts der Drachen, woher ihr Name. Bei größeren Seitenschwankungen der Drachen oder Fesselballone muß indes das Windenhaus mittels des auf Fig. 56 unter der Uhr befindlichen Kurbelwerkes entsprechend gedreht werden. Durch eine starke Bandbremse, von der auf der Figur wegen des tiefen Schattens nur der Handhebel zu sehen ist, kann man das ganze Ablaufsystem des Drahtes festhalten und es mittels einer Klemmschraube feststellen. Die obere Zugaufnahmerolle ist mit mehreren starken Zahnrädern auf derselben Welle montiert, die in andere Zahnräder einer zweiten Welle eingreifen, welche mittels eines Vorgeleges mit der Welle eines zehnpferdigen Gleichstrom-Nebenschluß-Elektromotors in Verbindung stehen; diese Welle ist mit dem Motor durch eine elastische Heuerkuppelung verbunden, wie Fig. 59 erkennen läßt. Die Übertragung der einen Welle auf die andere ist eine doppelte, die entweder im Verhältnis von 1:1 oder von 1:4 erfolgen kann, je nachdem man die eine oder die andere konische

Reibungskuppelung einschaltet. Das Handrad, vor dem in der Figur der Ballongehilfe steht, betätigt die Übersetzung; dessen linke Hand befindet sich am Handgriffe der Trommelbremse. Die Trommel selbst wird durch eine Riemenübertragung mitgenommen, die aber, da ihr Durchmesser infolge des Auf- oder Abwickelns des Drahtes ein veränderlicher ist, keine zwangsläufige, sondern eine gleitende sein muß. Der Umfang der Hauptrolle beträgt genau 1 m, sodaß ein mit ihr durch einen Schnurlauf verbundener Zähler die abgelaufene Drahtlänge in Metern anzeigt; ein Morellsches Tachometer gibt die Geschwindigkeit des Auslassens oder Einholens des Drahtes an; diese kann von 0.1 bis 7.0 Sekundenmeter variiert werden. Für die ziemlich komplizierte Betätigung der Winde ist ein besonderer Anlasser von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft, welche die gesamten Installationen des Observatoriums in unübertrefflicher Weise ausgeführt hat, konstruiert worden, der in der Fig. 59 dargestellt ist. Er ermöglicht, was für die Drachentechnik von ganz besonderer Bedeutung ist, den ganz allmählichen Übergang von einer Geschwindigkeit in die andere durch die Einschaltung von Widerständen, deren Effekt noch durch eine Feldschwächung vergrößert wird. Mittels des in dem Bilde in der Seitenansicht wiedergegebenen Handrades kommen 36 Kontakte zur allmählichen Einschaltung; über demselben ist der Feldschwächer zu erkennen. Der Anlasser ermöglicht das Rückwärtslaufen des Motors und dessen elektrische Bremsung. Der elektrische Teil der Drachenwinde dürfte die zurzeit erreichbare höchste Vollkommenheit und Zweckmäßigkeit darstellen. Die Winde ist gegen den Erdboden elektrisch isoliert, während die Azimutrolle, wie schon auf S. 70 erwähnt, gut geerdet ist; da auch alle Handgriffe mit schlechten Leitern bekleidet sind, bleibt der die Winde Bedienende auch bei den heftigsten Blitzschlägen in den Drachendraht ungefährdet.

Fig. 59.



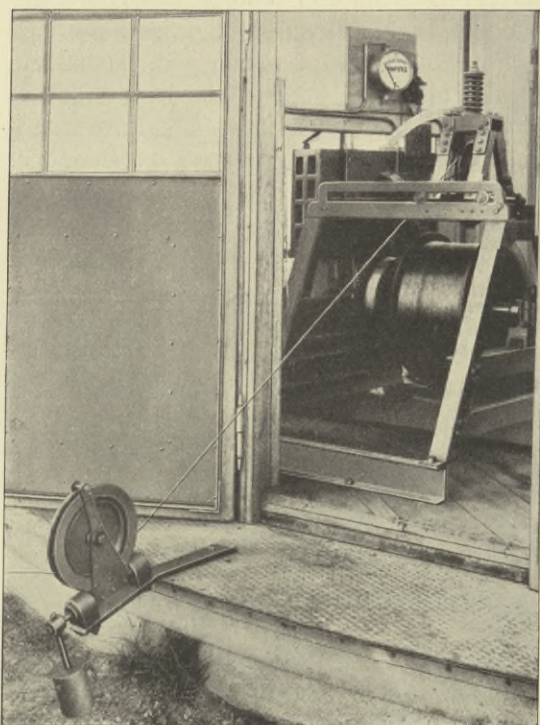
Anlasser der Drachenwinde.

Seit etwa einem Jahre ist außer der Hauptwinde noch eine einfachere Reservewinde aufgestellt worden, die aus einer von Herrn Dr. Kurt Wegener während der Zeit seines Aufenthaltes am Lindenberger Observatorium für die Zwecke der Mailänder Ausstellung hergestellten, aber nicht zur Vorführung gelangten Konstruktion durch weitgehenden Umbau bei der Firma Eulitz hervorgegangen ist; sie ist auf der der Hauptwinde gegenüberliegenden Seite des Windenhauses aufgestellt und besitzt, wie Fig. 60 zeigt, eine eigene einfachere Azimutrolle. Sie dient



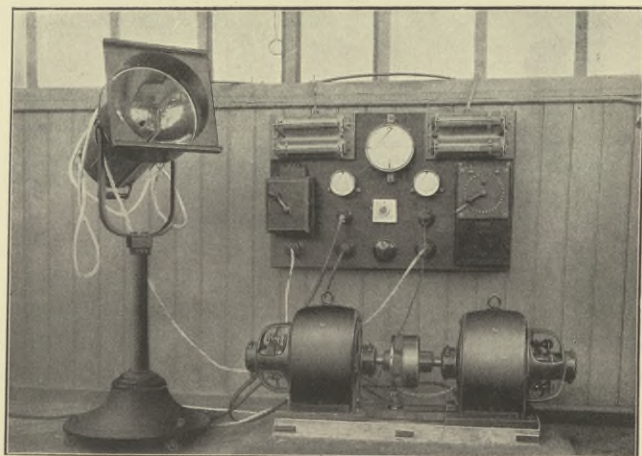
in den nicht seltenen Zeiten der Reparatur der Hauptwinde für die Aufstiege, wird aber sonst meist für das Durchprüfen und Aufwickeln neuen Drahtes auf die Vorrattrommel verwandt. Sie hat, um die komplizierten Zugaufnahmevorrichtungen zu vermeiden, eine sehr breite Vorrattrommel, sodaß infolge der geringeren Anzahl von Lagen des Drahtes der durch diese erzeugte gefährliche Seitendruck vermindert wird.

Fig. 60.



Reserve-Drachenwinde.

Fig. 61.



Scheinwerfer mit Umformer.

eiserne Leiter zur Ersteigung der Laterne, in der das Leuchtfeuer eingerichtet ist; sie dient auch dazu, das Anemometer zu revidieren, zu welchem Zwecke eine etwas mühsame Besteigung des Laternendaches vorgenommen werden muß. Um

Für die Ausführung der seit dem Mai 1913 obligatorischen Nachtaufstiege dient ein in zwei Exemplaren vorhandener Scheinwerfer für 36 Ampère; um bei der Spannung der Scheinwerfer-Bogenlampen von 55 Volt die Spannung des Observatoriums von 220 Volt nicht in unwirtschaftlicher Weise ungenutzt zu lassen, ist ein kleiner Umformer aufgestellt worden, der, wie Fig. 61 zeigt, in einfachster Weise auf einem starken Brette montiert ist; durch die Umformung auf 55 Volt gewinnt man unter Abrechnung der Umformungsverluste die dreifache Ampèrezahl, sodaß statt der der Lichtstärke entsprechenden 36 Ampère nur 12 gebraucht werden.

Der Scheinwerfer ist vornehmlich zur Beleuchtung der Drachen bei dem Aufsteigen und Einholen nötig, während er nur bei ganz klarer Luft eine Beobachtung derselben in größeren Höhen gestattet. Außerdem dient er dazu, den Ablauf des Drachen- oder Ballondrahtes kontrollieren zu können.

Neben der festen stählernen Achse des Windenhauses befindet sich eine zusammenklappbare

dieses Instrument zu justieren, wird ein geprüftes Recknagelsches Anemometer an einer aus Stahlröhren hergestellten Rute von gleicher Höhe als das Schalenkreuz außen am Windenhouse befestigt und längere Zeit verglichen, wobei die elektrischen Kontakte auf der Papierrolle eines Fuessschen Chronographen aufgezeichnet werden.

Zur Registrierung des Luftdruckes und der Temperatur sowie der relativen Feuchtigkeit dient ein älterer vom Verfasser vor 25 Jahren konstruierter Aspirationsmeteorograph, wie er seinerzeit für die Berliner Uraniasäulen konstruiert worden war (Fig. 62). Er ist an der „Luvseite“ des Windenhauses angebracht, die, da dieses stets, wenigstens während der Aufstiege, in die Windrichtung gedreht wird, eine in bezug auf das Windenhaus unveränderliche Lage hat. Durch ein knieförmig gebogenes Rohr, das

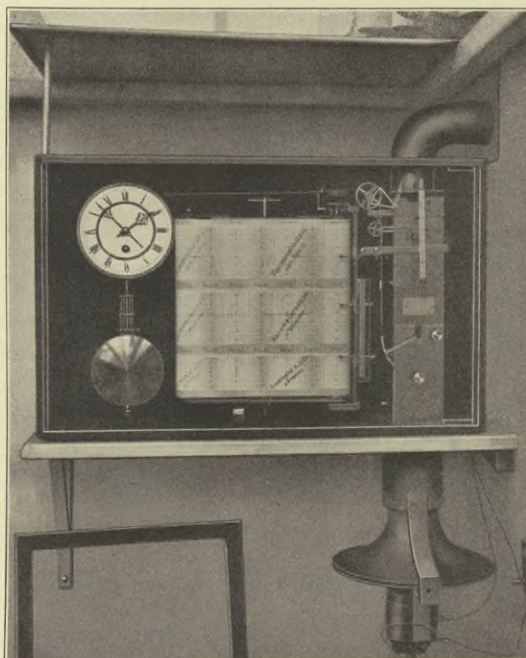
den Eintritt von Sonnenstrahlung verhindert, wird die äußere Luft mittels eines kleinen, permanent laufenden Elektromotors im Betrage von 7 Litern in der Sekunde angesogen und umspült die Aneroiddosen, das mit Alkohol gefüllte Bourdonthermometer und ein Bündel von Hygrometerhaaren. Die Registrierung erfolgt durch Schreibfedern, die an feinen Stahlketten hängen und deshalb in geradlinigen Koordinaten. Die geschlossene Papierbahn reicht für eine Woche aus. Die Schwierigkeiten der Aufstellung, bei der es sich nicht vermeiden läßt, daß in den Zeiten zwischen den Aufstiegen, sowie bei Windstille und einer Stellung des Windenhauses, die eine Besonnung der Luftentnahmestelle gestattet, abnorm erwärmte Luft angesogen wird, machen eine Gewinnung streng korrekter Temperaturwerte unmöglich,

weshalb der Apparat nur zur Feststellung des Ganges der Temperatur und Feuchtigkeit vornehmlich während der Aufstiege dient, wobei die vor, während und nach allen Aufstiegen am Aspirationspsychrometer abgelesenen zahlreichen Ablesungen zur Korrektur verwandt werden.

Einige graphische Hilfsmittel, wie ein gezeichnetes Panorama der sichtbaren Umgegend mit eingetragenen Azimuten, Tafeln zur Einzeichnung der Drahtlängen, Drachen u. a. m., sowie allerhand noch später zu beschreibende Hilfsapparate sind an den Wänden oder in den Kästen verschiedener Schränke untergebracht, darunter auch mehrere Theodolite zur Verfolgung von Pilotballonen, sowie eine Einrichtung zur dauernden Kontrolle des Ganges der Uhren der Registrierapparate.

Neben dem Windenhouse befindet sich eine kleine Flügelpumpe, die es ermöglicht, aus dem Wasserreservoir Wasser zu entnehmen, was für die Reinigung des Hauses oder auch bei etwaiger Feuersgefahr vonnöten ist. Eine in der Nähe

Fig. 62.



Aspirationsmeteorograph nach Assmann,  
konstruiert von R. Fuess.

unterirdische, in weiterer Entfernung frei gespannte Fernsprechleitung nach den beiden 2700 m entfernten Theodolitstationen nimmt ihren Ausgang vom Windenhaus; an der nördlichen Grenze des Geländes ist der Zaun für die isolierte Befestigung der Drähte benutzt. An drei Stellen in der Nähe des Windenhauses sind dreieckige ebene Betonplatten zur festen Aufstellung von Theodoliten oder anderen Apparaten in den Erdboden eingelegt.

Da das Windenhaus nicht den erforderlichen Platz zur Unterbringung einer größeren Anzahl von Drachen gewährt, sind in etwa 50 m Entfernung nordwestlich

Fig. 63.



Drachenstall.

Fig. 64.



Altes Windenhaus.

und südlich von ihm zwei „Drachentälle“ aufgebaut, wie sie Fig. 63 zeigt (Nr. 9 und 10 des Lageplanes); sie sind, um die Arbeiten mit den Drähten nicht zu behindern, an den Abhängen derartig aufgestellt, daß sie an der Bergseite etwa nur 1 m über das Gelände hervorragen. In jedem von ihnen können 10 bis 12 große Drachen aufbewahrt werden, die zur sofortigen Verwendung im Windenhaus bereit stehen.

Auf der zweiten Haupterhebung des Geländes (bei Nr. 8 des Lageplanes), 350 m östlich vom Windenhaus, befindet sich ein mit Fenstern und einer Plattform versehenes altes Windenhaus, ein Holzbau (Fig. 64), der mit „Panzerplatten“, d. h. mit alten Zinkblechplatten bekleidet ist, die, wie der ganze Schuppen, ein Überbleibsel des alten Reinickendorfer Windenhauses sind. Sein ursprünglicher Zweck war, als zweites Windenhaus zu Parallelaufstiegen zu dienen, weshalb auch ein starkes elektrisches Kabel nach ihm hingeführt und bisher eine Winde in ihm aufgestellt worden war. Wie so manches andere, hat sich dieser Plan, abgesehen von einigen Vorversuchen, nicht in die Tat umsetzen lassen; es dient daher nur noch der Aufstellung eines Winddruckapparates, der auf dem flachen Dache montiert ist. Es ist

das der in Fig. 65 abgebildete Apparat „Windsbraut“, der diesen poetischen Namen in der vor 8 Jahren von der Deutschen Seewarte ausgeschriebenen Preisbewerbung als Kennwort erhalten hatte. Er ist vom Ingenieur Strauss in Frankfurt a. M. konstruiert worden und hat auch einen Preis in der Konkurrenz erhalten. Er hat den Zweck, den Luftwiderstand verschieden geformter Körper zu messen und zu registrieren, die an einer Parallelverschiebung dem Winde entgegengestellt werden; der Winddruck wird durch je eine Spiralfeder aufgenommen, deren Stand auf Trommeln aufgezeichnet wird. Das Funktionieren des an sich zweckmäßig konstruierten

Apparates wird besonders durch die unsichere Einstellung der viel zu labilen Windfahne beeinflusst, deren Schwankungen die hauptsächlichste Voraussetzung vergleichbarer Werte, die unveränderte Exposition in bezug auf die Windrichtung, beeinflusst, sowie durch die bei den pulsatorischen Schwankungen der Windgeschwindigkeit eintretenden Eigenbewegungen der zu untersuchenden Körper selbst und der Übertragungsorgane, die unbedingt einer Dämpfung bedürften. Der Apparat hat deshalb die an ihn seinerzeit geknüpften Erwartungen nicht erfüllt.

Fig. 66 gibt ein Bild der etwa 100 m nach ENE aufgestellten Drehkuppel zur Unterbringung eines der drei vorhandenen Bambergischen Theodoliten; die Bezeichnung der Lage derselben auf dem Plane ist leider unterlassen worden. Diese Stelle ist aus dem Grunde gewählt worden, weil sie gestattet, sowohl die zweite Station auf dem in gleicher Höhe gelegenen Hügel bei Emilienthal, als auch die dritte Station bei der auf den Karten Fig. 7 und 8 mit „Sch“ bezeichneten, ebenfalls 2.7 km entfernten Herzberger Feldscheune zu sehen. Diese beiden Stationen sind ebenfalls 2.7 km voneinander entfernt, können sich aber gegenseitig nicht sehen. Die Drehkuppel entstammt einer alten Privatsternwarte in Cöln und ist durch die dankenswerte Vermittlung des Herrn Prof. Dr. Hermann J. Klein in Cöln beschafft worden; sie eignet sich, nachdem sie um 1 m niedriger gemacht worden ist, für ihren Zweck gut. In ihr mündet, wie bei den übrigen Stationen, die Fernsprechlinie vom Windenhouse, welche die Zeitsignale übermittelt. Die Sicherheit der Beobachtungen bei windigem Wetter wird durch den Schutz des Instrumentes gegen die Winderschütterungen erheblich erhöht, weshalb auch die beiden anderen Stationen, wenn auch in etwas primitiverer Weise, gegen den Wind geschützt sind.

In Anbetracht der nicht unerheblichen Kosten einer Drehkuppel mußten für die beiden Nebenstationen einfachere Einrichtungen getroffen werden, die, da sie vielleicht einmal als Vorbild dienen könnten, kurz beschrieben seien. Wie Fig. 67 und 68 zeigen, hat das Häuschen einen sechseckigen Grundriß, dessen Boden

Fig. 65.



Der Winddruck-Registrierapparat auf dem alten Windenhouse.

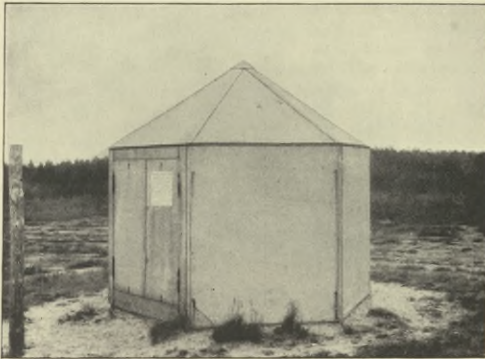
Fig. 66.



Drehkuppel für den großen Bambergischen Theodoliten.

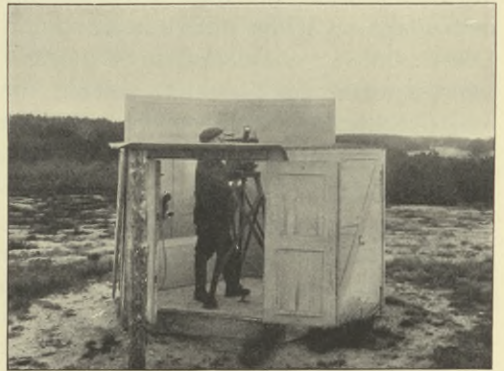
durch eine Betonplatte gebildet wird; die Seitenwände sind nur 1.5 m hoch, um auch kleineren Beobachtern den Horizont wahrnehmbar zu machen. An den sechs Seitenwänden von 1.4 m Breite sind mittels starker Scharniere dreieckige Dachplatten befestigt, die zusammengelegt das Dach schließen. Eine Schutzkappe über der Spitze und Blechstreifen über den Seitenkanten der Bretter verhindern das Eindringen von Niederschlägen; an der dem Windenhaus zugewandten Seite befindet sich eine Doppeltür, die nach außen schlägt, wie das auf Fig. 68 zu erkennen ist. Das Häuschen wird in der Weise geöffnet, daß zunächst die Tür aufgesperrt und die ihr entsprechende Dachklappe aufgeklappt und auf einen zu diesem Zwecke angebrachten Pfahl gelegt wird, wonach die übrigen fünf Dachteile ebenfalls aufgeklappt, aber an den Außenseiten heruntergelegt werden; auf diese Weise ist der Horizont nach allen Seiten frei. Als Schutz gegen den Wind werden zwei oder drei der nach der Luvseite gelegenen inneren Holzplatten, die an allen Seiten, in Scharnieren hängend, angebracht sind, aufgerichtet und mit Haken aneinander befestigt. Ein neben dem Häuschen stehender Mast leitet den Telephondraht in

Fig. 67.



Trigonometrische Station bei Emilienthal,  
2.7 km NNE vom Windenhaus; Höhe 122 m  
über NN.

Fig. 68.



Trigonometrische Station bei Emilienthal,  
geöffnet,  
Theodolit Bamberg.

dasselbe, ein „furchterregendes“ Plakat macht auf die Folgen einer Berührung des „mit dem Starkstrom des Observatoriums in Verbindung stehenden Hauses und eines Versuches, es zu öffnen“, aufmerksam, was auch bis jetzt die erwünschte Wirkung getan hat, obwohl wenigstens das bei der Feldscheune liegende Häuschen völlig unbeaufsichtigt ist, und zerstörungsfreudige Streifzüge der halberwachsenen Herzberger Jungen unter die beliebtesten Volksbelustigungen gehören. Daß nicht eine Respektierung des idealen Wertes derartiger Einrichtungen die Veranlassung zu dieser erfreulichen Schonung gibt, geht daraus hervor, daß sich der zu den Stationen führende blanke Siliziumbronzedraht keineswegs desselben Vorzuges erfreut, indem er mit großer Vorliebe seitens der genannten Interessenten herabgerissen und für „edlere“ Zwecke verwendet wird, was eine so große Unsicherheit des Funktionierens des Fernsprechers zur Folge hat, daß er fast vor jeder Benutzung erst revidiert und meist repariert werden muß. Trotz vieler Versuche, die Übeltäter in flagranti zu ertappen, hat das noch nicht gelingen wollen, ebensowenig den Bewohnern des Gutes und des Dorfes Herzberg, obwohl diese, welche eine Entschädigung von mehreren hundert Mark für die Erlaubnis zur Auf-

stellung der Telephonstangen auf ihren Wegen erhalten, ein gewisses Interesse an der Sache haben sollten. Es wird deshalb nichts weiter übrig bleiben, als die Signale auf funkentelegraphischem Wege zu geben, was die Beseitigung der Stangen und damit die Ersparung der Erlaubnisgebühr zur Folge haben würde. Ein von der Firma Dr. Erich F. Huth ausgearbeiteter Konstruktionsplan läßt diesen Ausweg als durchaus empfehlenswert erscheinen. Glücklicherweise gehört die Elektrotechnik noch nicht zum Lehrplane der Dorfschulen, sonst würden die Herzberger „Drahtfreunde“ aus der Ungefährlichkeit einer Berührung des Drahtes bald den weiteren Schluß eines gleichen Verhaltens des Stationshäuschens ziehen. In diesem besonderen Falle muß ich mich deshalb, entgegen meinen sonstigen Ansichten, aus fiskalischen Gründen gegen eine weitere Ausdehnung der Volksbildung aussprechen.

Die dritte Theodolitstation an der Feldscheune ist noch primitiver hergerichtet: ein großes, ursprünglich für die Einrichtung eines Reingasbehälters bestimmtes Faß von 2 m Höhe und  $1\frac{1}{2}$  m Durchmesser erhielt eine Seitentür und einen als Dach auflegbaren verschiebbaren Deckel, der mit übergreifendem Rande den Eintritt von Niederschlägen verhindert; das Abnehmen und Wiederauflegen des Daches ist allerdings etwas mühsam, sonst erfüllt aber dieses „Heidelberger Faß“ seinen Zweck ebensogut wie sein berühmtes Vorbild.

---

## Der Dienst am Observatorium.

### Personal.

Das wissenschaftliche Personal des Observatoriums setzt sich zusammen aus einem Direktor, drei Observatoren und zwei Wissenschaftlichen Hilfsarbeitern; das Bureau besteht aus einem Sekretär und einem Kanzlisten: der Direktor, die Observatoren, die Bureaubeamten, ferner der erste Mechaniker sind etatsmäßige Beamte. Die Wissenschaftlichen Hilfsarbeiter sind remunerierte, vom Minister für die Dauer eines Jahres angestellte vereidete Beamte. Die Mitglieder des technischen Personals sind „Angestellte“, von denen die verheirateten auf vierteljährige, die ledigen auf sechswöchentliche Kündigung durch den Direktor angenommen worden sind. Sie setzen sich zusammen aus einem Maschinenmeister, einem zweiten Maschinisten, einem zweiten Mechaniker und dem Drachentischler; ferner aus dem Aufstiegspersonal, bestehend aus einem Ballonaufseher, einem Ballonobergehilfen, zwei Ballongehilfen und zwei Ballonuntergehilfen. Außerdem sind noch angestellt ein Materialenverwalter, ein Kutscher und ein Bote. Im Tagelohn beschäftigt werden noch ein Tischler beim Drachenbau und zwei Arbeiter für Gelände- und Gartenarbeiten.

Bei dem mit dem Observatorium verbundenen „Warnungsdienste für Luftfahrer“ sind je auf ein Jahr angestellt ein Wissenschaftlicher Leiter und ein Assistent, ferner zwei Telegraphisten und Gehilfen; letztere sind auch Funkentelegraphisten.

Die etatsmäßigen Beamten haben eine Dienstwohnung mit Ausnahme des ledigen zweiten Observators, der den Wohnungsgeldzuschuß seiner Stelle erhält und für eine ihm im Bureaugebäude überlassene zweizimmerige Junggesellenwohnung Miete bezahlt, sowie des dritten Observators, der in einem an der Chaussee nach Lindenberg neu erbauten Privathause eine Familienwohnung inne hat und Wohnungsgeldzuschuß erhält. Sämtliche Angestellte haben freie Wohnung mit Ausnahme des Materialenverwalters, der ein eigenes Haus in der Nähe besitzt. Die Wissenschaftlichen Hilfsarbeiter und die Wissenschaftlichen Warnungsdienstbeamten haben zwei bzw. ein möbliertes Dienstzimmer im Bureaugebäude, für das sie eine kleine Mietsentschädigung zahlen. Sämtliche Wohnungen mit Ausnahme des Observatorwohnhauses und des Gehilfenwohnhauses sind mit Niederdruckdampfheizung versehen, alle mit elektrischem Licht und Wasserleitung, für deren Benutzung ein nach den Wohnungsgrößen abgestufter Zins erhoben wird. Die im Tagelohn beschäftigten Arbeiter wohnen außerhalb des Observatoriums.

Das Observatorium mit 52 in ihm wohnenden Personen bildet einen eigenen Gutsbezirk „Lindenberg Observatorium“; der Gutsvorsteher ist nominell der Staatsfiskus, vertreten durch den Direktor, dessen Stellvertreter der Bureausekretär ist.

Das Observatorium ist eingepfarrt und eingeschult im Dorfe Herzberg; die von ihm für die dortige Sozietätsschule zu leistenden Beiträge sind außerordentlich hoch, werden aber — glücklicherweise — auf Grund des Schulunterhaltungsgesetzes durch den „Besitzer“, d. h. in diesem Falle durch den Staatsfiskus gezahlt.

### Der Dienstbetrieb.

Die Aufgaben des Observatoriums sind in erster Linie wissenschaftliche, auf die Erforschung der physikalischen Verhältnisse und Vorgänge in den höheren Luftschichten gerichtete. Auf Grund des im Verlaufe von 12 Jahren außerordentlich reichhaltig gewordenen Beobachtungsmaterials wurde im Jahre 1912 der Versuch gemacht, praktische Nutzenanwendungen im Interesse der Wetterprognose und besonders der Luftfahrt aus ihm zu ziehen; die verhältnismäßig guten Erfolge dieses Versuches haben zur Einrichtung eines Dienstes auf breiter Basis geführt, über den an anderer Stelle ausführlich berichtet werden wird. Außer diesem rein aerologischen Programm werden noch Beobachtungen über die Bewölkung, die Dynamik und Struktur des Windes, über den Staubgehalt der Luft, über Luftelektrizität, besonders über die radioaktiven Zerfallsprodukte, über die Wärme-Ein- und -Ausstrahlung, sowie über die Polarisation des Himmelslichtes ausgeführt. Außerdem ist natürlich das Observatorium eine meteorologische Station I. Ordnung und berichtet als solche regelmäßig an das Königl. Meteorologische Institut in Berlin. Alle diese Arbeiten sollen im folgenden einer knappen Darstellung und Beschreibung der bei ihnen benutzten Apparate unterzogen werden, vornehmlich natürlich die dem engeren Programm entsprechenden aerologischen Probleme.

Die Erforschung der „freien“ Atmosphäre, so genannt zum Unterschiede der auf Berggipfeln oder hohen Bauwerken, z. B. dem Eiffelturm, angestellten, geschieht unter Verwendung folgender aeronautischen Hilfsmittel: Freiballon, Drachen, Fesselballon, Registrier- oder Sondierballon und Pilotballon.

### Beobachtungen im Freiballone.

Die Benutzung des Freiballons zu meteorologischen Beobachtungen in der freien Atmosphäre, welche in der Jugendzeit der Aerologie die einzige brauchbare Methode darstellte, ist durch die im Jahre 1896 von Rotch in Amerika entwickelte Verwendung von Drachen zum Emporheben selbstschreibender Apparate zum größten Teile ersetzt worden und findet zurzeit nahezu ausschließlich für besondere Zwecke statt, die der persönlichen Augenbeobachtung bedürfen. Als solche kommen bei dem Observatorium vornehmlich Beobachtungen der Luftelektrizität, der Sonnenstrahlung und des Staubgehaltes der Luft, gelegentlich solche über Vertikalbewegungen der Luft, oder, wie bei dem Vorübergange des Halleyschen Kometen im Mai 1910, die Entnahme von Luftproben aus großen Höhen in Betracht. Mehr aeronautischen Aufgaben entsprechen Freifahrten zur praktischen Erprobung einer astronomischen Ortsbestimmung mittels des nach dem Vorschlage von Prof. Marcuse hierzu benutzten Butenschönschen Libellenquadranten. Ferner kommen noch physiologische Experimente in Frage, welche sowohl im allgemeinwissenschaftlichen Interesse, als auch im Dienste einer Hygiene der Luftfahrer vorgenommen werden.



Da das Observatorium über die für Freifahrten erforderliche Gasmenge nicht verfügt, haben die Aufstiege von anderen Orten aus stattgefunden. In einigen Fällen unterstützte auch das Observatorium auswärtige, ihm durch ihre Arbeiten näher stehende Gelehrte durch ihre Beteiligung an Observatoriumsfahrten oder durch die Gewährung von Apparaten und Geldmitteln zur Vornahme wertvoller selbständiger Aufstiege.

Über die vom Verfasser zuerst angegebenen und in die Praxis der gesamten wissenschaftlichen Luftfahrt eingeführten meteorologischen Beobachtungsmethoden ist an vielen anderen Stellen so eingehend berichtet worden, daß hier von einer Beschreibung abgesehen werden kann: man vergleiche die entsprechenden Kapitel in dem Berichtswerke Assmann und Berson, Wissenschaftliche Luftfahrten: das damals zur Geltung gebrachte Grundprinzip der „strahlungsfreien Temperaturwerte“ besteht auch heute noch im vollen Umfange.

Um über die durch das Observatorium oder im Zusammenhange mit ihm, einschließlich seines Vorläufers, des Reinickendorfer Observatoriums, ausgeführten Freifahrten eine Übersicht zu geben, möge folgende Zusammenstellung dienen. Bei den 68 seit dem Jahre 1899 veranstalteten wissenschaftlichen Observatoriumsauffahrten wurden ausgeführt:

Luftelektrische Beobachtungen . . . . .	14 mal	Beobachter: Wiechert, Süring, Berson, Marten, Linke, Elias, Lüdeling, Gerdien, Bongards
Physiologische Experimente . . . . .	5 „	Beobachter: Berson, v. Schrötter (Wien), Zuntz
Strahlungsbeobachtungen . . . . .	9 „	Beobachter: Berson, Coym, Süring, Stuchtey (Marburg), A. Pepler (Gießen)
Astronomische Ortsbestimmungen . . . . .	8 „	Beobachter: Berson, Elias, Kurt Wegener, Alfred Wegener, Coym
Staubzählungen . . . . .	4 „	Beobachter: Berson, Marten, Linke, Coym
Entnahme von Luftproben . . . . .	1 „	Beobachter: Prof. H. Erdmann, Dr. H. Lange (Halley's Komet)
Untersuchungen über Vertikalbewegungen . . . . .	3 „	Beobachter: Berson, Elias, Kurt Wegener
Farbenphotographische Aufnahmen . . . . .	1 „	Beobachter: Coym

Außer den genannten Beobachtern nahmen noch an den Fahrten teil die Herren: Hergesell, Forel (Schweiz), Thilenius, v. Sigsfeld, Kutznetzow (Rußland), Stolberg, Ryder und la Cour (Kopenhagen), Palazzo (Rom), Kleinschmidt, Field (Simla), Perlewitz, Hildebrandt, Koschel, sowie von Mitgliedern des Observatoriums Knopp, Kluck, Fischer, Mund. Berson nahm an 34, Elias an 22, Coym an 11, Kurt Wegener an 7, Gerdien an 7, Süring an 6, v. Schrötter an 5, Stuchtey und A. Pepler an 4 dieser Fahrten teil. Dem wissenschaftlichen Zwecke gemäß waren die erreichten Höhen außerordentlich groß: obenan steht natürlich die auch bis heute noch nicht übertroffene Welt-höchstleistung von Berson und Süring mit 10800 m; ihr folgt eine Fahrt auf 8770 m (Berson und v. Schrötter), 6 Fahrten zwischen 7000 und 8000 m, mittlere Höhe 7382 m (Teilnehmer: Berson, v. Schrötter, Elias, Gerdien, Field, Kurt Wegener, Stuchtey, A. Pepler), 12 Fahrten von 6000 bis 7000 m, 18 von 5000 bis 6000, 10 von 4000 bis 5000 m: so ergibt sich, daß 46 Fahrten über 4000 m, 36 über 5000, 20 über 6000, 8 über 7000, 2 über 8000 und eine über 10000 m Höhe erreicht haben: ein Ergebnis, das wohl an keiner anderen Stelle der Erde auch nur annähernd zustande gebracht sein dürfte! Hierbei sind natürlich die vielen und hohen Fahrten der Jahre 1891 bis 1898 nicht mitgezählt worden.

Zur Ausführung der Fahrten dienten teils die eigenen Ballone des Observatoriums „Meteor“ (gefirnißte Baumwolle, 103 kg Gewicht, 850 cbm), „Brandenburg“ (gefirnißte Baumwolle, nach Finsterwalders Vorschlag als Kugelwürfel gebaut, etwa 160 kg Gewicht, 1280 cbm) und „Preußen“ (doppelter Gummidagonalstoff, 3300 kg Gewicht, 8400 cbm), teils Ballone des Deutschen Vereines für Luftschiffahrt in Berlin (1300 cbm), wiederholt auch Militärballone (1200 und 600 cbm); bei der „Kometenfahrt“ im Mai 1910 wurde der Ballon W. S. („Werner Siemens“, 1700 cbm) von den Siemens-Schuckert-Werken entliehen. Bei den auswärtigen Fahrten wurden benutzt: der Göttinger Ballon „Segler“ (1437 cbm), Ballon „Marburg“ (1200 cbm), Ballon „Continental I und II“ (1700 cbm) und der Ballon „Düsseldorf“ (2200 cbm); bei einer Fahrt von Halle aus ein Ballon von 1680 cbm. Der kleine, aber leichte „Meteor“ erreichte trotz seines nur 850 cbm betragenden Inhaltes bei einer „Alleinfahrt“ mit Dr. Elias eine Höhe von 7832 m, von seinen 14 Aufstiegen überschritten 8 die Höhe von 5000 m, ihre mittlere Höhe betrug 5029 m. „Brandenburg“ (1280 cbm) führte ebenfalls 14 Fahrten aus, von ihnen 8 mit Wasserstofffüllung, 6 mit Leuchtgasfüllung; bei den ersteren wurde eine mittlere Höhe von 6278 m erreicht, 3 mal 7000 m überschritten, mit Leuchtgas betrug die mittlere Höhe 2732 m. Der Ballon „Preußen“ hat mit Leuchtgas 7475 und 8770 m, mit Wasserstoff 10800 m erreicht. Von den Vereinsballonen (1300 cbm) wurde mit frischem Wasserstoff (12 Fahrten) eine mittlere Höhe von 5427 m (6 mal über 6000 m), mit schon gebrauchtem Wasserstoffgas (4 Fahrten) 5223 m im Mittel, mit Leuchtgas unter Beimischung von der Hälfte alten Wasserstoffs (4310 m), mit Leuchtgas allein 3047 m erreicht. Die 3 Militärballons (1200 cbm) erreichten mit Wasserstoff 4070 m, ein solcher von nur 600 cbm (und 3 Personen) 2150 m. Der Ballon „Segler“ (1437 cbm) mit Wasserstoff 5076 m, der Ballon W. S. (1700 cbm) 4551 m, „Marburg“ (1200 cbm) mit Leuchtgas 2986 m, die beiden „Continental“ (1700 cbm) 6867 und 6957 m. „Düsseldorf“ (2200 cbm) 7750 m; der Hallenser Ballon von 1680 cbm 5500 m.

Die Zusammenstellung lehrt an erster Stelle, daß man, um Höhen von 8000 m zu erreichen, nicht mehr der Riesenballone von 8000 cbm bedarf, sondern daß hierzu ein Ballon von 2200 cbm, gutes Wasserstoffgas vorausgesetzt, durchaus genügt. Mit einem leichten Ballon von 3000 cbm hätte man Aussicht, 10000 m Höhe zu erreichen. Leider fehlt es zurzeit an Ballonen dieser Größe vollständig, weshalb es äußerst wünschenswert wäre, daß eine unserer großen Gummiwaren- oder Ballonfabriken einen derartigen Ballon bauen und, wenn nicht unentgeltlich, so doch gegen eine mäßige Vergütung für wissenschaftliche Hochfahrten verleihen möchte, zumal die neueren aerologischen Probleme ein Aufsuchen großer Höhen unbedingt erheischen.

#### Gefesselte Flugkörper.

Während bei dem freifliegenden Ballon der terrestrische Ort der Beobachtung eine im allgemeinen fortgesetzte mehr oder weniger bedeutende und schnelle Änderung erfährt, die von der Richtung und Geschwindigkeit des Windes abhängt, ist dieselbe bei gefesselten Flugkörpern durch die Länge der Fesselung beschränkt. Im Gegensatz zum Freiballon, der, abgesehen von Vertikalbewegungen, während seines ganzen Weges mehr oder weniger in der Luftmasse verbleibt, ziehen bei den gefesselten Flugkörpern, mit Ausnahme des einzigen Falles vollständiger Windstille, dauernd neue Luftmassen vorbei,

deren zeitliche Zustände aufgezeichnet werden: die physikalische Bedeutung dieser Methode ist deshalb eine erheblich größere, da die Zustandsänderungen in einer wandernden Luftsäule erheblich geringer sein dürften, als diejenigen einer in Bewegung begriffenen Luftmasse, deren zeitliche Änderungen über beliebig lange Zeiträume untersucht und stets in zwei gesonderten Reihen während des Auf- und des Abstieges ermittelt werden. Außerdem verleiht die Tatsache, daß unsere Witterungsverhältnisse an wandernde Druckgebilde gebunden sind, der Feststellung zeitlicher Änderungen eine ganz besondere Bedeutung. Mit der Ersetzung der persönlichen Augenbeobachtung durch selbstaufschreibende Apparate ist natürlich eine Beschränkung auf einige registrierbare meteorologische Elemente verbunden, während alles andere, und wäre es auch noch so wichtig und interessant, verloren geht, wenn nicht, wie im Freiballon, ein universell geschulter Beobachter mitwirkt: als Kompensation für diesen Mangel erhält man allerdings durch die Registrierung kontinuierliche Beobachtungen, die durch Augenbeobachtungen unmöglich gewonnen werden können.

Während bei den Freiballonfahrten der Wind im allgemeinen eine unvorteilhafte Rolle spielt, die bei der Landung einen sehr ernsten Charakter annehmen kann, wird er für die Drachenaufstiege zur unerläßlichen Vorbedingung; sinkt seine Geschwindigkeit unter eine gewisse untere Grenze herab, dann versagt der Drachen, und der gefesselte Ballon muß an seine Stelle treten. Dabei tritt aber der neue Übelstand auf, daß schon ein relativ schwacher Wind den Ballon im Verhältnis seiner Stärke zu dem Auftriebe des Ballons zu Boden drückt und dadurch seine Höhe beträchtlich verringert. In Anbetracht der Wichtigkeit des Windes für die Drachentechnik sei deshalb eine kurze Erörterung über die Luftströmungen vorausgeschickt.

Für die an dieser Stelle natürlich nur knappe Charakterisierung der Windverhältnisse in und besonders über Lindenberg liegen die alljährlich in der Jahresveröffentlichung des Observatoriums erscheinenden Zusammenstellungen vor, die der Observator Dr. Coym im amtlichen Auftrage bearbeitet hat. Nach Ablauf der im Jahre 1903 begonnenen zehnjährigen Reihe lückenloser Aufstiege wurde im VIII. Bande eine über denselben Zeitraum ausgedehnte Zusammenfassung gegeben, von welcher indes Dr. Coym eine Reihe von Jahren ausschließen zu müssen geglaubt hat, sodaß für die meisten Monate nur 8, von einigen sogar nur 6 Jahre von den vorliegenden 10 verarbeitet worden sind. Immerhin genügen auch diese vollständig, um für unseren Zweck ein Bild der mittleren Windgeschwindigkeit in den verschiedenen Höhen zu geben. Die Werte sind nach der sogenannten „Gradienten-Methode“ berechnet, d. h. es wurde zunächst die Änderung der Windgeschwindigkeit in einem Höhenintervall von 100 m ermittelt und aus dieser unter Zugrundelegung der unteren tatsächlichen Werte die Geschwindigkeit für die gewählten Höhenstufen von 500 m abgeleitet. Bekanntlich bietet diese Methode den Vorteil, daß die naturgemäß selteneren Beobachtungen der größeren Höhen ein der Wirklichkeit entsprechenderes Gewicht erhalten.

Die nachstehende Tabelle gibt die Monats-, Jahreszeiten- und Jahresmittel für 500 m-Stufen bis zu 4000 m Höhe in Sekundenmetern wieder. Man ersieht hieraus zunächst, daß die mittlere Jahresgeschwindigkeit der unteren Luftschicht 5.2 m p. s. beträgt und in allen Monaten mit der Höhe beträchtlich zunimmt, und daß dies in den untersten Schichten in viel höherem Grade geschieht als in den höheren. Ferner bemerkt man, daß diese Zunahme mit der Höhe eine stark ausgeprägte

jährliche Periode aufweist. Im Jahresmittel steigt die Geschwindigkeit der erdbodennahen Schicht von 5.2 auf 9.3 m p. s. in 500 m Höhe, nimmt dann bis 1000 m auf 9.6 zu, bleibt fast unverändert bis 1500 m (9.7), steigt nun ziemlich gleichmäßig bis 3500 m (11.5) und wächst von dort bis 4000 m beträchtlich stärker auf 12.4 m. Bezeichnet man die untere Windgeschwindigkeit mit 1, so steigt sie bis 500 m auf 1.79, von dort bis zu 2000 m nur auf 1.92, bis 3000 m auf 2.12 und bis 4000 m auf 2.38; ihre relative Zunahme von Schicht zu Schicht drückt sich durch die Differenzen 79, 13, 20 und 26 aus. In der Tabelle finden sich diese Vielfachwerte der Unterwindgeschwindigkeiten in den letzten vier Spalten für die Stufen 500, 2000, 3000, 4000 m angegeben. Man hat von verschiedenen Seiten den Satz aufgestellt, daß in allen Höhen die gleiche Luftmenge durch die Einheit einer vertikalen Fläche ströme, und demnach die Zunahme der Windgeschwindigkeit allein durch die entsprechende Dichteabnahme der Luft in der Höhe zu erklären sei. Doch haben sich hiergegen mannichfache Bedenken erhoben, auf welche einzugehen

Tabelle 1.

	Windgeschwindigkeiten über Lindenberg in m p. s.									Zunahme von			
	122 m	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	122 bis 500	122 bis 2000	122 bis 3000	122 bis 4000
Januar .	6.5	13.0	13.0	13.4	13.7	14.2	14.4	14.9	16.2	2.00	2.11	2.22	2.49
Februar .	6.1	11.7	11.8	11.9	12.4	13.3	13.8	15.1	16.1	1.92	2.03	2.26	2.64
März . .	5.6	9.8	10.0	10.3	10.5	10.8	11.1	11.8	12.6	1.75	1.88	1.99	2.25
April . .	5.5	8.7	9.5	9.7	9.9	10.2	10.9	11.8	12.5	1.58	1.80	1.98	2.28
Mai . . .	4.6	6.8	7.3	7.6	7.9	8.4	8.8	9.6	9.9	1.48	1.72	1.91	2.15
Juni . . .	4.2	6.8	7.5	7.8	8.2	8.7	9.2	9.3	9.6	1.62	1.95	2.10	2.28
Juli . . .	4.2	6.6	7.2	7.7	8.1	8.3	8.4	8.5	8.8	1.57	1.93	2.00	2.09
August .	4.8	8.6	9.0	9.1	9.5	10.0	10.6	11.7	13.2	1.79	1.98	2.21	2.75
Septbr. .	4.1	7.9	8.2	8.2	8.4	9.0	9.6	10.8	11.9	1.93	1.95	2.34	2.90
Oktober .	5.0	9.0	9.3	9.4	9.8	10.3	10.8	11.1	11.9	1.80	1.96	2.16	2.38
Novbr. .	5.8	11.6	11.3	11.2	11.6	12.0	12.3	12.7	13.6	2.00	2.00	2.12	2.35
Dezbr. .	5.7	11.2	11.1	11.2	11.5	12.1	13.0	13.3	14.1	1.96	1.99	2.27	2.47
Winter .	6.0	12.0	11.7	12.0	12.4	13.0	13.7	14.4	15.6	2.00	2.06	2.29	2.60
Frühjahr	5.2	8.3	8.9	9.1	9.3	9.6	10.0	10.8	11.3	1.60	1.79	1.92	2.17
Sommer .	4.4	7.5	8.0	8.4	8.7	9.1	9.5	9.9	10.7	1.71	1.98	2.16	2.44
Herbst .	5.0	9.6	9.6	9.5	9.9	10.4	10.8	11.3	12.1	1.92	1.98	2.16	2.42
Jahr . . .	5.2	9.3	9.6	9.7	10.0	10.5	11.0	11.5	12.4	1.79	1.92	2.12	2.38

hier nicht der Platz ist: in Lindenberg hat im Mittel einer größeren Anzahl von Aufstiegen, bei denen die Höhe von 4000 m erreicht oder überschritten wurde, in 122 m Höhe ein Luftdruck von 751.6 mm und eine Temperatur von 5.8°, bei 4000 m Höhe ein Luftdruck von 460.8 mm und eine Temperatur von — 13.8° geherrscht. Eine Überschlagsrechnung ergibt, daß demnach das Gewicht von 1 cbm Luft in 122 m Höhe 1.255 kg, in 4000 m Höhe 0.812 kg betragen, d. h. die Luft in 4000 m Höhe

$\frac{1}{1.55}$  der in 122 m Höhe befindlichen gewogen hat. Die mittlere Windgeschwindigkeit bei 4000 m ist dagegen das 2.38-fache der in 122 m Höhe herrschenden und daher um 65 % größer als die aus der Dichteabnahme der Luft sich ergebende. Unter den Jahreszeiten zeichnet sich der Winter durch die stärkste Windzunahme in der untersten Schicht aus, die einer vollen Verdoppelung der Geschwindigkeit entspricht; dagegen erfolgt bis zur Höhe von 2000 m nicht nur nahezu keine weitere Zunahme, sondern zwischen 500 und 1000 m Höhe sogar eine Abnahme (12.0 auf 11.7 m p. s.) und bei 1500 m herrscht die gleiche Geschwindigkeit wie bei

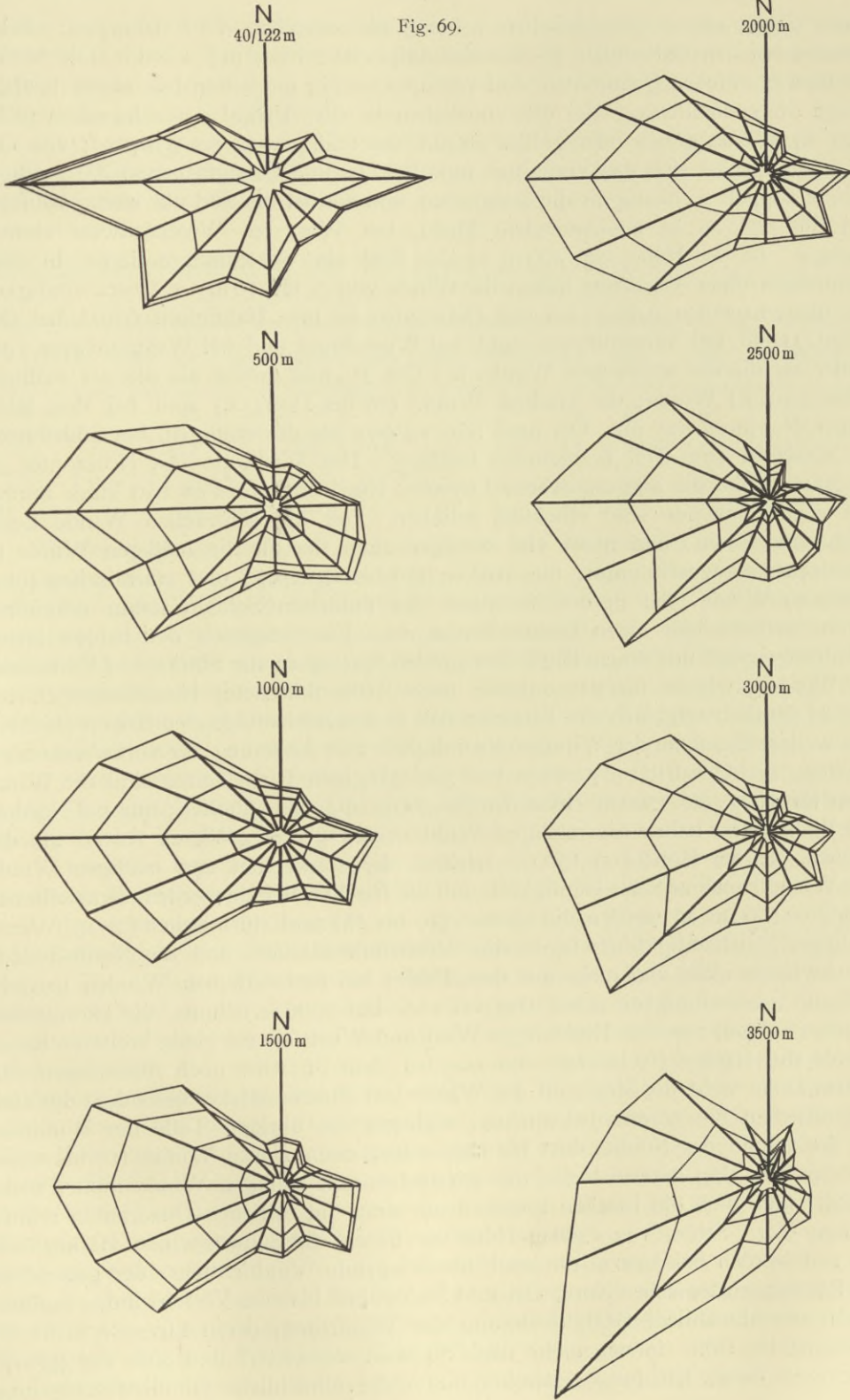
500 m. Von 2000 m Höhe an setzt aber eine starke Zunahme ein, sodaß die Gesamtzunahme bis zu 4000 m Höhe im Winter die größte des Jahres ist, indem die Windgeschwindigkeit in dieser Höhe das 2.6-fache der unteren beträgt. Das Frühjahr ist durch die geringste Windzunahme mit der Höhe charakterisiert, was sowohl durch die verhältnismäßig große untere Geschwindigkeit (5.2 m p. s.) als auch durch die geringe der höchsten (11.3 m p. s.) hervorgerufen wird. Der Sommer ist zwar der windschwächste Monat in allen Höhen, doch ist die Höhenzunahme der Geschwindigkeit erheblich größer als im Frühjahr. Aus den Monatswerten ist zu erkennen, daß besonders der August einen starken Windsprung bei 4000 m Höhe aufweist, der zur Folge hat, daß in diesem Monat die 4000 m-Geschwindigkeit die 2.75-fache der Bodengeschwindigkeit hat. Der Herbst hat einen starken, fast winterlichen Windsprung bei 500 m, eine äußerst geringe Zunahme zwischen 500 und 2000 m — wie die 500 m-Stufen-Tabelle lehrt, sogar bei 1500 m durch eine geringe Windabnahme unterbrochen —, mittlere Zunahme bis 3000 m und stärkere bis 4000 m Höhe. Die stärkste Höhenzunahme für die ganze Luftschicht von 122 bis 4000 m weist der September auf, dessen obere Geschwindigkeit fast die dreifache (2.9-fache) der unteren ist: das Ergebnis rührt aber durchaus nicht von einer tatsächlich großen Obergeschwindigkeit, die nur 11.9 m p. s. beträgt, sondern von der niedrigen Untergeschwindigkeit her, die mit 4.1 m p. s. die niedrigste aller Monate ist. Zunächst kommt dem September der August mit dem 2.75-fachen und der Februar mit dem 2.64-fachen; die geringste Zunahme hat der Juli mit 2.09 und der Mai mit 2.15.

Der Charakter dieser Arbeit schließt eine eingehende Untersuchung über die Windverteilung aus, doch soll noch eine Darstellung der Richtung und Geschwindigkeit des Windes in den verschiedenen Höhen über Lindenberg angefügt werden, die der Verfasser in seiner Monographie „Die Winde in Deutschland“ im Jahre 1910 gegeben hat. Der Kürze halber seien die dort veröffentlichten „Windrosen“ wieder abgedruckt, und folgende Erläuterung hinzugefügt.

Dem Zwecke der Arbeit entsprechend, der ausschließlich der praktischen Motorluftfahrt dienen sollte, wurden die Windgeschwindigkeiten in fünf Gruppen geteilt: Windstillen oder ganz schwache Winde (0 bis 2 m p. s.), mäßige (2 bis 5 m p. s.), frische (5 bis 10 m p. s.), steife und starke (10 bis 15 m p. s.) und stürmische (mehr als 15 m p. s.). Die „Windrosen“ wurden in der Weise gezeichnet, daß man auf den 16 Hauptwindrichtungen zunächst die prozentischen Anteile der Geschwindigkeitsstufe 0 bis 2 m p. s. an den einzelnen Windrichtungen vom Mittelpunkt ausgehend nach einem Längenmaße von 1 mm für 1% abtrug und die Endpunkte dieser 16 Linien miteinander verband. Das gleiche wurde für die zweite Geschwindigkeitsstufe 2 bis 5 m p. s. in der Weise ausgeführt, daß man deren Abmessung vom Endpunkte der vorhergehenden Stufe beginnen ließ, und ebenso für die übrigen Stufen. Auf diese Weise wurden die Häufigkeiten dieser einzelnen Gruppen im Längenmaß zueinander addiert, und deren Summe ergab dann die Häufigkeit der einzelnen Windrichtungen. Somit stellen die äußersten Begrenzungslinien die Windverteilung nach den Richtungen dar, die Längen der abgeschnittenen Teile der Radien die Häufigkeit der zugehörigen Geschwindigkeitsgruppen.

Die Windrose der untersten Schicht (122 m Seehöhe) läßt erkennen, daß in sämtlichen Richtungen die meisten Winde mit der Geschwindigkeit von 2 bis 5 m p. s. wehen; vorherrschend sind Westwinde, die am häufigsten 5 bis 10, etwas seltener 2 bis 5 m p. s. Geschwindigkeit haben; die demnächst häufigsten Südwest-

Fig. 69.



winde liegen etwas öfter zwischen 2 bis 5 als zwischen 5 bis 10 m p.s.; ebenso herrscht bei den Ostwinden die Geschwindigkeit 2 bis 5 m p.s. vor. Die Winde aus dem nördlichen Quadranten sind verhältnismäßig am seltensten, etwas häufiger wehen die südöstlichen. Bei den nördlichen ist die Anzahl der schwachen (0 bis 2 m p.s.) Winde gleich oder größer als die der mäßigen (2 bis 5 m p.s.); von Ostnordost an kehrt sich das Verhältnis um: bei Ost und Ostsüdost sind die mäßigen Winde doppelt so häufig als die schwachen, von Südost bis Süd nur wenig häufiger, von Südwest an in zunehmendem Maße, bei West bis Westnordwest viermal häufiger. In der Höhe von 500 m ist das Bild ein wesentlich anderes: in allen Richtungen ohne Ausnahme haben die Winde von 5 bis 10 m p.s. Geschwindigkeit den überwiegenden Anteil; bei den Ostwinden ist ihre Häufigkeit 6 mal, bei Ostsüdost 11 mal, bei Westsüdwest 9 mal, bei West 8 mal und bei Westnordwest 7 mal größer als die der schwachen Winde, bei Ost  $3\frac{1}{2}$  mal größer als die der mäßigen (2 bis 5 m p.s.) Winde; die starken Winde (10 bis 15 m p.s.) sind bei den Richtungen Nordnordwest über Ost nach Süd seltener als die mäßigen, bei Südsüdwest bis Nordwest zum Teil beträchtlich häufiger. Die Westseite des Horizontes ist bei 500 m Höhe die ausgesprochene Luvseite, Nord und Nordost tritt stark zurück und auch Südwinde sind erheblich seltener. Der die schwachen Winde kennzeichnende Raum, und nicht viel weniger auch der für die mäßigen Winde ist stark zusammengeschrumpft; die starken (10 bis 15 m p.s.) und stürmischen (über 15 m p.s.) Winde, die in der Windrose der untersten Schicht kaum erkennbar waren, nehmen hier einen breiten Raum ein. Ein Vergleich der beiden ersten Windrosen zeigt mit einem Blick den großen Sprung in der Stärke und Verteilung des Windes, wie er für das unterste halbe Höhenkilometer charakteristisch ist. Ebenso deutlich zeigt sich die Tatsache, daß in den nächstfolgenden Höhenschichten eine weitere Zunahme der Windgeschwindigkeit und Änderung der vorherrschenden Richtung nicht eintritt: abgesehen von geringfügigen Einzelheiten sind die Windrosen für 1000 und 1500 m Höhe der für 500 m durchaus ähnlich; nur bei Nordost und Südsüdwest haben die mäßigen Winde einen etwas größeren Anteil als die frischen. In der Höhe von 1500 m erfahren die schwachen und mäßigen Winde eine Wiederzunahme ihrer Häufigkeit, und die frischen Winde werden etwas seltener. Erst von 2000 m an werden die starken (10 bis 15) und stürmischen ( $> 15$ ) Winde häufiger, gleichzeitig überwiegen die Westwinde stärker, und die Nordostwinde verschwinden mehr und mehr aus dem Bilde; bei den östlichen Winden herrscht noch die Geschwindigkeit 5 bis 10 m p.s. vor. Bei 2500 m nehmen die stürmischen Winde ( $> 15$  m) aus den Richtungen West und Westsüdwest einen breiteren Raum ein als die starken (10 bis 15), die nur bei dem Südwest noch überwiegen. In 3000 m Höhe weht die Mehrzahl der Winde mit Sturmesstärke, besonders die südsüdwestlichen bis nordnordwestlichen, während im übrigen Teile der Windrose mit Ausnahme des Nordnordost bis Ostnordost noch starke Winde (10 bis 15 m) vorherrschen. Bei 3500 m treten die schwachen und mäßigen Winde immer mehr zurück, und auch die frischen kommen nur noch im östlichen Quadranten relativ häufiger vor. Schon von 2500 m Höhe an treten die Südwestwinde stärker hervor und werden bei 3500 m die stark überwiegende Windrichtung, der gegenüber alle Richtungen zwischen Nord, Ost und Südost fast bis zum Verschwinden zurücktreten; die allmähliche Gestaltänderung der Windrosen, deren Luvseite sich mit zunehmender Höhe immer mehr nach Südwest verbreitert und sich bei 3500 m ganz nach dieser Richtung erstreckt, läßt diese allmähliche Gradientverlagerung

deutlich erkennen. Die oberste Höhenstufe von 4000 m blieb wegen der unzureichenden Zahl der Beobachtungen ohne Darstellung: das erschien um so mehr geboten, als dieser Darstellung nicht die erst später eingeführte sogenannte „Gradientmethode“ zugrunde gelegt worden ist.

Die im vorigen gegebenen Feststellungen über die Windgeschwindigkeit sind für die Ausführung der gefesselten Aufstiege von grundlegender Bedeutung, und ganz besonders diejenigen der höheren Luftschichten.

Tabelle 2.

Prozentische Verteilung der Windgeschwindigkeit nach Höhenstufen in Schwellenwerten im Jahresmittel.

Höhe (m)	122	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000 u. darüber	Mittel
Windstille . . .	5.5	2.9	2.0	3.3	3.7	3.8	4.3	3.6	3.2	3.6
0 — 2 m p. s. . .	15.9	8.8	9.0	9.3	8.1	7.5	6.1	6.0	4.8	8.4
2 — 5 „ . . .	44.2	19.4	18.3	16.8	12.1	9.4	8.3	7.2	4.8	15.6
5 — 10 „ . . .	31.6	37.0	33.6	28.4	26.5	20.4	18.0	14.1	11.0	24.5
10 — 15 „ . . .	2.6	18.7	22.5	27.4	32.0	34.3	30.9	26.8	21.3	23.9
über 15 „ . . .	0.2	13.2	14.6	14.8	17.6	24.6	32.4	42.3	55.0	23.9

Zunächst hängt von der Geschwindigkeit die Möglichkeit der Verwendung von Drachen oder von Fesselballonen ab. Tabelle 2, deren Werte der Arbeit des Verfassers: „Die Winde in Deutschland“ entnommen sind, gibt die prozentische Verteilung der Windgeschwindigkeit nach Höhenstufen in Schwellenwerten im Jahresmittel. Sie läßt erkennen, wie die Windstillen ihre größte Häufigkeit (5.5 %) in der untersten Schicht haben und bis zur Höhe von 1000 m schnell bis auf 2 % abnehmen; darüber aber werden sie wieder nicht unbeträchtlich häufiger und erreichen bei 3000 m einen zweiten Höchstwert mit 4.3 %, um bis 4000 m wieder bis zu 3.2 % seltener zu werden: im Mittel der ganzen Luftschicht bis 4000 m beträgt ihre Häufigkeit 3.6 %. Die schwachen Winde von 0 bis 2 m p.s. Geschwindigkeit haben ebenfalls ihre größte Häufigkeit in der untersten Schicht (15.9 %) und werden bis zur Höhe von 500 m fast um die Hälfte seltener (8.8 %), worauf eine kleine Vermehrung bis 1500 m Höhe bis zu 9.3 %, weiterhin aber eine schrittweise Verminderung bis zu 4.8 % in 4000 m Höhe erfolgt, bei der eine kleine Unterbrechung in der Höhe von 3500 m eintritt: im Mittel ist ihre Häufigkeit 8.4 %. Die mäßigen Winde von 2 bis 5 m p.s. Geschwindigkeit wehen in der untersten Schicht in der überwiegenden Häufigkeit von 44.2 %, nehmen aber bis zu 500 m außerordentlich schnell bis auf 19.4 %, in den höheren Schichten schrittweise auf 4.8 % ab, wobei ebenfalls eine Unterbrechung bei 3000 und 3500 m stattfindet: im Mittel aller Schichten beträgt ihre Häufigkeit 15.6 %. Die frischen Winde von 5 bis 10 m p.s. Geschwindigkeit haben ihr Häufigkeitsmaximum bei 500 m Höhe (37.0 %), dem das für 1000 m (33.6 %) sehr nahe kommt, während die unterste Schicht nur 31.6 % aufweist. Darüber erfolgt eine schnelle und nur bei 3000 m etwas unterbrochene Abnahme ihrer Häufigkeit bis zu 11.0 %: die mittlere Häufigkeit für die ganze Luftsäule bis 4000 m ist 24.5 %. Starke Winde von 10 bis 15 m p.s. kommen in der untersten Schicht nur noch in 2.6 %, bei 500 m aber schon in 18.7 % vor, und ihre Häufigkeit wächst schnell bis zu 34.3 % bei 2500 m, wo eine starke Wiederabnahme bis auf 21.3 % in 4000 m Höhe einsetzt: ihre mittlere Häufigkeit beträgt 23.9 %. Stürmische Winde von mehr als 15 m p.s. fehlen in der Unterschicht nahezu gänzlich (0.2 %), sind aber schon bei 500 m mit 13.2 %



vorhanden; in den nächstfolgenden Höhenstufen bis 1500 m erfolgt nur eine ganz geringfügige Häufigkeitszunahme auf 14.8 %, darüber aber eine immer stärker werdende schnelle Vermehrung bis auf 55.0 % bei 4000 m: ihre mittlere Häufigkeit in der ganzen Luftsäule beträgt 23.9 %.

Nimmt man, wie das weiter oben schon erläutert worden ist, die untere Grenze eines Drachenaufstieges mit 5 m p.s. Windgeschwindigkeit an und vereinigt man die prozentischen Häufigkeiten der Winde unter und über 5 m p.s. Geschwindigkeit zu Mittelwerten, so erhält man, wie die letzte Spalte der Tabelle zeigt, 27.6 % von Winden, die einen Drachenaufstieg nicht gestatten, und 72.3 % solcher von ausreichender Stärke. In diesem prozentischen Verhältnisse müßten demnach die Drachenaufstiege zu den Fesselballonaufstiegen stehen, wenn man die Höhe von 4000 m erreichen will: in der Tat zeigt die Statistik der bisher in elf Jahren erfolgten Aufstiege ein ziemlich entsprechendes Verhältnis bei beiden Aufstiegsmethoden, indem bis zum Schlusse des Jahres 1913 unter 7094 gefesselten Aufstiegen 2181, d. h. 30.5 % mit Fesselballonen ausgeführt worden sind. Ebenso betragen die 1225 „Ballontage“ 30.5 % der Gesamtzahl 4018 der Aufstiegsstage.

#### Die Drachen und die Technik ihrer Aufstiege.

Den folgenden Erörterungen, die sich auf die praktische Ausnutzung der im Winde enthaltenen Energie zum Emporheben von Drachen beziehen, wird eine Arbeit zugrunde gelegt werden, die im Hinblick auf die in der Vorbereitung begriffene Beschreibung des Observatoriums im letzten (IX.) Bande der Veröffentlichungen desselben, Jahrgang 1913, im amtlichen Auftrage durch den Observator Prof. Dr. Tetens ausgeführt und unter dem Titel „Die Drachentechnik des Königlichen Aeronautischen Observatoriums“ auf S. 475 bis 505 abgedruckt ist. Sie stellt eine von eigenen spekulativen und kritisierenden Gedanken des Autors grundsätzlich frei gehaltene, ausschließlich die zurzeit am Observatorium bestehende Praxis beschreibende Arbeit dar, deren Unterlagen durch die seit langen Jahren bewährten älteren Aufstiegsbeamten, den Ballonaufseher Paul Schmidt und den Ballonobergehilfen Rudolph Grund, geliefert worden sind. Besonders der letztere hat sich durch umfangreiche und mühsame Auszüge aus den Beobachtungsjournalen und eigene Zusammenstellung von Aufstiegsbeispielen ein erhebliches Verdienst um diese Arbeit erworben, das an dieser Stelle anzuerkennen nicht mehr wie recht und billig ist.

Vorweg dürfte es jedoch vorteilhaft sein, einige tabellarische Zusammenstellungen über die bei der Drachentechnik vornehmlich in Frage kommenden Verhältnisse zu geben, auf welche im Verlaufe der Erörterungen wiederholt Bezug genommen werden muß.

Zunächst möge eine Tabelle der Winddrucke sowohl auf die rechtwinklig getroffene Fläche eines Quadratmeters als auch auf eine normal exponierte Drachenfläche und der durch Verminderung des Luftdrucks reduzierten Werte in den Höhen bis zu 3000 m gegeben werden (Tab. 3).

Für den praktischen Gebrauch zum Zwecke einer angenäherten Abschätzung der Drachenhöhen bei bekanntem Höhenwinkel und der Drahtlänge erweist sich auch die folgende Tab. 4 als nützlich; die genaueren Werte ermittelt man mittels der Sinusskala des Rechenschiebers.

Wie schon weiter oben erwähnt, benutzt man für die Aufstiege von Drachen und Fesselballonen zu wissenschaftlichen Zwecken ausschließlich Stahl-

Tabelle 3.

Wind- geschwindig- keit m p. s.	Winddruck						
	in kg auf 1 qm rechtwinklig getroffener Fläche	auf 1 qm normal exponierter Drachenfläche in m Höhe					
		0	500	1000	1500	2000	3000
1	0.125	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02
2	0.5	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15
3	1.125	0.45	0.42	0.40	0.37	0.35	0.30
4	2.0	0.80	0.75	0.70	0.66	0.62	0.55
5	3.125	1.2	1.15	1.1	1.03	0.97	0.90
6	4.5	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
7	6.125	2.4	2.3	2.2	2.0	1.9	1.7
8	8.0	3.2	3.0	2.8	2.6	2.5	2.2
9	10.125	4.0	3.8	3.6	3.4	3.2	2.8
10	12.5	5.0	4.7	4.4	4.1	3.9	3.5
11	15.125	6.0	5.6	5.3	5.0	4.7	4.2
12	18.0	7.2	6.7	6.3	5.9	5.6	5.0
13	21.125	8.4	7.9	7.4	7.0	6.6	5.9
14	24.5	9.8	9.2	8.6	8.1	7.6	6.8
15	28.125	11.2	10.5	9.9	9.3	8.8	7.8
16	32.0	12.8	12.0	11.3	10.6	10.0	8.9
17	36.125	14.4	13.6	12.8	12.0	11.3	10.0
18	40.5	16.2	15.2	14.3	13.4	12.6	11.2
19	45.125	18.0	17.0	16.0	15.0	14.1	12.5
20	50.0	20.0	18.8	17.7	16.6	15.6	13.8
21	55.125	22.0	20.7	19.5	18.3	17.2	15.2
22	60.5	24.2	22.8	21.4	20.1	18.9	16.7
23	66.125	26.4	24.9	23.4	22.0	20.7	18.2
24	72.0	28.8	27.1	25.5	24.0	22.6	19.8
25	78.125	31.2	29.4	27.6	26.1	24.6	21.5
26	84.5	33.8	31.8	29.8	28.2	26.6	23.3
27	91.125	36.4	34.2	32.1	30.4	28.7	25.1
28	98.0	39.3	37.0	34.5	32.7	30.8	27.0
29	105.125	42.2	39.3	37.0	35.0	33.0	29.0
30	112.5	45.0	42.4	39.6	37.4	35.2	31.1

Tabelle 4.

Drahtlängen, die erforderlich sind, um bei bestimmten Winkeln des Hauptdrachens über dem Horizont bestimmte Höhen zu erreichen.

$$A = \sin h \cdot l \cdot x:$$

$A$  = Höhe,  $h$  = Drachenwinkel,  $l$  = Drahtlänge,  $x$  = Durchgangskonstante des Drahtes (2 ‰).

$A = (m)$	100	200	300	400	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
$l = \text{Drahtlängen (m)}$												
$h = 20^0$	298	596	894	1192	1490	2980	4470	5960	7450	8940	10430	11920
25	241	482	723	964	1205	2410	3615	4820	6025	7230	8435	9640
30	204	408	612	816	1020	2040	3060	4080	5100	6120	7140	8160
35	177	354	531	708	885	1770	2655	3540	4425	5310	6295	7080
40	159	318	477	636	795	1590	2385	3180	3975	4770	5565	6360
45	145	290	435	580	725	1450	2175	2900	3625	4350	5075	5800
50	134	268	402	536	670	1340	2010	2680	3350	4020	4690	5360
55	124	248	372	496	620	1240	1860	2480	3100	3720	4340	4960
60	118	236	354	472	590	1180	1770	2360	2950	3540	4130	4720
65	112	225	337	448	562	1125	1686	2250	2810	3370	3934	4480
70	108	216	324	432	540	1080	1620	2160	2700	3240	3780	4320

drähte verschiedenen Durchmessers; über diesen seien deshalb einige nähere Angaben gemacht.

Der von Felten und Guillaume im Karlswerk bei Mülheim a. Rh. speziell für diesen Zweck hergestellte „überhärtete Tiegelgußstahldraht“ hat die in der

Tab. 5 zusammengefaßten Eigenschaften; den Gewichten ist ein spezifisches Gewicht des Stahls von 8.4 zugrunde gelegt.

Ein Kilogramm Draht von 0.6 mm Durchmesser kostet 6 *M.*, von 0.7 mm 5 *M.*, von 0.8 und 0.9 mm 4 *M.*, 1000 m von 0.6 mm kosten daher 14.22 *M.*, von 0.7 mm 16.15 *M.*, von 0.8 mm 16.88 *M.*, von 0.9 mm 21.36 *M.*; die dünneren Drähte sind also teurer als die dickeren, was wegen der größeren Schwierigkeiten, absolut homogene dünnere Drähte von großer Länge zu ziehen, erklärlich ist: es ist ohnehin als ein „Wunder der Technik“ zu bezeichnen, daß es möglich ist, aus einem so

Tabelle 5.  
Drachendrähte.

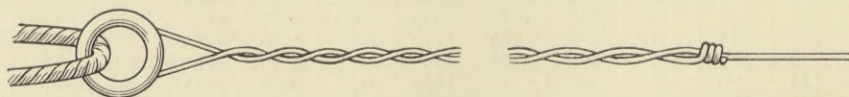
Durchmesser	Umfang	Querschnitt	Bruchfestigkeit	Gew. pro 1000 m	Durchmesser	Umfang	Querschnitt	Bruchfestigkeit	Gew. pro 1000 m
mm	mm	qmm	kg	kg	mm	mm	qmm	kg	kg
0.1	0.314	0.00785	2.355	0.066	0.7	2.198	0.3848	115.44	3.232
0.2	0.628	0.0314	9.42	0.264	0.8	2.512	0.5026	150.72	4.218
0.3	0.942	0.0706	21.18	0.593	0.9	2.826	0.6362	190.86	5.344
0.4	1.256	0.1257	37.68	1.059	1.0	3.141	0.7854	235.62	6.577
0.5	1.570	0.1964	58.92	1.648	1.13	3.55	1.0000	300.00	8.400
0.6	1.884	0.2827	84.81	2.375					

harten Material, wie Stahl, Drähte von 4000 m Länge zu ziehen, in denen auch nicht eine millimeterlange Strecke vorhanden ist, die eine geringere Bruchfestigkeit besitzt! Natürlich müssen diese Drähte ebenfalls auf Spulen aufgewickelt werden, welche wenigstens den fünfzigfachen Durchmesser des Drahtes besitzen, um den „Drall“ zu vermeiden.

Selbstverständlich muß der polierte Stahldraht sorgfältig vor dem Rosten bewahrt werden, weshalb vor allem die Vorräte an einem absolut trockenen Orte unterzubringen sind. Zum Schutze gegen die Wirkung der unvermeidlichen Benetzungen desselben bei den Aufstiegen durch Regen, oder durch den oft massenhaften Eis-, Reif- oder Rauhreifansatz, den sie in den Wolken erhalten, muß die ganze Drahttrommel wiederholt mit einem dicken Öle getränkt werden, das den Draht überall überzieht.

Der Draht wird auf Spulen in Längen von 4 bis 5 km geliefert. Er ist dann von tadelloser Beschaffenheit, ohne jede Knickung und von gleichmäßiger Festigkeit. Zeigt sich im Gebrauch, daß der Draht irgendwo scharf geknickt ist, so wird diese

Fig. 70.



Stelle herausgeschnitten und man verbindet die Enden durch eine Spleißung miteinander. Besonders bedenklich sind Knickungen, die beim Straffziehen einer losen Schlinge entstehen, wie Fig. 10 auf S. 17 andeutet.

Zur Verbindung mit einer Schnur wird am Draht ein Endspliß angebracht. Hierzu wird der Draht 1 m vom Ende um eine messingene Ringkausch von 18 mm Durchmesser einmal herumgelegt (s. Fig. 70). Das Drahtende wird dann in etwa 1 cm langen Windungen mit dem Hauptdrahte verflochten. Nur das äußerste

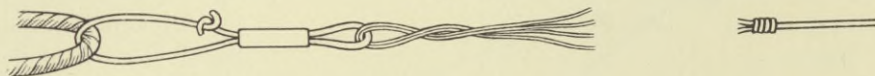
Ende, etwa 2 cm, wird durch Ausglühen erweicht, durch Abreiben mit Schmirgel vom Schmutz befreit und einige Male eng um den Hauptdraht herumgelegt. Das letzte Ende der Wickelung, etwa 20 cm, wird mit einem Tuche sauber geputzt, durch einen kleinen Pinsel mit einer gesättigten Lösung von Zinnchlorid in Wasser bestrichen und etwa eine halbe Sekunde in ein längliches Becken mit dünnflüssigem Zinn getaucht. Das überflüssige Zinn wird dann sogleich, noch bevor es erstarrt, mit einem trockenen Tuche abgewischt. Hierauf spült man die Reste der Löt säure mit Wasser ab und bewahrt durch Ölen den ganzen Endspliß vor Rost.

Der Endspliß hält — richtig und gewissenhaft hergestellt — auch schon ohne Löten genau soviel wie der glatte Draht. Dabei ist indes Bedingung, daß folgende drei Punkte beachtet worden sind:

1. Die erste Drahtkreuzung bei der Kausch muß so weit von ihr entfernt sein, daß der Drahtwinkel weniger als  $60^\circ$  beträgt.
2. Die letzten Windungen bei der Lötung müssen länger als die anderen sein.
3. Das Löt zinn darf nur eben dünnflüssig sein, und der Draht muß so schnell wie möglich wieder herausgenommen werden, um nicht in seiner Festigkeit vermindert zu werden.

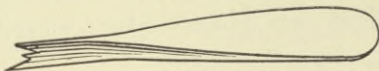
Der Endspliß wird vorzugsweise beim Apparatdrachen angewendet; an den Hilfsdrachen, bei denen es mehr auf Bequemlichkeit und Schnelligkeit beim An-

Fig. 71.



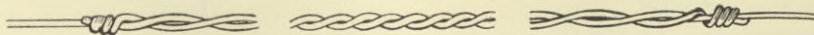
bringen und Abnehmen, als auf besonders große Haltbarkeit der Verbindung ankommt, wird statt der Kausch ein aus 1.2 mm starkem Stahldraht gebogener Karabinerhaken in den Spliß eingefügt (Kutznetzowscher Haken, s. Fig. 71), dieser hält eine Belastung mit 100 kg aus. Hierbei wird das zu spleißende Drahtende doppelt genommen, da es im Gebrauch häufig mit der — mit Kupferbacken versehenen — Zange gefaßt wird. Da die Belastung hier meist unter der Hälfte der Zerrei ßfestigkeit bleibt, braucht diese Verbindung nicht gelötet zu werden.

Fig. 72.



Sollen zwei Drahtenden zusammengespleißt werden, so glüht man die äußersten 4 cm aus und klopft sie durch einige Hammerschläge keilförmig flach (Fig. 72). Durch abermaliges Ausglühen wird die durch das Hämmern neu entstandene Härte wieder beseitigt, und man entfernt dann durch Abreiben mit Schmirgel von den

Fig. 73.

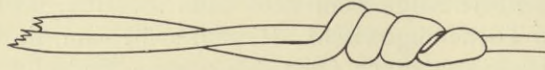


beiden Enden den Schmutz und die blaue Färbung. Die Drähte werden dann in einer Länge von 3 m umeinander gewunden, und zwar sind die Windungen in der Mitte 1 cm, an den Enden 2 bis 3 cm lang (Fig. 73). Die flachgeklopften Enden werden nun so um den anderen Draht gewickelt, daß die Dicke des ganzen Splisses

an beiden Enden gleichmäßig konisch abnimmt (Fig. 74). Hierbei ist es besonders wichtig und gelingt erst nach einiger Übung, den Hauptdraht ungeknickt zu lassen.

Zum Spleißen bedient man sich des Spleißklobens. Fig. 75 zeigt einen solchen, wie er für zwei gleich starke Drähte gebraucht wird. Sind ungleich dicke Drähte

Fig. 74.



zu verbinden, so müssen die Nuten im Spleißkloben, wie Fig. 76 zeigt, verschiedene Neigung gegen die Längsrichtung besitzen, damit sich nicht, wie Fig. 77 andeutet, der dünnere Draht einfach um den geradebleibenden dickeren herumwinde.

Endlich lötet man bei dieser Verbindung die letzten 20 cm an beiden Enden der Wickelung, genau wie beim Endspleiß beschrieben.

Daß durch Flachklopfen der beiden Drahtenden die Spleißdicke allmählich zur Drahtdicke übergeht, ist von wesentlichem Vorteil für den ungestörten Lauf des

Fig. 75.

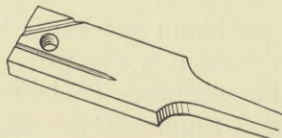
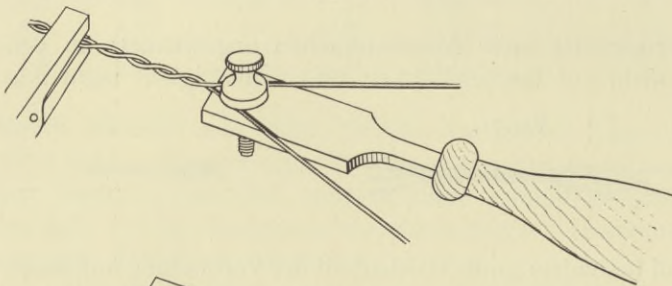


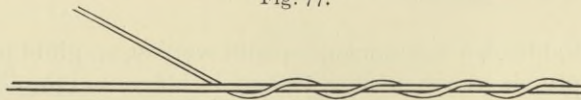
Fig. 76.

Drahtes in der Winde, ferner, wenn der Draht über das Gelände schleift oder in Baumzweigen festsetzt. In solchen Fällen könnte ein scharfer Dickenübergang den Spleiß beim Einholen zusammenschieben und beschädigen.

Ungelötete Splisse halten zwar ebensoviel wie der einfache Draht; bei längerem Gebrauch aber werden die lose umgelegten Enden unregel-

mäßig mit dem Hauptdraht zusammengequetscht, besonders wenn sie die Rollen in der Winde passieren, aber auch im Freien. Hier gerät nämlich der Haltedraht oft in regelmäßige Schwingungen, er „singt“ oder „schreit“, und da diese Schwin-

Fig. 77.



gungen beim Spleiß plötzlich unterbrochen werden, bringen sie hier das den Draht in drei bis vier losen Ringen umgebende Ende zum Scheuern: es feilt förmlich den

Fig. 78.

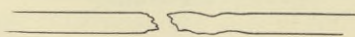
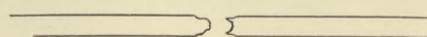


Fig. 79.



umklammerten Draht an und schwächt ihn schließlich, bis er dort zerreißt. Fig. 78 zeigt eine so entstandene Bruchstelle; zum Vergleich ist in Fig. 79 ein am freien Draht entstehender Bruch, wie der vorige, in vergrößertem Maßstabe, dargestellt.

Im Hinblick hierauf werden diese Splisse, ebenso wie die Endsplisse, jetzt stets gelötet. Trotzdem kam es auch seitdem noch öfters vor, daß solche Splisse, besonders bei gleichmäßig starkem Winde, bei unverändertem Zuge, zerrissen, und zwar schon bei etwa 20% der Zerreißfestigkeit, und auch dann, wenn sie unmittelbar vor dem Aufstiege noch nachgeprüft worden waren. Dies konnte nur durch Veränderungen erklärt werden, die jene Schwingungen in den Enden des Splisses hervorgerufen haben. Abhilfe hiergegen ergab sich durch Umwickeln der Enden des obersten, am meisten gefährdeten Splisses mit Paragummi, das an drei Stellen mit Schnur festgebunden wird. Seitdem diese Bewickelung die Schwingungen in den Splienden dämpft, ist kein Spli mehr zerrissen.

Dies bestätigt die von Teisserenc de Bort behauptete Ansicht, daß es im wesentlichen die Vibrationen des Drahtes sind, die durch ihre plötzlich erzwungene Unterbrechung in den Splissen usw. den inneren Zusammenhang seiner Teilchen lösen.

Die nur bei ganz starkem Winde außer Gebrauch gelassene Verwendung von mehreren Drachen bei den Aufstiegen, mit deren Zahl eine entsprechende Vergrößerung des gesamten Winddruckes und damit des Zuges erfolgt, den der unterste Teil des Drahtes zu erleiden hat, führte zur Benutzung eines Drahtes, dessen Bruchfestigkeit in seinem untersten Teile eine erheblich größere ist als in seinem obersten Stücke: man erreicht das durch Zusammenspleien von Drähten verschiedener Stärke, und zwar solcher von 0.6 bis 0.9 mm Durchmesser. ber die hierbei übliche Anordnung der verschiedenen Drahtstärken und sonstigen Maßnahmen geben die folgenden Ausführungen der Drachentechnik Auskunft.

Was die zu diesem Zwecke vorteilhafteste Verteilung der anzuwendenden Drahtstärke betrifft, so ist es jetzt üblich, ständig einige in bestimmter Anordnung bewickelte Drahtrollen zur Hand zu haben. Für die meisten Aufstiege wird folgende Bewickelung benutzt:

Abstand vom Außenende m	Länge m	Durchmesser m	Verwendung
0 — 2000	2000	0.6	Wird meist vom Apparatdrachen allein getragen
2000 — 5000	3000	0.7	Für ein bis drei Hilfsdrachen.
5000 — 13000	8000	0.8	Für fernere zwei bis vier Hilfsdrachen.
13000 — 17000	4000	0.9	Für Ausnahmefälle als Reserve.

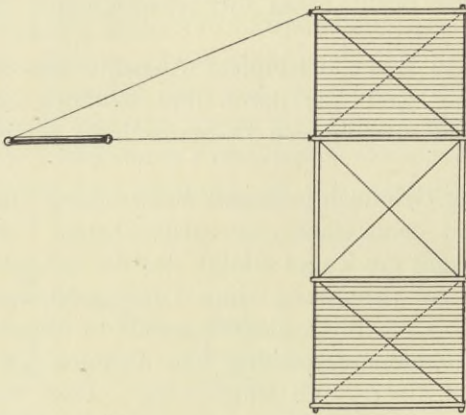
Die „Sturmrolle“ dagegen ist etwa so bewickelt, daß zuerst 2000 m Draht von 0.7 mm Dicke kommt, der übrige Vorrat aber, etwa 8000 m, nur 0.8 mm Dicke besitzt, da bei Sturm selten mehr als drei Drachen gebraucht werden, und auch fast nie größere Drahtlänge auszulassen wäre.

Die Drahtlänge, welche dem einzelnen Drachen angehängt wird, ist besonders nach den Windverhältnissen sehr verschieden. Es besteht hier der Grundsatz, daß einem Drachen nur bei extremen Windverhältnissen soviel Draht mitgegeben wird, als er zu tragen vermag: bei ganz schwachem Winde ist die Tragkraft eines Drachens so gering, daß man sie nach Möglichkeit auszunutzen bestrebt sein muß, will man überhaupt eine leidliche Höhe erreichen; und auch bei Sturm wird jener Grundsatz befolgt, da es dann des hohen Zuges wegen nur selten möglich sein wird, mehr als einen einzigen Drachen zu benutzen.

Bei mittleren Windverhältnissen — etwa zwischen 9 und 22 m p. s. — werden die Drachen meist 1500 bis 2500 m, seltener 3000 m weit auseinandergesetzt, während sie bei schwächerem Winde bisweilen schon 500 m hintereinander folgen müssen.

Bei der Bemessung dieser Zwischenräume wird auch die Verteilung der verschiedenen Drahtdicke auf die Drahttrommel berücksichtigt: man setzt Drachen am zweckmäßigsten dort an, wo eine dickere Drahtsorte beginnt, da der Draht unterhalb einer solchen Ansatzstelle eines Hilfsdrachens stärkeren Zug als oberhalb auszuhalten hat.

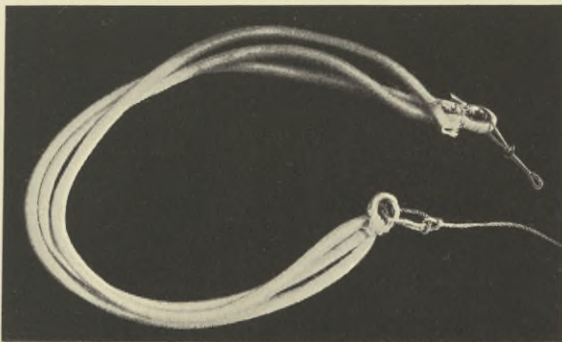
Fig. 80.



Die Größe der Drachen wird bei der Bemessung ihrer Zwischenräume weniger beachtet, da sie schon nach der herrschenden Windstärke verschieden gewählt wird; ein Drache von 4 qm vermag bei starkem Winde ebensoviel Draht zu tragen, wie einer von 7 qm bei mittlerem Winde. Hierfür findet man unter den weiter unten mitgeteilten acht Aufstiegen eine Reihe von Beispielen.

Die Drachen werden stets mit der „elastischen Fesselung“ ausgestattet, welche, soweit bekannt, zuerst von Fergusson am Blue-Hill-Observatorium in Nordamerika angewandt worden ist. Sie wird angebracht, wie Fig. 80 zeigt. Sie besteht

Fig. 81.



aus vier — bei Drachen unter 6qm aus drei — nebeneinanderliegenden Gummikordeln (vgl. Fig. 81); ihre Länge beträgt 60, bei den kleineren Drachen 50 cm. Jede Kordel ist aus etwa 40 Gummischnüren von etwa 1 qmm Querschnitt hergestellt, die mit einem schlauchartigen Gewebe umklöpelt sind. Die Elastizitätsverhältnisse einer einfachen Kordel sind aus untenstehenden Angaben ersichtlich.

Bei stärkerem Zuge dehnt sich die Kordel nicht weiter aus und reißt endlich bei einem Zuge von 35 bis 40 kg.

Elastizität einer einfachen Kordel.

Angehängtes Gewicht kg	Länge m
0	1.00
2	1.45
3	1.95
5	2.75

Diese Art der elastischen Fesselung hat sich nach vielen Versuchen als die beste erwiesen: bei schwachem Winde gibt sie noch nicht nach, sodaß sich die Drachen steiler stellen und besser halten; bei starkem Winde aber dehnt sie sich soviel aus, daß sich die Drachen leicht flach genug hinstrecken.

Die praktisch brauchbaren Grenzen für den Zug, den die mit dieser Fesselung versehenen Drachen unten am Dynamometer ausüben, ersieht man aus der auf S. 109 folgenden Zusammenstellung.

Die Formen und Größen der Drachen und ihre Verwendung.

Am Observatorium sind nur Hargrave-Drachen in Gebrauch; alle bestehen aus zwei Zellen und können des bequemeren Transportes wegen zusammengelegt werden.

Bei mittlerem und starkem Winde wird der *N*-Typus benutzt, der sogenannte Normaldrachen; bei Sturm dasselbe Modell in verstärkter Bauart, der *V*-Drachen. Für schwachen Wind ist seit einigen Jahren der vom Drachentischler des Observatoriums, Meister Schreck, konstruierte Schirmdrachen, der *S*-Typus im Gebrauch.

Die folgende Tabelle zeigt die Bauart dieser verschiedenen Typen in den am Observatorium ständig vorrätigen und benutzten Größenklassen.

Übersicht der verschiedenen Drachen des Aeronautischen Observatoriums.

Art	Tragende Fläche	Gewicht	Spez. Drachengewicht	Gesamthöhe	Höhe der Zellen	Breite der Zellen	Tiefe der Zellen	Für Windgeschwindigkeiten von bis	Mit oder ohne Apparat	Kleinster Zug	Größter Zug
	qm	kg	kg/qm	m	m	m	m	m p. s.		kg	kg
<i>S</i>	8.5	5.20	0.612	2.55	0.85	2.50	0.69	5½—12	mit	6	40
<i>S</i>	7*)	4.60	0.657	2.50	{ ob. Zelle: 0.85 unt. „ 0.72	{ 2.65 1.76	{ 0.68 0.60	6 —14	mit	6	40
<i>S</i>	5	2.80	0.560	2.25	0.72	1.75	0.60	5 —16	ohne	4	30
<i>N</i>	7**)	4.75	0.679	2.35	0.74	1.90	0.82	6 —22	mit	8	60— 80
<i>N</i>	6	4.10	0.683	2.40	0.79	1.90	0.82	6 —24	mit	7	60— 70
<i>N</i>	4	3.00	0.750	2.00	0.56	1.80	0.56	6 —26	ohne	5	50— 60
<i>V</i>	4	3.30	0.825	2.00	0.56	1.80	0.56	7½—35	mit	5	80—100

Der Normaldrachen besteht aus zwei gleich großen Kästen oder Zellen; der obere Kasten besitzt bei dem größten Modell von 7 qm drei Tragflächen. Die Bauart ist am besten aus den photographischen Aufnahmen Fig. 82 im Gebrauchszustande und Fig. 83 im verpackten Zustande, sowie aus der ohne Bezug entworfenen Fig. 84 ersichtlich. Die Längsstäbe lassen sich, wie Fig. 85 zeigt, leicht herausziehen, worauf die Stoffflächen mit den Spannungsdrähten ohne weiteres zusammengelegt werden können.

Die verstärkten unterscheiden sich von den Normaldrachen nur durch kräftigeren Bau. Sie werden nur in einer einzigen Größe, 4 qm, angefertigt und sowohl als Apparatdrachen wie als Hilfsdrachen benutzt.

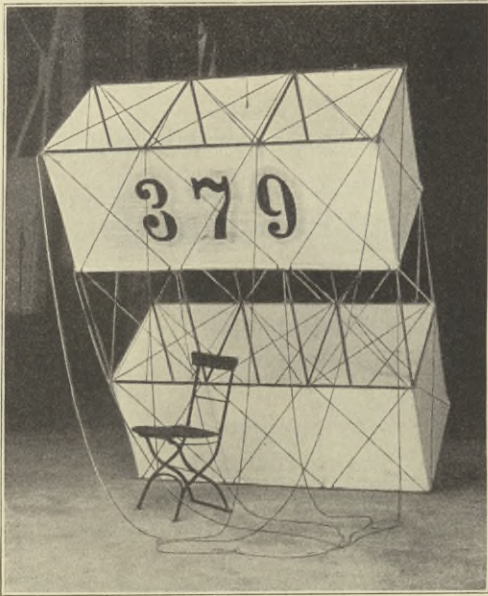
\*) Nur bei diesem Drachen ist die untere Zelle kleiner als die obere.

\*\*\*) Bei diesem Drachen besitzt die obere Zelle eine dritte Tragfläche in der Mitte zwischen den beiden anderen.



Bei symmetrischem Bau arbeiten diese *N*- und *V*-Drachen sehr zuverlässig, anderenfalls bemerkt man bei stärkerem Winde, daß sie schief steigen, ins Gieren geraten und Kopfsprünge machen. Die Drachen werden daher vor der regelmäßigen Benutzung sowie auch nach jeder Reparatur zunächst bei starkem Winde ausprobiert, wobei geringes Schiefgehen durch Änderungen an der Fesselung beseitigt werden kann.

Fig. 82.

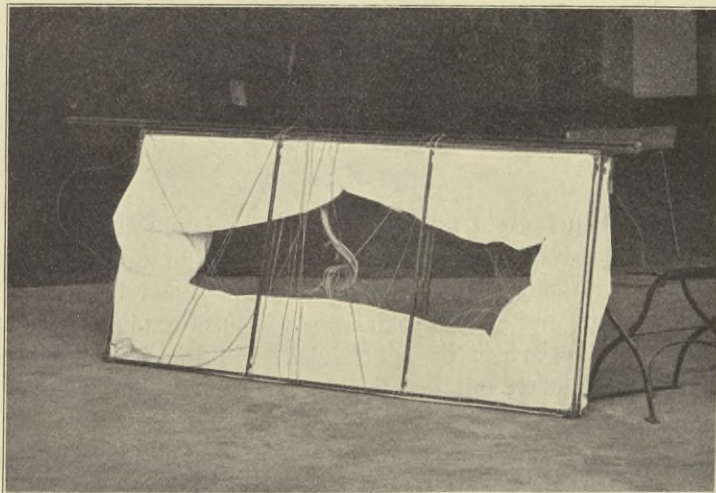


Die Form dieser Drachen wurde früher etwas niedriger gehalten, indem der Zwischenraum zwischen den beiden Kästen kleiner gemacht wurde. Hierdurch ergab sich allerdings insofern ein größerer Nutzeffekt, als dieselbe Größe der Tragflächen weniger Holzgewicht zu tragen hatte. Indessen die Forderung, daß der Aufstiegsbetrieb bei jeder Wetterlage ununterbrochen vonstatten zu gehen habe, wie das jetzt am Aeronautischen Observatorium der Fall ist, hat allmählich zur Annahme immer stabilerer Drachenformen geführt, da die früheren Formen bei stärkerer Belastung allzu leicht ins Gieren gerieten und Kopfsprünge machten. Der Nachteil eines etwas größeren relativen Gewichtes wiegt nicht so schwer wie der Vorteil der erhöhten Sicherheit beim Aufstiege mit den neuen höheren Formen.

Der Nachteil eines etwas größeren relativen Gewichtes wiegt nicht so schwer wie der Vorteil der erhöhten Sicherheit beim Aufstiege mit den neuen höheren Formen.

Der Nachteil eines etwas größeren relativen Gewichtes wiegt nicht so schwer wie der Vorteil der erhöhten Sicherheit beim Aufstiege mit den neuen höheren Formen.

Fig. 83.



Während das Gerüst der *N*- und *V*-Drachen aus gleichmäßig rechteckig geschnittenem feinem Holz zusammengesetzt wird, dienen den Kästen der *S*-Drachen (dargestellt in Fig. 86) Bambusstäbe (Tonkin) als Halt. Mitten in jedem Kasten, seiner Länge nach, findet man einen horizontal liegenden stärkeren Stab von 20

bis 23 mm Durchmesser, der gewissermaßen das Rückgrat bildet. An seinen beiden Enden trägt er je ein aus vier Armen bestehendes schirmartig divergierendes Aufsatzstück, dessen 14 bis 16 mm dicken Arme je in eine der Ecken des Kastens hineinführen; dieser wird auf solche Weise straff gespannt, zumal die Stoffkanten mit Draht verstärkt sind. Die beiden Kästen werden einerseits durch diagonal verlaufende Spanndrähte verbunden, und andererseits durch vier 15 mm dicke Bambusstäbe auseinandergehalten. Diese vier Stäbe lassen sich leicht abnehmen; ferner kann man in jedem der beiden Kästen eines der vierarmigen Schirmenden von der Hauptstange abheben, sodaß der Schirmdrachen, wie auch Fig. 87 zeigt, überaus bequem auseinandergenommen, in einem handlichen Bündel transportiert und ebenso leicht wieder zusammengesetzt werden

Fig. 84.

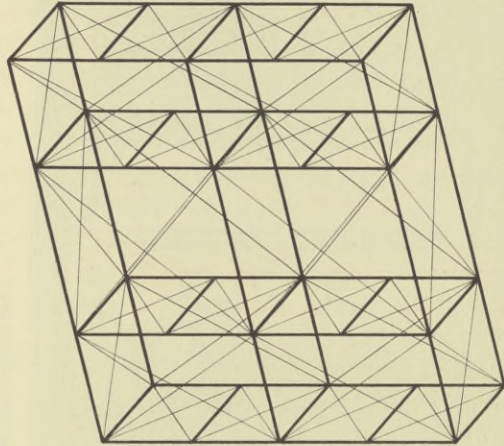
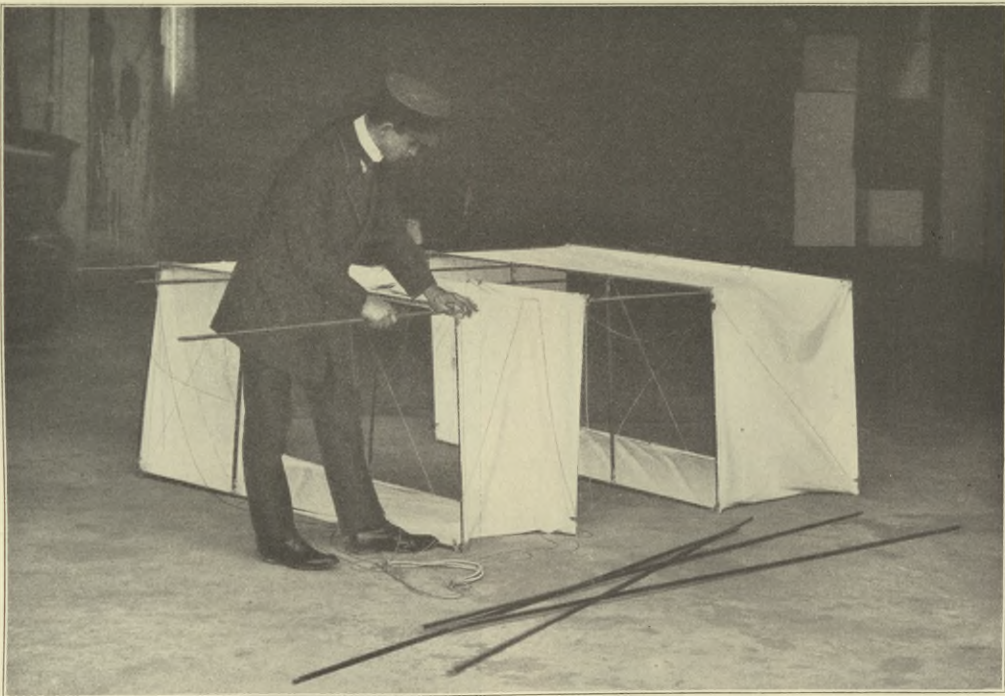


Fig. 85.



Auseinandernehmen eines Hargrave-Drachens.

kann. Da weder die Stoffränder noch die seitlichen Kanten der Kästen durch Stangen versteift sind, sondern lediglich um nachgiebige, wenn auch straff gespannte Drähte genäht sind, ist der Stirnwiderstand bei den *S*-Drachen etwas geringer, auch nehmen die Flächen stark gewölbte Formen an. Diese Flächenwölbung in

Fig. 86.

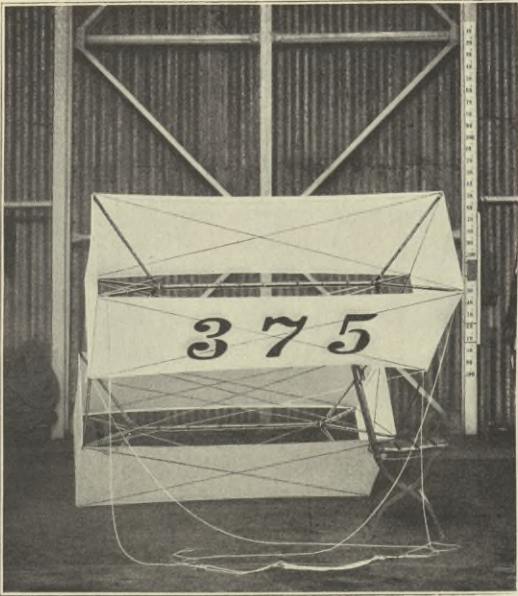


Fig. 88.

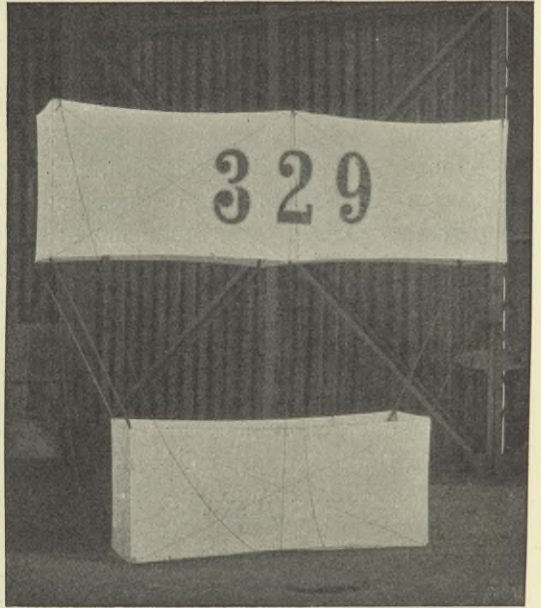


Fig. 87.

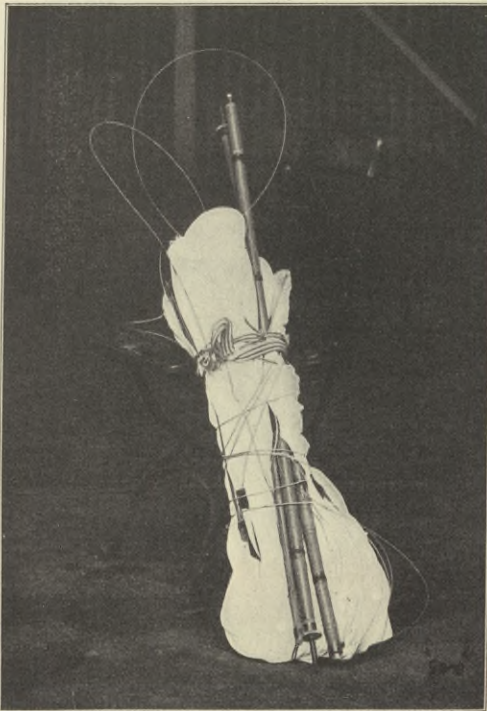
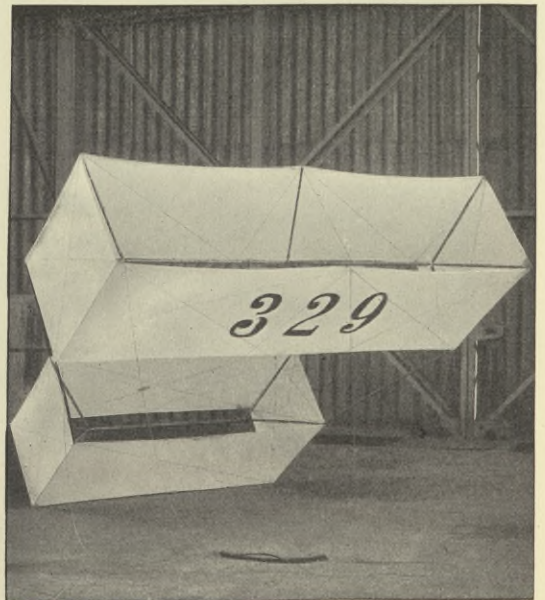


Fig. 89.



Verbindung mit der Leichtigkeit des Drachens befähigt den S-Drachen zum Dienst bei schwachem Winde.

Bei mehr als 15 m p. s. wird dieser Drachen aber unstabil, legt sich leicht auf die Seite und fällt herab. Wollte man diesem Übelstande durch stärkere Bauart abzuhelpfen versuchen, so würde er doch nicht entfernt die Leistungsfähigkeit der Normaldrachen erreichen, wohl aber für seinen eigentlichen Zweck, die Verwendung bei schwachem Winde, zu schwer werden.

Die mittlere Größenklasse des Schirmdrachen, von 7 qm, wird mit kleinerer Unterzelle gebaut (Fig. 88 u. 89); die Streben zwischen den beiden Zellen liegen hier schräg zu den Zellenkanten. Da der obere Kasten — an dem die Fesselung und der Haltedraht angebracht wird — den Hauptteil der Last zu tragen hat, läßt sich der untere, ohne allzuviel an Steuerkraft einzubüßen, etwas kleiner gestalten,

Fig. 90.

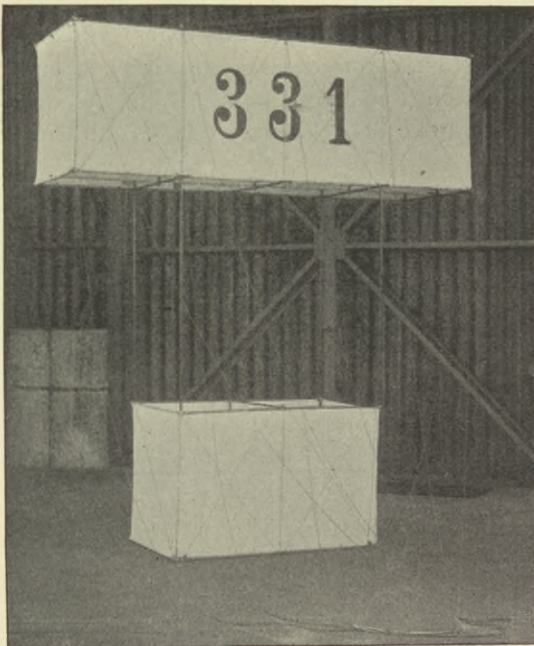
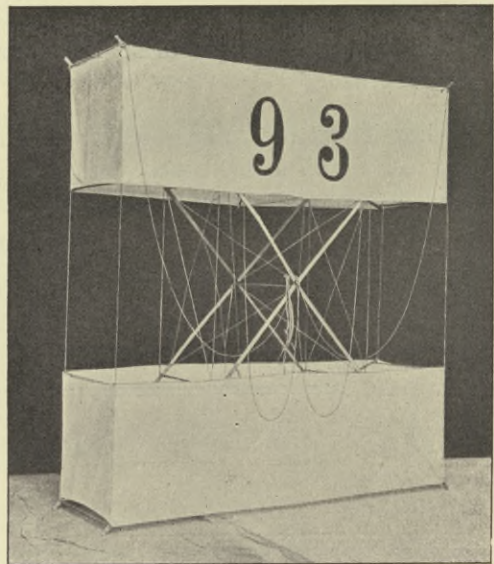


Fig. 91.



sodaß der ganze Drachen ohne wesentliche Einbuße an Tragkraft etwas leichter wird. Die großen Schirmdrachen haben im Vergleich mit den Normaldrachen eine verhältnismäßig große Breite und verhältnismäßig geringe Tiefe, da nichts außer Acht gelassen wird, was ihr Gewicht im Verhältnis zu ihren Tragflächen herabzusetzen geeignet ist.

Nach dem gleichen Prinzip sind auch große Hargrave-Drachen mit kleinerer Unterzelle gebaut worden (s. Fig. 90), die sich bei schwächerem Winde gut beharren, bei stärkerem aber leicht unstabil werden.

Vor der Konstruktion der „Schirmdrachen“ wurde eine andere Form, der „X-Drachen“, viel angewandt, der, wie Fig. 91 zeigt, aus zwei gespreizten Kreuzhölzern bestand, die durch Drahtverspannungen und einige Leisten zu einem ausreichend steifen parallelepipedischen Gestell zusammengefügt werden. Die verhältnismäßig geringe Holzmasse und die Verminderung der vom Winde rechtwinklig

getroffenen Stäbe machten ihn zu einem recht leistungsfähigen und auch leicht zusammenlegbaren Leichtwinddrachen. Er ist nach dem Grundsatz, daß „das Bessere der Feind des Guten“ ist, durch den Schirmdrachen verdrängt worden.

Von den übrigen, an anderen Stellen üblichen Drachenkonstruktionen, wie den „Diamant-“ und „Flügeldrachen“, hat man aus Gründen der höchstmöglichen Betriebssicherheit, wie sie bei einem unter allen Witterungsverhältnissen arbeitenden Observatorium unerläßlich ist, nach vielfachen Versuchen Abstand genommen, obwohl gerade der „Flügeldrachen“ im Jahre 1901 von dem Verfasser dieses Buches zuerst konstruiert worden war.

Über den Zug, den die mit „elastischem Zügel“ gefesselten Drachen im Verhältnis zur Windgeschwindigkeit am Dynamometer ausüben, sei folgendes ausgeführt. Frühere Untersuchungen, z. B. die von W. Köppen, hatten es wahrscheinlich gemacht, daß der Zug bei größerer Windgeschwindigkeit etwas langsamer wachse als bei kleinerer. Da man offenbar gut tut, diese Beziehung für jeden einzelnen Typ und jede Größe der Drachen für sich festzustellen, wurde aus einer größeren Anzahl von Aufstiegen der letzten Jahre, bei denen nur der Apparatdrachen aufgelassen war, für die als Apparatdrachen benutzten Typen *S* 8.5 qm, *S* 7 qm, *N* 7 qm, *N* 6 qm sowie *V* 4 qm diese Beziehung neu abgeleitet (Tetens). Es ergab sich die Formel

$$v = a \cdot Z^b.$$

*v* bezeichnet die Windgeschwindigkeit, *Z* den Zug am Dynamometer.

Da sich *b* nicht weit vom Werte  $\frac{1}{2}$  entfernt, kann man mit großer Näherung die — nur eine einzige noch abzuleitende Konstante enthaltende — Formel

$$v^2 = a_1^2 \cdot Z$$

benutzen. In der Tat ist von vornherein wahrscheinlich, daß der Zug nahezu proportional dem Quadrat der Windgeschwindigkeit sein wird. Für die einzelnen Typen finden sich nun die Koeffizienten *a* und *b*, wie folgt:

Drachentypus	<i>S</i> 8.5 und 7	<i>N</i> 7	<i>N</i> 6	<i>V</i> 4
<i>log a</i> =	0.410	0.420	0.400	0.500
<i>b</i> =	0.500	0.500	0.525	0.550
<i>log a<sub>1</sub></i> =	0.410	0.420	0.450	0.570

Die der einfacheren Formel entsprechenden Werte von *log a<sub>1</sub>* sind beigefügt; es gehörte also zu diesen der Wert *b<sub>1</sub>* = 0.500.

Auf der folgenden Seite findet man eine nach der ersten Formel berechnete Tabelle, die für jedes kg Zug die Windgeschwindigkeit zu entnehmen erlaubt. Es sei noch bemerkt, daß sich die zugrunde gelegten Aufstiege in der Höhengschicht von rund 1000 m hielten; die Abweichungen davon wurden auf diese Höhe reduziert. Auch bei der Entnahme einer Windgeschwindigkeit aus dieser Tabelle hat man für genaue Untersuchungen auf den Höhenunterschied gegen die Normalhöhe von 1000 m Rücksicht zu nehmen. Man hat zu diesem Zweck zu dem beobachteten Zuge bei einer um 400 m — bei Verwendung eines 0.7 mm dicken Drahtes schon um 300 m — größeren Höhe 1 kg hinzuzuzählen. Die Windgeschwindigkeit, die man mit diesem reduzierten Zuge der Tabelle entnimmt, gilt nun für die Höhe von 1000 m. Um sie auf die wirkliche Höhe zu reduzieren, kann man für eine um 200 m größere Höhe 1% ihres Wertes addieren. Diese

Tabelle 6.

Windgeschwindigkeit in m.p.s., abgeleitet aus dem Zuge  
am Dynamometer.

Zug kg	Drachentypus				Zug kg	Drachentypus			
	S 8.5 u. 7	N 7	N 6	V 4		S 8.5 u. 7	N 7	N 6	V 4
5	5.7	(5.9)	(5.8)	7.7	55	19.1	19.5	20.6	28.7
6	6.2	6.4	6.4	8.5	56	19.2	19.7	20.8	28.9
7	6.8	7.0	7.0	9.2	57	19.4	19.9	21.0	29.3
8	7.3	7.4	7.5	9.9	58	19.6	20.0	21.2	29.5
9	7.7	7.9	8.0	10.6	59	19.7	20.2	21.4	29.8
10	8.1	8.3	8.4	11.2	60	19.9	20.4	21.6	30.1
11	8.5	8.7	8.8	11.8	61	20.1	20.5	21.7	30.3
12	8.9	9.1	9.3	12.4	62	20.2	20.7	21.9	30.6
13	9.3	9.5	9.7	13.0	63	20.4	20.9	22.1	30.9
14	9.6	9.8	10.0	13.5	64	20.6	21.0	22.3	31.1
15	10.0	10.2	10.4	14.0	65	20.7	21.2	22.5	31.4
16	10.3	10.5	10.8	14.5	66	20.9	21.4	22.7	31.7
17	10.6	10.8	11.1	15.0	67	21.0	21.5	22.8	31.9
18	10.9	11.2	11.4	15.5	68	21.2	21.7	23.0	32.2
19	11.2	11.5	11.8	16.0	69	21.4	21.8	23.2	32.5
20	11.5	11.8	12.1	16.4	70	21.5	22.0	23.4	32.7
21	11.8	12.1	12.4	16.9	71	21.7	22.2	23.5	33.0
22	12.1	12.3	12.7	17.3	72	21.8	22.3	23.7	33.2
23	12.3	12.6	13.0	17.7	73	22.0	22.5	23.9	33.5
24	12.6	12.9	13.3	18.2	74	22.1	22.6	24.1	33.7
25	12.9	13.1	13.6	18.6	75	22.3	22.8	24.2	34.0
26	13.1	13.4	13.9	19.0	76	22.4	22.9	24.4	34.2
27	13.4	13.7	14.2	19.4	77	22.6	23.1	24.6	34.5
28	13.6	13.9	14.5	19.8	78	22.7	23.2	24.7	34.7
29	13.8	14.2	14.7	20.2	79	22.8	23.4	24.9	35.0
30	14.1	14.4	15.0	20.5	80	23.0	23.5	25.1	35.2
31	14.3	14.6	15.2	20.9	81	23.1	23.7	25.2	35.5
32	14.5	14.9	15.5	21.3	82	23.3	23.8	25.4	35.7
33	14.8	15.1	15.7	21.6	83	23.4	24.0	25.6	35.9
34	15.0	15.3	16.0	22.0	84	23.6	24.1	25.7	36.2
35	15.2	15.6	16.2	22.4	85	23.7	24.2	25.9	36.4
36	15.4	15.8	16.5	22.7	86	23.8	24.4	26.0	36.6
37	15.6	16.0	16.7	23.0	87	24.0	24.5	26.2	36.9
38	15.8	16.2	17.0	23.4	88	24.1	24.7	26.4	37.1
39	16.1	16.4	17.2	23.7	89	24.2	24.8	26.5	37.3
40	16.3	16.6	17.4	24.1	90	24.4	25.0	26.7	37.6
41	16.5	16.8	17.6	24.4	91	24.5	25.1	26.8	37.8
42	16.7	17.0	17.9	24.7	92	24.7	25.2	27.0	38.0
43	16.9	17.2	18.1	25.0	93	24.8	25.4	27.1	38.3
44	17.1	17.4	18.3	25.3	94	24.9	25.5	27.3	38.5
45	17.2	17.6	18.5	25.7	95	25.1	25.6	27.4	38.7
46	17.4	17.8	18.7	26.0	96	25.2	25.8	27.6	38.9
47	17.6	18.0	19.0	26.3	97	25.3	25.9	27.7	39.1
48	17.8	18.2	19.2	26.6	98	25.4	26.0	27.9	39.4
49	18.0	18.4	19.4	26.9	99	25.6	26.2	28.0	39.6
50	18.2	18.6	19.6	27.2	100	25.7	26.3	28.2	39.8
51	18.4	18.8	19.8	27.5	101	25.8	26.4	28.3	40.0
52	18.5	19.0	20.0	27.8	102	26.0	26.6	28.5	40.2
53	18.7	19.2	20.2	28.1	103	26.1	26.7	28.6	40.5
54	18.9	19.3	20.4	28.4	104	26.2	26.8	28.8	40.7

letzte Reduktion entspricht etwa der Hälfte des theoretischen Wertes, der erforderlich wäre, wenn die einem bestimmten Zuge entsprechende Windgeschwindigkeit genau umgekehrt proportional der Luftdichte wäre. Wenn auch eine genauere Untersuchung über diesen Einfluß nicht vorliegt, scheint es doch nach den hiesigen Erfahrungen, als nähme die mechanische Wirkung der Luftbewegung nach oben viel weniger ab, als der Dichteabnahme entspräche.

Es ist noch zu bemerken, daß die schwächer gedruckten Teile der Tabelle außerhalb des gewöhnlichen Bereiches liegen, in dem sich Zug und Windgeschwindigkeit bei dem betreffenden Drachen bewegen, also auf Grund der Formel extrapoliert sind und nicht als Erfahrungsergebnisse gelten können.

Bei den *S*-Drachen ist die Vorderzelle des kleineren Drachens größer, als die des größeren Drachens; daher erklärt es sich ungezwungen, daß bei beiden dieselbe Beziehung zwischen Windgeschwindigkeit und Zug gefunden wird.

Auf das Quadratmeter Drachenfläche bezogen, ist der kleinste gemessene Druck 0.6 kg bei  $5\frac{1}{2}$  m p. s., der größte 25 kg. Hier ist aber der Anteil, den der Druck auf den Haltedraht besitzt, mit in diesen Beträgen enthalten.

Was die Geschwindigkeit beim Auslassen betrifft, so wird sie nach Möglichkeit auf 4 bis 5 m p. s. bemessen. Bei schwachem Winde führt diese Geschwindigkeit zum Herabfallen des Drachens und kann daher nicht innegehalten werden. Gegen Ende des Auslassens brächte diese Geschwindigkeit die Gefahr mit sich, daß der nun tiefhängende Draht am Erdboden festhakte. Auch bei sehr hohen Aufstiegen muß bei verhältnismäßig hoher Drahtbelastung sehr vorsichtig, d. h. gegen Schluß langsamer gearbeitet werden. Schneller als mit 5 m p. s. wird auch bei mittelstarkem Winde nicht ausgelassen, da sonst die Drachen beim Ansegeln nach dem Anhalten leicht in Schichten allzu starken Windes hinaufsteigen könnten, sodaß der Draht risse. Bei Sturm läßt sich diese Grenze natürlich nicht innehalten.

Für die meteorologischen Aufzeichnungen des Registrierapparates wäre selbst eine Auslaßgeschwindigkeit von 6 m p. s., die also bei einem Höhenwinkel von  $30^\circ$  eine Vertikalbewegung von 3 m p. s. ergäbe, noch nicht zu schnell; selbst bei diesen Geschwindigkeiten wäre keine Gefahr, daß wesentliche Schichtungsfeinheiten bei der Registrierung verloren gingen.

Was die Einholgeschwindigkeit betrifft, so gestattet die Einrichtung der Winde, sie zwischen 0.1 und 7.0 m p. s. zu variieren. Bei hoher Drahtbelastung kann so schnell eingeholt werden, wie es die für fehlerfreie Drahtbeschaffenheit bekannte Bruchfestigkeit gestattet. Im Falle größerer Windgeschwindigkeit und einer größeren Anzahl von Drachen ist die hierdurch gebotene Einholgeschwindigkeit oft nur  $\frac{1}{4}$  m p. s.

Auch wenn dieser Fall nicht vorliegt, hat man darauf Rücksicht zu nehmen, daß der Meteorograph nicht zu schnell herabkommt, damit die Aufzeichnungen alle erwünschten Einzelheiten aufweisen und insbesondere nicht allzusehr nachhinken. Zu diesem Zwecke ist also neben der Einholgeschwindigkeit selbst auch auf den Höhenwinkel des Apparatdrachens zu achten, damit man sich dessen Vertikalbewegung richtig vergegenwärtigen kann.

Sollte keiner dieser beiden Umstände eine Abweichung verlangen, so wird gewöhnlich mit 3 bis 5 m p. s. eingeholt; es sei denn, daß andere Gründe dazu führen, die Drachen länger in der Luft zu lassen und somit langsamer einzuholen.

In den Fällen, bei denen die Drachen erst durch Einholen in größere Höhe gebracht werden können, ist hierzu oft eine größere Geschwindigkeit als

die gewöhnlich innegehaltene obere Grenze von 5 m p.s. erforderlich. Nicht selten reicht aber auch die Maximalgeschwindigkeit der Winde von 7 m p.s. nicht dazu aus, wie das erste Aufstiegsbeispiel zeigt. Holt man schnell ein, um größere Höhe zu erreichen, so empfiehlt es sich übrigens nicht, die Einholgeschwindigkeit wesentlich zu vergrößern, wenn man merkt, daß sich der Apparatdrachen schon hebt; vielmehr verlöre man bei allzu schnellem Einholen an wirklicher Höhe durch Abnahme der Drahtlänge wieder mehr, als man durch die Zunahme des Höhenwinkels gewönne. Auch aus dem Grunde ist eine allzu große Einholgeschwindigkeit in diesen Fällen unzweckmäßig, weil dann die unteren Hilfsdrachen beim Durchschneiden der in geringerer Höhe vorhandenen Windschicht, auf der sie alle schwebend weithin ausgelassen sind, unstabil würden.

Beim Einholen pflegt der Zug aus zwei Gründen zuerst rasch zuzunehmen: erstens wird die Luftbewegung relativ zum Drachen schon durch das beginnende Einholen selbst vermehrt, und zweitens erhöht sich durch diesen Geschwindigkeitszuwachs die Gleichgewichtslage des Drachens, daher kommt er ins Steigen und hierdurch wächst ebenfalls der Zug.

Ist diese neue Gleichgewichtslage erreicht, so hört die zweite Ursache auf, sodaß der Zug wieder etwas fällt, und zwar bei großem Betrage der durchmessenen Steighöhe schon durch die größere Luftverdünnung in der Höhe, wenn wir gleichbleibende Windgeschwindigkeit voraussetzen.

Bei mittlerem Höhenwinkel ist dann der Zug nicht viel größer, als er bei stillstehendem Drachen und einer Windgeschwindigkeit ist, die der Summe der tatsächlichen Windgeschwindigkeit und der horizontalen Drachenkomponente gleichkommt. Bei großem Höhenwinkel und sehr schnellem Einholen wird der Zug allerdings etwas größer. Um die Gleichgewichtslage höher hinaufzubringen, hat man also bei mittlerem Höhenwinkel die Einholgeschwindigkeit noch zu steigern, und zwar in noch höherem Maße, wenn der Wind in den vom Drachen allmählich erreichten Schichten schwächer wird. Nimmt aber der Wind nach oben hin zu, so hat man langsamer einzuholen, bei schneller Zunahme muß man bisweilen sogar zuerst noch etwas auslassen, damit der durchs Ansegeln steigende Zug die zulässige Grenze nicht überschreite. Außer der Gefahr des Reißens bringt nämlich übermäßiges Steigen des Zuges die Drachen gar leicht zum Gieren und zu Kopfsprüngen, Übelständen, die das Einholen stören und erschweren.

Die für die Erreichung der größtmöglichen Höhen bei den Drachenaufstiegen wichtige Überlegung, ob es vorteilhafter ist, stärkere Drähte und größere Drachenflächen, oder dünnere Drähte und kleinere Drachenflächen zu verwenden, muß zugunsten der erstgenannten Kombination beantwortet werden. Bei den in Frage kommenden geringen Durchmessern bis zu 1 mm wächst die Bruchfestigkeit proportional dem Querschnitt, d. h. im quadratischen Verhältnis, während Durchmesser und Umkreis linear wachsen. Hiernach hat ein Draht von 0.5 mm Durchmesser und 1.57 mm Umkreis einen Querschnitt von 0.196 qmm und eine Bruchfestigkeit von 59 kg: ein Draht von doppeltem Durchmesser, 1.0 mm, und doppeltem Umkreise, 3.14 qmm hat aber einen Querschnitt von 0.785 und eine Bruchfestigkeit von 236 kg. Der Luftwiderstand, der vom Durchmesser abhängt, ist demnach bei einem stärkeren Draht im Verhältnis zur Bruchfestigkeit ein geringerer als bei einem schwächeren Draht. Daß aber der Luftwiderstand bei einem höheren Drachenaufstiege, der etwa 15000 m Draht erheischt, einen nicht zu vernachlässigenden Einfluß auf die



Erreichung tunlichst großer Höhe ausübt, erkennt man durch die Überlegung, daß 1000 m Draht von 0.8 mm Durchmesser eine Gesamtwiderstandsfläche von 0.8 m, 15000 m also eine solche von 12 qm darstellen; allerdings kommt diese nicht in vollem Maße zur Wirkung, sondern nur in der Projektion der Drahtlänge, sodaß bei einer Höhe des obersten Drachens von 6500 m, die mit einer Drahtlänge von 15000 m erreicht wird, eine Luftwiderstandsfläche von 5.2 qm vorhanden ist, die vom Winde unter rechtem Winkel getroffen wird und demnach den Effekt hat, die Drachen von ihrem Fesselorte in horizontaler Richtung zu entfernen, d. h. ihre Höhe zu vermindern. Da ein Wind von 15 m p. s. Geschwindigkeit, d. h. ein normaler „Drachewind“, auf eine rechtwinklig getroffene Fläche einen Druck von 28 kg ausübt, würden die bei unserem Beispiel berechneten 5.2 qm einen solchen von 145 kg auszuhalten haben, wenn nicht die geringere Dichte der Luft in größerer Höhe eine entsprechende Verminderung des Widerstandes mit sich bringen würde, der bei einer angenommenen Höhe von 6000 m weniger als die Hälfte des in der Nähe der Erdoberfläche herrschenden beträgt. Für die mittlere Höhe von 3000 m, in der der Luftdruck um ein Drittel geringer ist, reduzieren sich die oben genannten 28 kg auf 18.7 kg, also für 5.2 qm Fläche auf 97 kg; dieser Betrag erfährt noch eine relativ geringfügige Verminderung durch die Tatsache, daß die angenommene Windgeschwindigkeit in den unteren, dichtesten Schichten eine erheblich kleinere zu sein pflegt: immerhin bleiben noch gegen 93 kg bestehen — eine nicht zu vernachlässigende Größe!

Führt man, um ein Bild über die Größenordnung des oben erwähnten Einflusses der Verwendung einer größeren Drachenfläche und stärkeren Drahtes auf die Aufstiegsbedingungen zu gewinnen, eine Überschlagsrechnung für Draht von 0.5 und 1.0 mm Durchmesser durch, so stellt sich folgendes heraus. Es sei eine mittlere Windgeschwindigkeit von 12 m p. s. vorausgesetzt, welche auf eine rechtwinklig getroffene Fläche von 1 qm einen Druck von 18 kg, auf eine Drachenfläche gleicher Größe aber, vorausgesetzt, daß sie in normaler Weise gefesselt ist, d. h. einen „elastischen Zügel“ besitzt, erfahrungsgemäß nur einen solchen von 7.2 kg ausübt, der sich bis zu einer Höhe von 3000 m auf 5.0 vermindert, und dessen Hälfte, 3.6 bzw. 2.5, zum Tragen des Gewichtes des Drachens und des Drahtes dient, während die andere Hälfte in horizontaler Richtung als „Abtrieb“ wirkt. Um bei einem Winde von 12 m p. s. Geschwindigkeit eine Höhe von 3000 m zu erreichen, sind etwa 6000 m Draht erforderlich, mit dem der oberste Drachen ohne Berücksichtigung des „Durchhanges“ einen Höhenwinkel von etwa 30° haben würde. 6000 m Draht von 0.5 mm Durchmesser wiegen rund 10 kg, die von ihm bei 3000 m Höhe dem Winde exponierte Widerstandsfläche beträgt 1.5 qm, auf welche der Wind von 12 m p. s. einen Druck von 27 — 4.5 kg — wegen Verminderung der Luftdichte in der mittleren Höhe von 1500 m um ein Sechstel — ausübt. Hierzu tritt noch das Drahtgewicht von 10 kg = 32.5 kg. Um diese 32.5 kg zu tragen, würde eine gewichtslose Drachenfläche von 10.6 qm erforderlich sein, wenn man bei 12 m p. s. Wind deren mittlere Tragkraft pro Quadratmeter auf  $\frac{3.6 + 2.5}{2}$  = 3.05 kg annimmt. Hierzu kommt aber noch das Gewicht der Drachen selbst, welches bei guten „Leichtwinddrachen“ etwa 600 g pro Quadratmeter beträgt: 10.6 qm Drachenfläche würden demnach 6.4 kg wiegen, die vom Winde nicht getragen werden könnten. Es muß deshalb eine Vergrößerung der Drachenfläche erfolgen, deren Gewicht gleichfalls zu tragen wäre: 2.7 qm einer solchen würden

rund 1.6 kg wiegen und 8.2 kg tragen, sodaß die Mehrlast von  $6.4 + 1.6 = 8.0$  kg und die Gesamtlast von  $32.5 + 8.0 = 40.5$  kg von einer Drachenfläche von  $10.6 + 2.7 = 13.3$  qm getragen würde. Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß die hier gegebenen Werte der Tragfähigkeit einer Drachenfläche nur angenäherte sind, da sie von der Konstruktion der Drachen stark beeinflußt werden. Nach der Annahme, daß der gleiche Betrag der Tragkraft eines Drachens auf die Horizontalkomponente, den „Abtrieb“, entfällt, würde der Zug, dem der Draht unter den obigen Verhältnissen ausgesetzt wäre,  $2 \times 40.5 = 81$  kg betragen, und die Festigkeitsgrenze des Drahtes von 0.5 mm Durchmesser, die, wie unsere obige Tabelle lehrt, bei 59 kg liegt, würde bereits erheblich überschritten, und die Drachen würden abgerissen sein.

Stellen wir dieselben Überlegungen für einen Draht von 1 mm Durchmesser an, so finden wir folgendes. 6000 m Draht wiegen 39.5 kg, die von ihm bei 3000 m Höhe exponierte Widerstandsfläche hat 3 qm, auf welche der Wind einen auf die mittlere Luftdichte bei 1500 m Höhe reduzierten Druck von 45 kg ausübt. Um dieses Gewicht von 45 kg und das Drahtgewicht von 39.5, zusammen 84.5 kg zu tragen, würde eine gewichtslose Drachenfläche von 27.7 qm erforderlich sein. Eine Drachenfläche dieser Größe wiegt 16.7 kg, und um diese zu tragen, sind 5.5 qm Drachenfläche erforderlich, die 3.3 kg wiegen. Hiernach würde die Gesamtlast  $84.5 + 16.7 + 3.3 = 104.5$  kg von einer Drachenfläche von 34.2 qm getragen werden. Der Gesamtzug würde das Doppelte, 209 kg betragen; die Bruchfestigkeit des Drahtes von 1 mm Durchmesser ist aber 236 kg, d. h. die Festigkeitsgrenze liegt noch um  $27 \text{ kg} = 11.4\%$  höher, und man würde es bei vorsichtigem Einholen ermöglichen können, die hierbei unvermeidliche künstliche Windverstärkung unter dieser Grenze zu halten und den Aufstieg ohne Abreißer zu beendigen.

In der Praxis würde es natürlich durchaus unrationell sein, einen durchgehenden Draht von 1 mm Durchmesser zu verwenden, dessen großes Gewicht eine beträchtliche Vergrößerung der Drachenfläche erfordert: man bedient sich vielmehr nach dem sachgemäßen Vorschlage Teisserenc de Borts verschieden starker Drähte, z. B. für die obersten Drachen eines solchen von 0.6 mm Durchmesser, für die mittleren von 0.7 und für die untersten von 0.8 mm Durchmesser. Da, wie die Beobachtungen gelehrt haben, die Windgeschwindigkeit oberhalb von 1000 m nur in verhältnismäßig geringem Maße zuzunehmen pflegt, und in größeren Höhen die Verminderung der Luftdichte einen großen Einfluß auf den Druck des Windes auf den Drachen und den Draht ausübt, kann man unbedenklich für die obersten Drachen einen Draht geringerer Bruchfestigkeit wählen; mit der Anzahl der Drachen wächst natürlich der auf den untersten Teil des Drahtes ausgeübte Zug, weshalb eine größere Bruchfestigkeit desselben erforderlich ist. Rechnet man das obige schematische Beispiel unter der Voraussetzung durch, daß der zur Erreichung von 3000 m Höhe erforderliche Draht von 6000 m Länge in dem oberen Drittel einen Durchmesser von 0.6 mm, im mittleren von 0.7 und im untersten von 0.8 mm Durchmesser hat, so ergeben sich folgende Verhältnisse:

2000 m Draht wiegen nach unserer Tabelle 4.75 kg und bieten dem Winde eine Widerstandsfläche von 1.2 qm; 2000 m Draht von 0.7 mm Durchmesser wiegen 6.46 kg, ihre Widerstandsfläche ist 1.4 qm; 2000 m von 0.8 mm wiegen 8.44 kg mit 1.6 qm Widerstandsfläche: das Gesamtgewicht des Drahtes ist demnach 19.65 kg und die Gesamtwiderstandsfläche, von der natürlich nur die Projektion, d. h. in diesem Falle die Hälfte in Frage kommt, 2.1 qm. Der Wind von 12 m p. s. mittlerer

Geschwindigkeit übt auf diese 2.1 qm einen Druck von 37.8 kg aus, vermindert um ein Sechstel wegen Abnahme der Luftdichte für die mittlere Höhe von 1500 m, also  $37.8 - 6.3 = 31.5$  kg. Streng genommen ist der Druck auf die obersten 2000 m Draht von 0.6 mm Durchmesser in der mittleren Höhe von 2500 m nur  $10.8 - \frac{10.8}{4} = 8.1$ , für das mittlere Stück von 0.7 mm in der mittleren Höhe von 1500 m  $12.6 - \frac{12.6}{6} = 10.5$ , und für das unterste von 0.8 mm in der mittleren Höhe von 500 m  $14.4 - \frac{14.4}{15} = 13.4$  kg. Die zu tragende Last ist  $19.65 + 31.5 = 51.5$  kg, wozu 16.9 qm gewichtslose Drachenfläche erforderlich wären: 16.9 qm Drachenfläche wiegen 10.14 kg, die von 3.3 qm Drachenfläche getragen werden würden, die ihrerseits wieder 1.98 kg wiegen. Die Gesamtdrachenfläche würde demnach  $16.9 + 3.3 = 20.2$  qm und der Gesamtzug am untersten Drahtende einschließlich des Horizontalzuges  $51.5 + 10.14 + 1.98 = 63.62 \times 2 = 127.24$  kg betragen: bei der Bruchfestigkeit des Drahtes von 0.8 mm Durchmesser von 150.72 kg ist die Sicherheit noch groß genug, um ein gefahrloses Einholen zu ermöglichen. Verteilt man diese 20.2 qm Drachenfläche in der Weise, daß man die obersten 2000 m durch einen Drachen von 7 qm, die mittleren von einem solchen von 6 qm und die unteren von einem Drachen von 7 qm Fläche tragen läßt, so ergibt sich, daß der Draht von 0.6 mm mit  $4.75 + 8.1 + 4.2 + 1.0$  (für den Registrierapparat)  $= 18.05 \times 2 = 36.1$  kg beansprucht wird, während seine Bruchfestigkeit 84.81 kg ist; der mittlere Draht von 0.7 mm wird mit  $6.46 + 10.5 + 3.6 + 18.05 = 38.61 \times 2 = 77.22$  kg bei einer Bruchfestigkeit von 115.44 kg, der unterste von 0.8 mm mit  $8.44 + 13.4 + 4.2 + 38.6 \times 2 = 129.30$  kg bei einer Bruchfestigkeit von 150.72 kg beansprucht.

Zur Befestigung am Draht besitzt jeder Drachen seine Fesselung, die (siehe Fig. 80 und 82) am oberen und unteren Rande der Vorderfläche der oberen Zelle angebracht wird. Bei allen Drachen derselben Art sind sie vollkommen gleich ausgeführt, sodaß die Beziehung zwischen Windstärke und Zug bei ihnen genau übereinstimmt. Hierdurch wird erreicht, daß die Windstärke in den verschiedenen Höhenschichten schon während des Aufstiegs aus den Dynamometerangaben ermittelt werden kann, was besonders für die Zwecke des Luftfahrerwetterdienstes von großem Wert ist. Eine geringe Abweichung zwischen den einzelnen Drachen desselben Typus tritt allerdings, wie schon oben bemerkt, dann ein, wenn sich herausstellt, daß sie schief gehen, d. h. daß die Richtung, in die sich der Draht einstellt, von der Windrichtung abweicht. Dieser durch ungleiche Elastizität der Drachenleisten bewirkte Fehler läßt sich durch schiefe Fesselung beseitigen; es wird dazu die eine Seitenschnur kürzer als die andere gemacht. Dies hebt den Fehler allerdings nur bei einer bestimmten Windstärke völlig auf: bei schwächerem Winde biegen sich die Leisten noch nicht und der Drachen geht infolgedessen bei schwächerem Winde ein wenig schief.

Die Zahl der Fesselungsschnüre ist bei den einzelnen Typen verschieden, vier bis acht. Stets werden oben und unten gleich viele angebracht. Es wird dazu geklöppelte Hanfschnur verwendet; die der Hauptleine besitzt eine Reißfestigkeit von 75 kg, die der Zweigleinen eine solche von 35 kg. Es werden auch sonst, wo es darauf ankommt, daß sich die Schnur nicht verdrehe, nur diese beiden Sorten geklöppelter Schnur verwendet und für größere Belastung mehrfach genommen,

sodaß stets zwei- bis vierfache Sicherheit besteht. Bei anderen Arbeiten, Schnurbunden usw. werden gedrehte Hanfschnüre genommen, da diese bei gleichem Gewicht billiger und namentlich auch haltbarer sind, und zwar besonders bei den Knoten; hier werden nämlich die kreuzweise übereinander geführten einzelnen Fäden der geklöppelten Schnüre nicht gleichmäßig belastet und zerreißen deshalb leicht nacheinander.

Am Observatorium sind besonders folgende drei Arten von Knoten gebräuchlich. Zur Umschlingung eines Stabes oder dgl. der „Webeleinstek“ oder „Mastwurf“, Fig. 92, ferner, wo zwei Enden verbunden werden sollen, die später leicht wieder gelöst werden können, der hier als „Netzknoten“ bezeichnete, Fig. 93, bei Köppen „Schotenstek“ und „Weberknoten“ genannt. Zur Bildung einer Schlinge dient der „Pahlstek“, Fig. 94, von den Amerikanern „Bowline knot“ genannt. Durchschneidet man seine Schlinge, so geht er übrigens in den vorigen über. Die beiden letzten Knoten lassen sich, selbst nach langer Benutzung, durch Zurückbiegen des Bogens *O* leicht lockern und dann öffnen. Bei jeder Fesselung ist übrigens in der ersten Zeit ungleichmäßige Dehnung zu beobachten, weshalb man sie einigemal nachspannen muß.

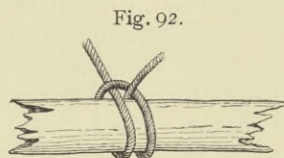


Fig. 92.

Daß in den unteren Teil der Fesselung eine Gummikordel eingefügt wird, um sie elastisch zu machen, ist bereits oben (S.102) näher beschrieben.

Die anderswo und auch am Aeronautischen Observatorium früher benutzten Sicherheitsreißvorrichtungen, die in Tätigkeit treten, sobald sich der Zug der

Fig. 93.

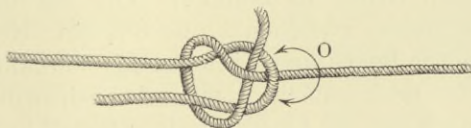
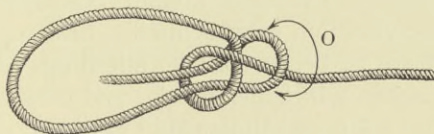


Fig. 94.



Zerreißgrenze nähert, besitzen manche Nachteile und werden deshalb nicht mehr angebracht. Sie versagten häufig und andererseits treten sie nicht selten schon in Tätigkeit, wenn es nicht erwünscht ist; sie verhindern dann also die Erreichung einer größeren Höhe. Bei Böen und bei besonders unruhigen Schichten starken Windes entbehrt man diese Sicherheitseinrichtungen bisweilen, indessen sind bei dem neuerdings immer intensiver durchgeführten Betriebe am Aeronautischen Observatorium dem Aufstiegsbeamten, wie schon oben betont wurde, in der Regel die Windverhältnisse in den verschiedenen von den Drachen zu durchschneidenden Schichten schon vorher so gut bekannt, daß ernstliche Überraschungen zu den Seltenheiten gehören. Aus diesem Grunde wird am Observatorium auch die von Köppen angegebene Methode der kombinierbaren Leine nicht angewendet.

Bei Regenwetter, besonders bei Böen und Gewitter, ist auch am Observatorium früher häufig die Fesselung durchgebrannt. Daß es sich dabei um elektrische Wirkungen handelte, bewiesen schon die Verbrennungsspuren am Drachen und an den Fesselungsschnüren (s. Fig. 100 auf S. 119); außerdem aber ist dies dadurch zweifelsfrei festgestellt, daß diese Erscheinung nicht mehr beobachtet worden ist, seitdem vor zwei Jahren für Aufstiege bei bewölktem Himmel eine von den Metallteilen des

Drachens neben den Fesselungsschnüren zum Haltedraht laufende metallische Verbindung eingeführt wurde. Früher konnte sich offenbar der Drachen so lange aufladen, bis er sich durch die benetzten Schnüre plötzlich in den Haltedraht entladen mußte.

Für die bei jedem Aufstiege erforderliche Wahl der Draht- und Drachenverteilung ist in erster Linie die anzunehmende Windverteilung maßgebend. Die Erfahrung des Aufstiegspersonals ist hierbei der Hauptfaktor. Sie stützt sich im Einzelfall auf die Kenntnis der Wetterlage, wie sie insbesondere seit Einführung der Luftfahrerwetterkarten auf dem Observatorium ständig vorliegt. Hierbei ist es von besonderem Nutzen, daß sich die Aufstiege neuerdings mit regelmäßigen kurzen Zwischenzeiten andauernd dreimal täglich folgen, sodaß schon die bloße Voraussetzung der Fortdauer der Windverteilung vom vorigen Aufstiege meist eine recht gut treffende Prognose über den Zustand bei Beginn eines neuen Aufstieges erlaubt. Fehlgriffe schwerwiegender Art gehören daher immer mehr zu den Seltenheiten.

Zeigt sich trotzdem eine unrichtige Wahl des Aufstiegsplanes, so wechselt man gewöhnlich nicht die Drahtverteilung, sondern die Drachen. Nur bei unerwartet heftigem Sturm wird, wenn erforderlich, zu stärkerem Draht gegriffen, da hier bis jetzt kein besser geeigneter Drachen als der verstärkte von 4 qm zur Verfügung steht.

Vor allem kommt die Windverteilung in den höheren Schichten — über 1500 und 2000 m — in Betracht, und die darunter liegenden werden nur soweit in Rechnung gezogen, als es unbedingt nötig ist, um die Drachen über sie hinauf zu bringen.

Bei der Wahl des unter der vorauszusetzenden Windverteilung jedesmal zweckmäßigsten Drachens kommt besonders dessen Größe in Betracht. Die auf dem Observatorium gebräuchlichen besitzen Tragflächen zwischen 4 und  $8\frac{1}{2}$  qm. Noch größere zu benutzen, böte allerdings in mancher Beziehung Vorteile: das Verhältnis zwischen wirksamer Fläche und Gewicht wäre noch günstiger, auch der Stirnwiderstand wäre verhältnismäßig geringer. Dennoch hat das Observatorium bisher keine größeren verwendet, da solche in Schichten unruhigen und starken Windes beim Aufstiege und ebenso bei einer rasch und plötzlich eintretenden Windzunahme eine nicht unbedenkliche Störung und Gefährdung herbeiführen.

Kleinere Drachen als von 4 qm anzuwenden, empfiehlt sich nicht, da hier das Verhältnis zwischen Fläche und Gewicht, wie auch der Stirnwiderstand allzu ungünstig würden, außerdem besitzen sie erfahrungsgemäß nicht die wünschenswerte Zuverlässigkeit und sind insofern unbequem, als sie — wegen der kürzeren Zwischenräume, in denen sie am Drahte angebracht werden müssen — die beim Ansetzen und Abnehmen erforderliche Arbeit erhöhen und zu vermehrten Reparaturen Anlaß geben. Aus den später folgenden Beispielen ersieht man deutlich, wie die verschiedenen Drachengrößen benutzt werden.

Die Anzahl der bei einem Aufstiege verwendeten Drachen richtet sich auch nach den Windverhältnissen: sind diese günstig — sowie auch bei schwachem Winde —, dann werden gelegentlich bis zu neun Drachen angesetzt. Ein besonders günstiges Beispiel ist das vom 3. November 1911 (Nr. 8). Der Apparatdrachen ist durchschnittlich 2 bis  $3\frac{1}{2}$  qm größer als die Hilfsdrachen.

Bei stärkerem Winde und bei Regenwetter, wo namentlich beim Einholen auf Gieren und Kopfsprünge zu rechnen ist, kann man nicht so viele Hilfsdrachen

ansetzen. Ist die Windgeschwindigkeit größer als 25 m p. s., so lassen sich nur ein bis zwei Drachen benutzen. (Vgl. das Beispiel Nr. 2.)

Die Zahl der Tage, an denen der Wind zu Drachenaufstiegen ausreicht, ist seit dem Bestehen des Observatoriums ziemlich unverändert geblieben, sie beträgt, wie aus der in jedem Jahrgange veröffentlichten Tabelle ersichtlich ist (z. B. im IX. Bande, S. XII), im Durchschnitt der letzten 11 Jahre 254.

Die fortschreitende Erfahrung und die Ausgestaltung der Technik, die allmählich mehr durchkonstruierten leichten und großen Drachen müßten an sich eine Vermehrung der Zahl der Drachentage herbeiführen; dieser Einfluß wird aber leider annähernd gerade aufgehoben durch die immer mehr beschränkte Erlaubnis, die umliegenden Besitzungen beim Austragen der Drachen zu betreten. Infolgedessen können die Drachen jetzt nicht weiter als höchstens 500 m ausgetragen werden. Durch Einholen wird dann der Drachen auch bei ganz schwachem Bodenwinde in eine Höhe von 100 bis 250 m gebracht, sodaß diese Schicht zur Entscheidung darüber benutzt werden kann, ob überhaupt ein Drachenaufstieg möglich ist und lohnen wird, oder ob der Versuch abgebrochen und statt dessen ein Ballonaufstieg begonnen werden muß.

Beträgt die Windstärke in dieser Versuchshöhe weniger als 6 m p. s., so ist kein erfolgreicher Drachenaufstieg möglich. Große Schirmdrachen halten sich — selbst mit dem Registrierapparate — bei  $5\frac{1}{2}$  m p. s., doch zum Auslassen weiteren Drahtes erfordert sogar diese leicht gebaute Art eine Windgeschwindigkeit von 6 m p. s. Bei böigem Winde, wie er besonders an Sommernachmittagen zu herrschen pflegt, muß die mittlere Windgeschwindigkeit noch mehr als 6 m p. s. betragen, da man in den Augenblicken schwächeren Windes stets sogleich einholen muß, um den Drachen vor dem Herabfallen zu bewahren. Man läßt dann in den Zeiträumen etwas stärkeren Windes wieder langsam aus — oft nur mit  $\frac{1}{4}$  m p. s. Geschwindigkeit —, bis etwa 1500 oder 2000 m Draht vom Drachen getragen werden; meist müssen zu diesem Zwecke schon ein oder gar zwei Hilfsdrachen angesetzt werden. Dann wirft man die Drachen durch Einholen in größere Höhe und vermag nun erst sicher zu erkennen, ob der Drachenaufstieg wirklich lohnen wird, oder ob alles wieder einzuholen, und ein Ballonaufstieg ins Werk zu setzen ist. Ein Drachenaufstieg hat keine Aussicht, in weitere Höenschichten vorzudringen, wenn sich statt der erhofften Schicht von 7 m p. s. in der bei 2000 m Drahtlänge erreichbaren Höhe keine Zunahme oder sogar eine Abnahme des beim ersten Auslassen gefundenen Minimalwindes von 6 m p. s. vorfindet.

Stellt sich dagegen Windzunahme nach oben heraus, so bietet die unten herrschende Schicht schwachen Windes kein ernstliches Hindernis für einen günstig verlaufenden und in größere Höhe führenden Aufstieg: die weiter anzusetzenden Hilfsdrachen werden dann nicht selten, ohne daß sie sich selbst im Winde zu halten vermöchten, von den oberen Drachen durch die untere, windschwache Schicht — am Hilfsdraht herabhängend — hinauf geschleppt, bis sie selbst in den Wind kommen und ihrerseits neue Hilfsdrachen und neuen Draht nachzuziehen helfen.

Die einzelnen Manipulationen bei dem Aufsteigen und Einholen der Drachen seien an der Hand der folgenden photographischen Bilder erläutert.

Der Drachen wird in der Nähe des Windenhauses aufstiegsfertig gemacht; zunächst wird der Marvinsche Registrierapparat in ihm befestigt (Fig. 95), und zwar in der Weise, wie die Figuren 96, 97 und 98 erkennen lassen. Er wird in

seiner Hülse an einen Stab mit zwei Spangen gebunden (Fig.95 und 96), der selbst an der oberen und der unteren Hinterleiste der oberen Drachenzelle sicher befestigt ist (Fig.97); mittels einiger am unteren Teile des Apparates befestigten Schnüre wird dieser selbst noch gegen den Drachen verspannt (Fig.98). Gegenüber der früher üblichen Aufhängung des Apparates am Haltedraht unterhalb des Drachens hat diese zuerst wohl von Köppen angegebene Methode den unleugbaren Vorteil, daß der Apparat an dieser Stelle die größtmögliche Sicherheit gegen

Fig. 95.

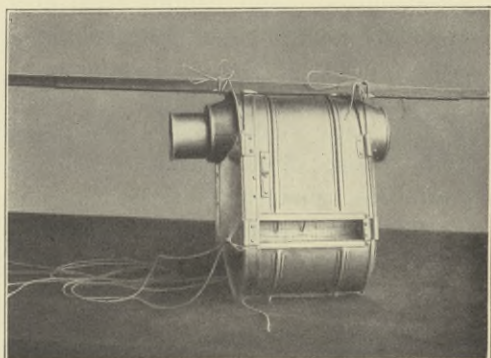
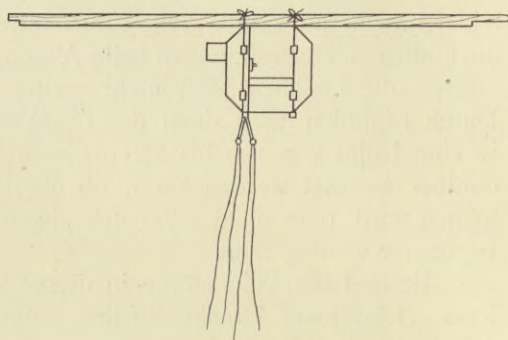


Fig. 96.



Beschädigungen bei der Landung findet: nicht selten bleibt er völlig unversehrt, oder erleidet nur unerhebliche Stauchungen, wenn der Apparatchdrachen selbst durch einen Kopfsprung in Trümmer geht (Fig.99).

Nachdem die Fesselung des Drachens mit dem Haltedraht sorgfältig verbunden und auch (s. S. 115) der Draht zur Verhinderung elektrischer Entladungen angebracht ist, welcher die aus schlecht leitendem Material bestehende Fesselung (Gummikordel) überbrückt und den Drachen in leitende Verbindung mit dem Haltedraht bringt

Fig. 97.

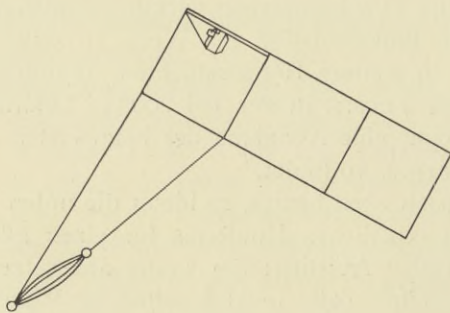
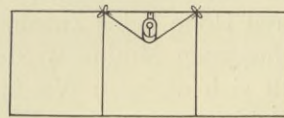


Fig. 98.

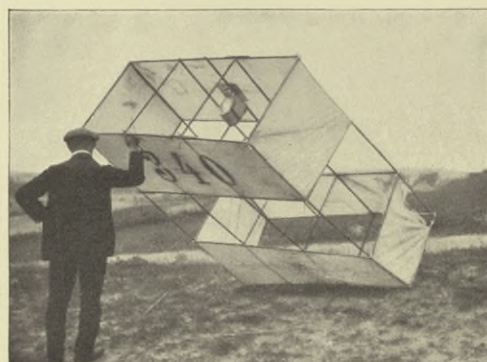
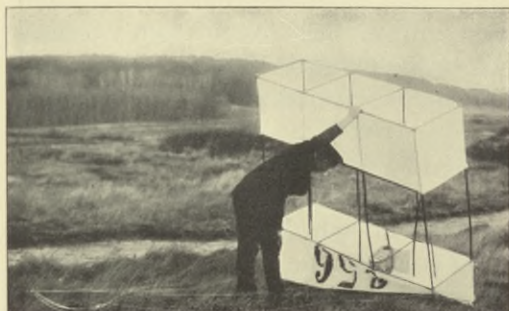


— ein Beispiel einer derartigen elektrischen Entladung, bei der alle Spanndrähte des Drachens verbrannt und der Drachenstoff sowie die Fesselung geschwärzt und zerrissen ist, zeigt die Fig.100 —, wird der Drachen durch einen Gehilfen gehalten und die Fesselung angespannt (Fig.101), wobei eine letzte Revision über die tadellose Beschaffenheit desselben und des obersten Drahtstückes erfolgt; für letzteres wird, da es der Gefahr ausgesetzt ist, bei dem Auflassen wie bei dem Landen leichtere Knickungen zu erleiden, die nicht immer leicht zu entdecken sind, ein Draht von 0.8 mm Durchmesser von 50 bis 60 m Länge verwandt, dessen erheblich

größere Bruchfestigkeit eine Gewähr dafür gibt, daß er nicht durch unbemerkte Schäden in seiner Haltbarkeit unter die Grenze des nachfolgenden dünneren Drahtes geschwächt wird. Auf ein Signal des an der Winde befindlichen Aufstiegleiters trägt der Gehilfe den Drachen aus (Fig. 102), d. h. er schreitet unter Überwindung der Reibung in der Drachenwinde in der Richtung des wehenden Windes und unter tunlichster Benutzung eines der für diesen Zweck angelegten Radialwege langsam vorwärts, stets sorgfältig bemüht, den Draht nicht außer Zug kommen zu lassen,

Fig. 100.

Fig. 99.



was bei stürmischem, in der Richtung stark schwankendem böigen Winde, sowie bei Unebenheiten des Geländes, besonders bei Nachtaufstiegen, durch ein Stolpern oder plötzlichem Verlangsamem des Schrittes bei Ungeübten leicht vorkommen kann, besonders wenn der Aufstiegleiter zur Verminderung des zur Überwindung

Fig. 101.

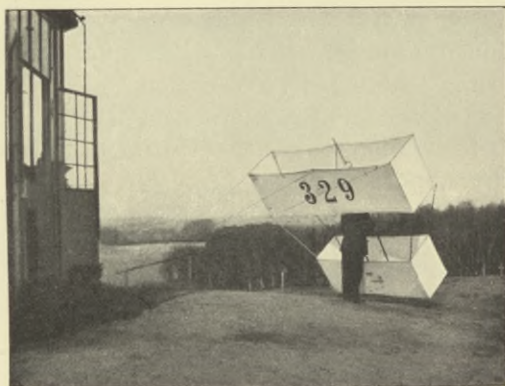
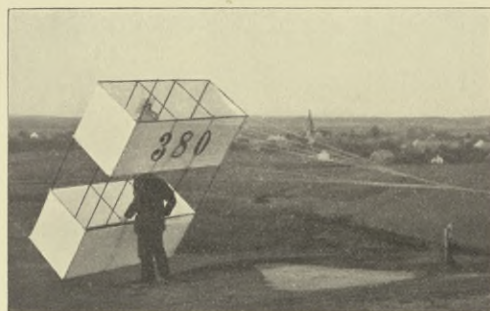


Fig. 102.



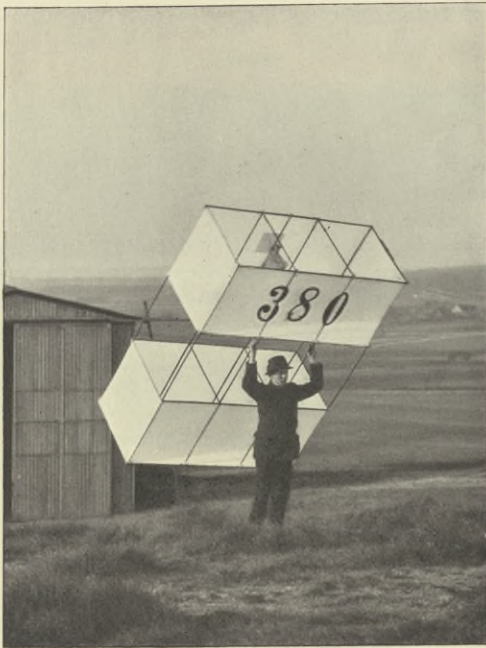
der Maschinenreibung erforderlichen Zuges den Windenmotor rückwärts laufen läßt und dem Austragenden auf die Weise den Draht „nachschiebt“.

Bei stärkerem Winde steigt der Drachen aus der Hand, man trägt ihn dazu nur 50 m weit aus. Erreicht der Wind aber nicht 8 m.p.s., so wird weiter austragen, und dann durch entsprechend schnelles Einholen die zum Steigen erforderliche relative Windgeschwindigkeit erzeugt. Nach dem Austragen stellt sich der Gehilfe vor den Drachen, das Gesicht gegen den Wind, faßt mit beiden Händen den hinter ihm stehenden Drachen und hebt ihn so auf (Fig. 103). Er gibt dann durch



Schwenken des Drachens das Zeichen „Fertig“ und läuft beim Beginn des Einholens mit, während er den etwas vorn übergeneigten Drachen hochhält: bald hebt dann der so verstärkte Wind den Drachen in die Höhe. Herrscht unten Windstille, so wird der Drachen beim Einholen dem Gehilfen förmlich aus den Händen gerissen, da dann die Einholgeschwindigkeit sehr rasch auf 6 oder 7 m.p.s.

Fig. 103.

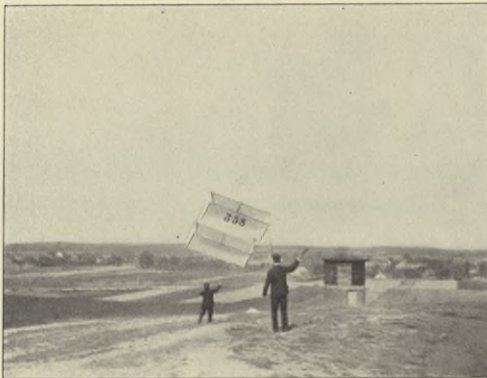


gesteigert werden muß, sodaß der Gehilfe natürlich nur wenige Sekunden mitzulaufen vermag.

Eingeholt wird der Drachen bei schwachem Winde in der Weise, daß er schwebend möglichst nahe herangeholt wird und er beim Nachlassen der Einholgeschwindigkeit keine bedeutenden seitlichen Schwankungen mehr macht, sondern ziemlich senkrecht herabfällt und von dem zum Auffangen unter ihm bereitstehenden Gehilfen mit hochgestreckten Händen leicht erfaßt werden kann (Fig. 104).

Bei stärkerem Winde benutzt der Gehilfe ein besonderes Mittel, die Landungsrolle, um den Drachen so weit herunterzudrücken, bis er die oberen Schnüre der Fesselung ergreifen kann. Der Drachen kommt, daran herabgezogen, flach liegend, ruhig zur Erde. Bei dem Auffangen des Apparatdrachens helfen hierbei noch ein oder zwei Gehilfen, um jede Erschütterung des Apparates tunlichst zu verhüten.

Fig. 104.



Bei besonders stürmischem Wetter befestigt man vor dem Aufstiege unten am Apparatdrachen eine 50 m lange Schnur, die, am Ende ein wenig beschwert, frei herabhängt. Mittels derselben kann der Drachen sehr sicher heruntergezogen werden.

Die Landungsrolle besteht, wie Fig. 105, 106 und 107 zeigen, aus einem doppelten Kreuz von Bandstahl, das, unten offenstehend, mit Holzschalen versehen,

die Griffhälften bildet, die den Draht vor und nach der Benutzung durchlassen. Oben sind die beiderseitigen Kreuzarme an zwei messingenen Schutzringen befestigt, die den Draht abzuspringen hindern; zwischen diesen dreht sich die Aluminiumrolle mit so wenig Spielraum, daß sich der Draht nicht einklemmen kann.

Nach erfolgter Landung wird, wie Fig. 108 zeigt, der Apparat aus dem Drachen herausgenommen, der Draht abgebunden und vorsichtig, um Knickungen zu vermeiden, mittels der Winde eingeholt.

Aufstiege mit mehr als einem Drachen sind aus den an früherer Stelle angegebenen Gründen im allgemeinen vorteilhaft und überwiegen daher bei weitem die Zahl der Aufstiege, bei denen nur ein einziger Drachen verwendet wird.

Die Hilfsdrachen werden im ganzen ebenso wie die Apparatdrachen gebaut. Nur werden bei den Hilfsdrachen vorspringende Teile, wie Ecken, Ösen, Nägel u. dgl. nach Möglichkeit vermieden und, wo dies — wie bei den *S*-Drachen — nicht möglich ist, derart mit Blechstreifen überbrückt, daß der Hilfsdrachen, wenn er bei seinen Schwenkungen an den Hauptdraht gelangt, hieran nicht festhaken kann, sondern abgelenkt (vergleiche Fig. 109). Ohne diese Vorsichtsmaßregel käme es hierbei häufig zu Kopfsprüngen und anderen unliebsamen Störungen.

Der Zweigdraht für den Hilfsdrachen ist 40 bis 50 m lang. Diese Länge ist zweckmäßig, da sie dem Hilfs-

Fig. 105.



Fig. 106.

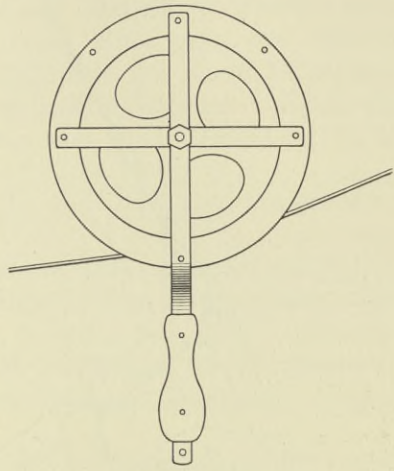


Fig. 108.

Fig. 107.

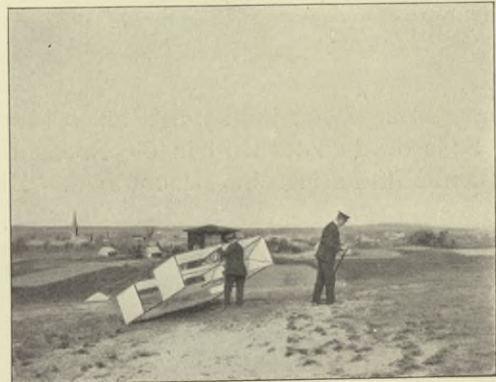
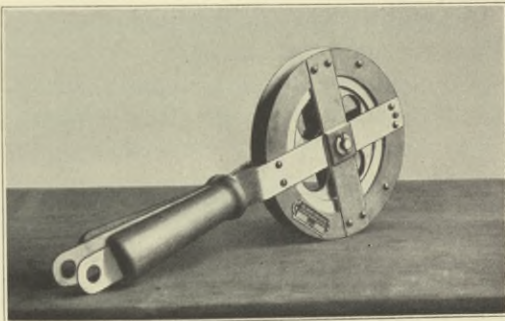


Fig. 109.

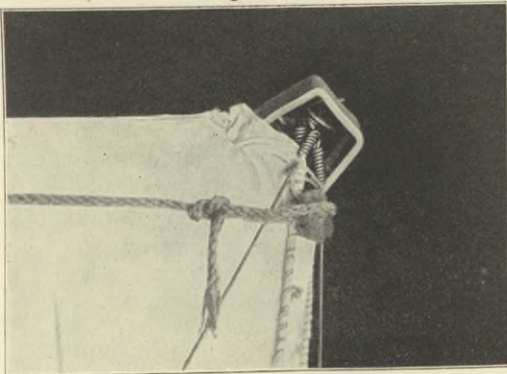


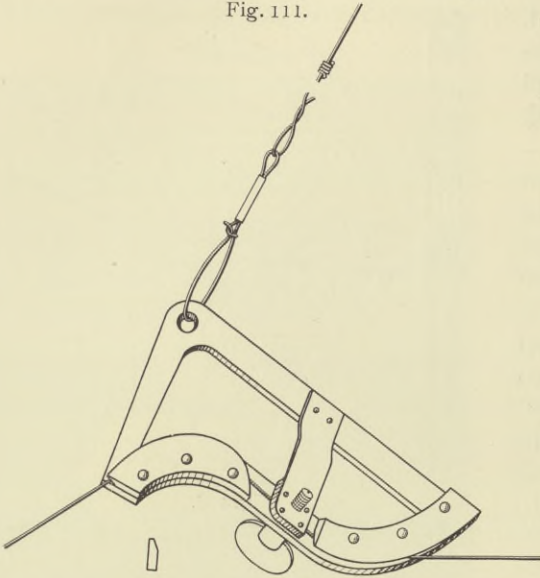
Fig. 110.



drachen freien Spielraum gewährt, um sich in das richtige Azimut zu stellen und um bei Kopfsprüngen und anderen Anomalien die übrigen Drachen möglichst wenig zu beunruhigen.

Der Zweigdraht dient zum Hochlassen und Landen des Hilfsdrachens. Bei schwachem Unterwinde werden die Hilfsdrachen, an der Zweigleine hängend, von den oberen Drachen in die Höhe gezogen; wenn erforderlich, werden sie dann schließlich durch kurzes Einholen in die Windschicht hineingebracht.

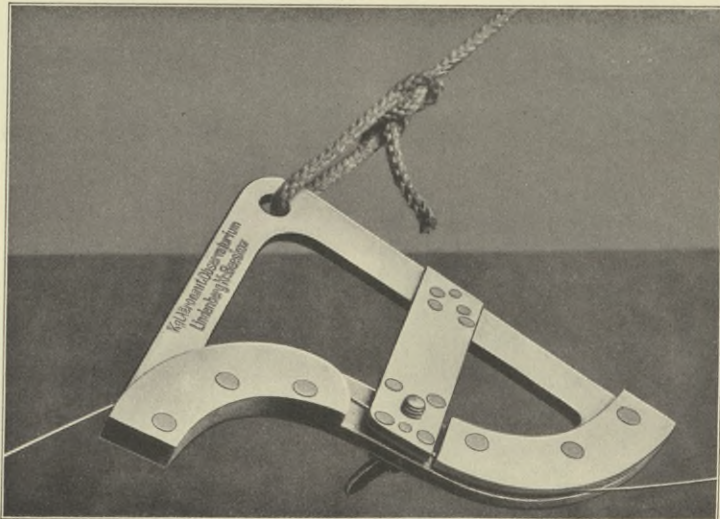
Fig. 111.



Bei stärkerem Winde wird auch der Hilfsdrachen bis zur Länge seines Drahtes ausgetragen (Fig. 110): ein Gehilfe ergreift sein freies Ende, das vorher in die Drachenklemme eingehakt worden ist, und läßt ihn in der Nähe des Windenhauses, doch weit genug vom Hauptdrachen entfernt, um eine Verschlingung mit dessen Draht auszuschließen, „aus der Hand“ steigen, was bei starkem Winde eine nicht unbeträchtliche „Standfestigkeit“ erfordert, um nicht von dem unter Umständen mit 40 bis 50 kg „ziehenden“ Drachen fortgerissen zu werden. Bei Glatteis entsteht hierbei nicht selten eine unfreiwillige „Schlittenfahrt“.

Der Zweigdraht trägt an beiden Enden Karabinerhaken. Der am freien Ende des Drahtes wird in die Drachenklemme eingehakt und man befestigt damit den Hilfsdrachen am Hauptdraht. Die Drachenklemme ist von dem früheren

Fig. 112.



Assistenten Knopp konstruiert worden, der 1901 in Tegel am Observatorium beschäftigt war. Sie besteht, wie Fig. 111 und 112 zeigen, aus einem 3 mm starken Rahmen, auf dem zwei Aluminiumbögen aufgenietet sind. Diese Bögen sind an der konvexen Seite schräg angefeilt; so entstehen die keilförmigen Nuten, in die der

Hauptdraht gelegt wird. Da die Krümmung der Nuten nach entgegengesetzten Seiten gerichtet ist, liegt der Hauptdraht in der Klemme S-förmig und wird also schon durch seinen eigenen Zug so festgeklemmt, daß die Klemme nicht am Hauptdraht entlang gleiten kann. Hierzu kommt dann noch der vom Hilfsdrachen ausgeübte Seitenzug. Zur größeren Sicherheit wird der Hauptdraht überdies noch durch eine federnde Backe mittels einer Flügelschraube leicht gegen den Rahmen gepreßt, wodurch auch verhindert wird, daß die Klemme bei einem Drahtbruch abgestreift wird. Diese äußerst zweckmäßig konstruierte Klemme verletzt den Draht nicht im geringsten und ist, was nicht selten von großer Bedeutung ist, in kurzer Zeit anzubringen und abzunehmen.

Als oberste Spitze des Gespanns dient am Observatorium stets ein einzelner Drachen, und dieser trägt den Apparat.

Nicht immer „betragen“ sich die Drachen in der Luft „gesittet“ und in der ihrem Zwecke angemessenen Weise: vielmehr bereiten sie dem Aufstiegsleiter nicht selten ernste Schwierigkeiten und Sorgen, ja, sie gebärden sich unter Umständen direkt „wie wilde Tiere“! Die hauptsächlichsten Abweichungen, die am fliegenden Drachen gegen das wünschenswerte und normale Verhalten beobachtet werden, seien hier kurz erläutert.

Bei zu schwachem Winde klappt der Drachen absatzweise herunter, wobei er sich abwechselnd flacher und steiler stellt. Sein Zug schwankt dabei von Null bis zu dem Minimalwerte, den der Drachen bei stabiler Lage besitzt. Findet er nicht in tieferer Schicht eine Gleichgewichtslage, so fällt er in dieser schaukelnden Weise allmählich ganz zu Boden. Die Drachen mit kleinerer Unterzelle schaukeln in solchen Fällen nicht in einer durch den Draht gelegten Vertikalebene herab, wie die anderen Typen, sondern schwenken infolge der geringen Steuerkraft der kleineren Zelle bald nach rechts, bald nach links, sich auf die Seite legend; im Augenblick des Umlegens sinkt dabei der Zug jedesmal beinahe auf Null.

Werden Drachen bei schwachem Winde schnell eingeholt, so segeln sie, wenn die Drahtlänge unter 1000 m herabgeht, bis zum Zenit hinauf und schießen bisweilen noch darüber hinaus. In günstigen Fällen fährt der Drachen dann in großem Bogen seitlich herum nach der Leeseite zurück, doch fällt er dabei nicht selten seitwärts auf den Boden herab und zertrümmert. Durch langsames oder vorübergehend ganz unterbrochenes Einholen sucht man dieses „Überwerfen“ zu vermeiden.

Seitliche Abweichungen bewirken stets einen Verlust an Höhe. Man vermeidet sie daher nach Möglichkeit. Dies geschieht vor allem durch richtige Wahl der den stärkeren Windverhältnissen angepaßten Drachentypen. Durch sorgfältiges Ausprobieren jedes einzelnen Drachens bei stärkerem Winde beschafft man sich zuverlässiges Material; jeder Drachen, der dabei unter starker Belastung nicht ruhig steht, wird umgebaut, Stäbe von gleichmäßiger Elastizität werden eingesetzt und alles wird nachgespannt.

Unter „Gieren“ wird am Observatorium die schaukelnde Bewegung nach links und rechts verstanden, bei der die Drachen eine liegende Acht beschreiben. Während das Gieren in der Regel nur auf Konstruktionsmängel zurückzuführen ist, kommt doch bisweilen der Fall vor, daß erprobte gute Drachen in einer gewissen Luftschicht von wenigen hundert Metern Mächtigkeit gieren, obwohl sie über und unter jener Schicht bei noch stärkerem Winde ruhig stehen. In solchen Fällen scheint also das Gieren auf eine besonders starke Turbulenz der betreffenden Schicht hinzudeuten. Alle Drachentypen besitzen gierende Individuen, auch die

Größe der Drachen scheint dabei keine Rolle zu spielen. Der Zug steigt beim Gieren auf das  $1\frac{1}{2}$ - bis 2fache des normalen.

Bei einem „Kopfsprunge“ kehrt sich der Drachen mit der oberen Zelle nach unten und schießt in dieser Lage mit großer Geschwindigkeit tief hinab; er richtet sich dann meistens bald wieder auf, um anzusegeln, erreicht dabei aber nicht die frühere Höhe. Dann legt er sich wieder um und beginnt einen neuen Kopfsprung, wobei er sich dem Erdboden immer mehr nähert. In seinem rapiden Auf- und Abstürmen, dem kurzen Umbiegen in der Höhe und Wiederaufbäumen dicht über dem Erdboden macht ein solcher Drachen in der Tat den Eindruck eines in Wut geratenen „wildes Tieres“. Das Ende ist in den meisten Fällen, daß er schließlich auf den Erdboden trifft und zertrümmert. Durch schnelles Auslassen kann man allerdings den Winddruck verringern und dadurch dem Drachen Zeit zur Beruhigung geben. Je nach der Heftigkeit des Kopfsprunges wächst der Zug dabei bis auf das Dreifache des normalen an und „Abreißer“ sind eine sehr häufige Folge. Zwar werden Kopfsprünge nicht

Fig. 113.



selten durch falschen Bau des Drachens, unrichtige Wahl des Typus und ähnliche vermeidbare Ursachen veranlaßt, doch sind diese Bewegungsanomalien auch bei den festesten und gut erprobten Drachen zu erwarten, sobald stark wirbeler, böiger Wind weht, besonders bei Regenwetter. Bisweilen legen sich die Drachen in solchen turbulenten Schichten verständigerweise auf den Rücken; sie fallen dann in eine tiefere Schicht herab und ziehen wenig, da sie auf diese Weise sozusagen ganz flach gefesselt sind.

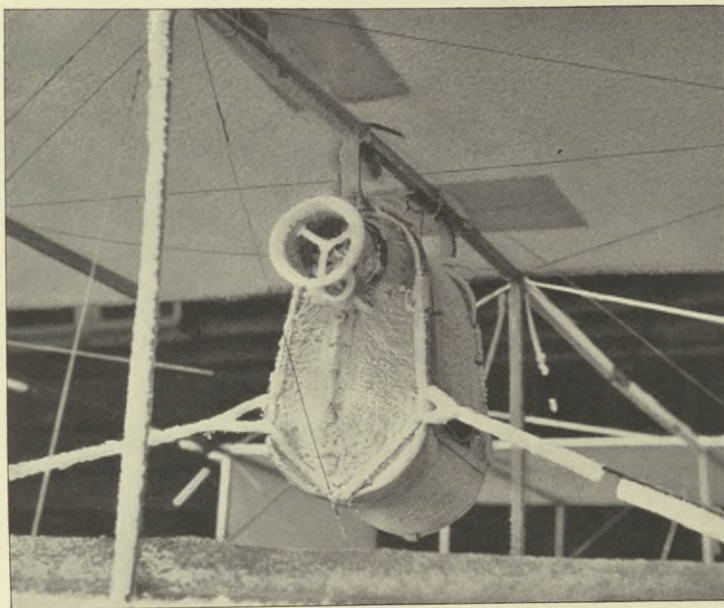
Nur selten kommt es vor, daß ein fliegender Drachen in der Luft zerbricht; er fällt dann meist sofort herab, es sei denn, daß er zufällig ganz symmetrisch zerbrochen wäre.

Dem Schiefgehen der Drachen kann durch Korrektur an der Fesselung einigermaßen abgeholfen werden; man hat die eine Seite der Fesselung zu verkürzen, wenn der Drachen nach der anderen Seite schiefe geht. Da auch nach dieser Korrektur das Azimut des Drachens noch vielfach gefälscht wird, und da er außerdem zu Kopfsprüngen neigt, ist es, wenigstens bei erheblichem Betrage des Schiefgehens, besser, ihn umzubauen und so den Fehler gründlich zu beseitigen.

Eine weitere, in der Tetensschen „Drachentechnik“ nicht berücksichtigte Aufstiegsanomalie wird durch das Auftreten von Reif, Rauhereif oder Eisanhang an dem ganzen oder einem Teile des Aufstiegssystems hervorgerufen, welche eine Anzahl der Aufstiege, besonders in den Frühjahrs- und Wintermonaten, in der unvorteilhaftesten Weise beeinflußt. Die Tatsache eines Reif- oder Eisanhanges wird meistens schon bei dem Einholen des Drahtes festgestellt, der in solchen Fällen mehr oder weniger stark verdickt erscheint; an der Azimutrolle des Windenhauses werden nicht selten größere Mengen pulverförmigen Eises abgestreift. Fig. 113 gibt ein Bild dieses „Himmelseises“. Man unterscheidet ziemlich sicher den dem Rauhereif ähnlichen weißen federförmigen Reif von dem klaren und durchsichtigen Eise, das dem „Glatteis“ ähnlich ist. In vielen Fällen sind die unteren Teile des Drahtes mit

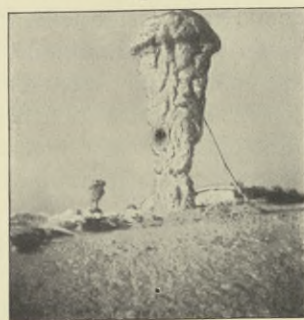
Wasser überzogen, das an ihm herabläuft, während die höheren Eis tragen. Im Sommer findet man nahezu ausschließlich Wasser am Draht, das wohl in den meisten Fällen aus Eis entstanden sein dürfte, das beim Passieren der unteren wärmeren Schichten geschmolzen ist. Zuweilen finden sich diese Kondensationsprodukte nur an den oberen Drachen, besonders am Apparatdrachen mit den

Fig. 114.



Registrierapparaten, wo sie meistens das Anemometer, ferner aber auch das Haarhygrometer und am seltensten das Thermometer durch „Einfrieren“ außer Funktion setzen. In welchen Mengen sich gelegentlich dieselben am Drachen und Apparat niederschlagen, zeigt Fig. 114. Sie läßt auch erkennen, daß der Eisbeschlag durchaus den Charakter des Rauhreifes hat, indem die dem Winde entgegengerichteten (Luv-) Seiten den stärksten Ansatz aufweisen: die rechts unten sichtbare seitliche Befestigungsschnur des Registrierapparates, die eine Versechsfachung ihres Durchmessers erfahren hat, läßt das an der Unterbrechungsstelle deutlich wahrnehmen. Auch die Vorderfläche des Apparatgehäuses zeigt die charakteristische federartige Anordnung des Rauhreifes, wie sie durch das Anfliegen stark überkälteter Wassertropfen an einen festen Körper entsteht. Zum Vergleich sei ein vom Verfasser im Jahre 1881 bei einem Winteraufenthalte auf dem Brocken aufgenommenes typisches Rauhreifbild wiedergegeben (Fig. 115), das zwei Telegraphenpfähle auf der Brockenkuppe darstellt, deren vorderer durch Rauhreifansatz in eine Wand von 2.9 m Breite verwandelt worden war. Bei dem fernerstehenden ist der untere Teil des Rauhreifes abgebrochen. Abgesehen von den verschiedenen Dimensionen ist die Ähnlichkeit der schuppenartig-fedrigen Oberflächenbeschaffenheit mit der des

Fig. 115.



Apparates in Fig. 114 nicht zu verkennen. Ob die bei den Drachenaufstiegen zu beobachtende Bildung luftleeren, klaren und durchsichtigen Eises in der gleichen Weise entsteht, wie das auf dem Brocken mehrfach beobachtete „Glatteis“, das alle Gegenstände, besonders die Zweige und Gräser in „säbelartige“ Glasscheiben verwandelt, die bei dem Durchschreiten klirrend zu Boden fallen, läßt sich nicht ohne weiteres feststellen. Die charakteristische Eigentümlichkeit, sich im Gegensatz zum Rauhreif auf der Leeseite anzusetzen, läßt sich schwer erkennen, da natürlich am Draht eine Luv- und eine Leeseite nicht unterschieden werden kann\*). Der Verfasser nimmt auf Grund seiner oben erwähnten Brockenstudien für die Glatteisbildung gleichfalls das Vorhandensein von überkalteten Wassertropfen an, die jedoch nicht aus den kleineren, durchschnittlich 0.05 mm großen Nebeltröpfchen der Wolken, sondern aus erheblich größeren Regentropfen bestehen, deren Temperatur nur wenig unter dem Gefrierpunkte liegt und die deshalb bei dem Auftreffen auf einen Körper vor dem Erstarren noch Zeit finden, zusammenzufließen und, vom Winde auf die Leeseite getrieben, luftfreies, durchsichtiges Eis zu bilden. Die stark überkalteten Nebel- oder Wolkentröpfchen dagegen erstarren im Moment der Berührung zu nicht kristallinen Eiskörnchen gleichen Durchmessers, die durch Kongelation gegen den Wind fadenförmig aneinandergereiht und, durch die eingeschlossene Luft schneeweiß erscheinend, die federartigen Gebilde des echten Rauhreifes erzeugen, deren Anordnung auch die kleinsten Luftwirbel und Brechungen der Windbahn gewissermaßen registrieren. Bei den Drachenaufstiegen kann aber auch Rauhreif, der sich in den höheren kalten Schichten an den Drachen und am Draht niedergeschlagen hat, bei dem Herabholen durch wärmere Schichten, deren Temperatur über dem Gefrierpunkte liegt, schmelzen und dann zunächst das Aussehen klaren Eises annehmen, ehe er ganz zu Wasser wird, das nun am Draht herabläuft.

Leider fehlt es bisher noch an einer genaueren Untersuchung dieser interessanten Vorgänge: um einen oberflächlichen Überblick über die sie begleitenden Umstände zu gewinnen, habe ich aus den Veröffentlichungen des letzten Jahres, 1913, folgende Zusammenstellung gemacht (s. Tabelle 7).

Unter den 1115 Drachen- und Fesselballonaufstiegen finden sich 102, entsprechend 9.2 %, bei denen Kondensationen an den Drachen, dem Apparat oder dem Draht festgestellt worden sind. Diese bestanden 24 mal (2.2 %) aus „Reif“, besser gesagt „Rauhreif“, 42 mal (3.8 %) aus „Eis“ und 36 mal (3.2 %) aus „Wasser am Draht“: die festen Formen kamen demnach in 66 (5.9 %) Fällen vor. In allen Fällen war eine tief liegende geschlossene Wolkendecke vorhanden, meist aus stratocumulus oder nimbus bestehend, aus der es in 16 Fällen schwach regnete, in 22 schneite: stets waren die Niederschläge ganz geringfügig; in 22 Fällen herrschte teils dünner, teils dichter Nebel. Aus 51 Fällen, in denen die untere Wolkengrenze bestimmt worden war, ergab sich als deren mittlere Höhe 695 m, in 6 Fällen lag sie höher als 1000 m, in 3 Fällen mehr als 2000 m und in 2 Fällen, am 21. Januar und 10. Juni, höher als 3000 m; bei den letztgenannten bestand sie aus altostratus-Gewölk, wo Temperaturen von  $-13.4$  und  $-8.5^{\circ}$  registriert wurden. Da naturgemäß die oberen Grenzen der Wolken nicht bekannt sind, ebensowenig das Vorhandensein höherer Wolken über der unteren geschlossenen Decke, lassen sich

---

\*) In der neuen (III.) Auflage des Hannschen Lehrbuches der Meteorologie findet sich auf Tafel X eine charakteristische Abbildung derartigen „Glatteises“, das durch überkalteten Regen hervorgerufen worden war.

Tabelle 7.

1913	Kondensationen bei Drachenaufstiegen						Untere Wolkengrenze			Nieder- schlag	Nebel
	Reif	Eis	Was- ser	am Apparat	am Drachen	am Draht	mittlere				
							Höhe (m)	Temp.	Wind- geschw.		
Januar . . .	10	6	2	3, 1,—	3, 2,—	8, 4, 2	834	— 4.8 <sup>0</sup>	10	2 5*	4
Februar . . .	2	4	3	—,—,—	1, 2,—	1, 3, 2	800(?)	— 7.0(?)	12	2 —	3
März . . . .	—	3	—	—, 3,—	—,—,—	—,—,—	853	— 2.8	20	3 —	—
April . . . .	1	2	—	—,—,—	—,—,—	1,—, 1	1200(?)	— 11.0(?)	14	1 1	—
Mai . . . . .	—	1	1	—, 1,—	—,—,—	—,—, 1	480	— 6.5	12	2 —	—
Juni . . . . .	—	5	5	—, 3,—	—,—,—	—,—, 4	1028	— 1.6	11	3 —	3
Juli . . . . .	—	—	15	—,—,—	—,—,—	—,—, 15	543	— 9.4	8	3 —	1
August . . . .	—	—	3	—,—,—	—,—,—	—,—, 3	300(?)	— 14.5(?)	8	1 —	2
September . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oktober . . .	—	—	2	—,—,—	—,—,—	—,—, 2	—	—	6	—	—
November . .	—	2	1	—, 1,—	—, 1,—	—, 1, 1	800(?)	— 7.0(?)	16	1 —	1
Dezember . .	11	19	4	2, 3,—	3, 7,—	10, 15, 4	580	— 1.6	13	4 10	8
Jahr . . . . .	24	42	36	5, 12,—	7, 12,—	20, 23, 35	—	—	—	—	—

aus den Temperaturen keine Schlüsse über die Kondensationsvorgänge ziehen, zumal nicht festzustellen war, in welchen Höhen die Eisbildungen erfolgt sind. Die in der Nähe der unteren Wolkengrenze aufgezeichneten Temperaturen sind natürlich von der Jahreszeit abhängig: in Tabelle 7 sind aus den vorhandenen Aufzeichnungen die Mittelwerte derselben sowie die der Höhe der unteren Wolkengrenze und der dort herrschenden Windgeschwindigkeit angegeben. Die Windrichtung hat keinerlei bestimmenden Einfluß auf die Kondensationen, ebensowenig die Windstärke: sobald die allerdings unerläßliche Bedingung einer geschlossenen Wolkendecke gegeben ist, erfolgt bei schwachem Ostwinde ebensogut Kondensation wie bei starkem Westwinde. Die relative Feuchtigkeit ist natürlich in den Wolken stets nahe bei 100%. Wiederholt finden sich in den Beobachtungen Angaben über die Stärke des Eisanhanges, der bei dem Einholen am Draht, den Drachen und dem Apparate festgestellt wurde: bei der Bewertung dieser Angaben muß man natürlich nicht vergessen, daß sie ohne Zweifel nur einem unteren Werte entsprechen, da aller Wahrscheinlichkeit nach ein Teil des in der Höhe vorhandenen Ansatzes bei dem Einholen abgefallen oder geschmolzen ist. Als größte Stärke werden mehrfach 10mm, wiederholt 8, 6, 5, 4 mm aufgezeichnet. Über die hierdurch bedingten Gewichtsvermehrungen läßt folgende Überlegung eine rohe Schätzung zu: am 10. Januar wurden nach einem Aufstiege mit 20qm Drachenfläche und einer Drahtlänge von 6440 m 10 mm Reifanhang an Drachen und Draht festgestellt. Nimmt man, wie bei der Bemessung des „Wasserwertes“ von Schnee, an, daß 1 mm Reif bei dem Schmelzen 0.1 mm Wasser ergibt — bei der außerordentlich dichten Struktur des Rauhreifes wird dieses Verhältnis wahrscheinlich ein wesentlich geringeres sein —, so würden 20 qm dem Winde exponierter Drachenflächen, die mit einer Reifschicht von 10 mm Dicke überzogen sind, mit einem Gewichte von 20 kg belastet sein, da 1 ccm Wasser bekanntlich 1 g wiegt. Hierzu kommen aber noch die Leisten, Spanndrähte, Leinen, der Apparat, auch die seitlichen Steuerflächen werden nicht ganz frei bleiben: man wird deshalb mit 25 kg nicht zu hoch schätzen. Die am Draht sitzende Eismenge von 10 mm Durchmesser wiegt pro laufendes Zentimeter etwa 0.1 g, für 1 m 10 g, für 6440 m demnach 64.4 kg! Nimmt man nun auch nur die Hälfte dieser Werte an, so ergibt sich doch für den



genannten Aufstieg eine Mehrbelastung von 45 kg. Dazu kommt die außerordentliche Vergrößerung des Drahtquerschnittes und die durch dessen rauhe Oberfläche hervorgerufene gewaltige Vermehrung des Luftwiderstandes. Der Erfolg ist der, daß die Drachen trotz ausreichender Windstärke keine Höhen erreichen. Um hierüber ein, wenn auch oberflächliches Bild zu erhalten, habe ich für einige charakteristische Aufstiege die vom Hauptdrachen in der Maximalhöhe erreichten Höhenwinkel berechnet.

Tabelle 8.  
Eisanhang und Drachenwinkel.

	Menge des Ansatzes	Draht- länge	Größte Höhe	Drachen- fläche	Wind	Höhen- winkel
10. Januar . . . . .	10 mm	6440	1340	20 qm	ENE 9	12°
18. " . . . . .	8 "	8000	1450	16	W 13	11
26. " . . . . .	stark	7070	866	12	WNW 18	7
10. April . . . . .	5 mm	9000	1970	18	WNW 15	13
10. Dezember . . . . .	stark	7000	1860	12	WNW 15	16
22. " . . . . .	stark	8000	1980	16	WNW 15	15
26. " . . . . .	6 mm	6500	1950	16	WSW 13	18
30. " . . . . .	6 "	5000	1670	11	NNW 14	18

Tabelle 8 läßt erkennen, daß in allen Fällen starken Eisanhanges die Höhenwinkel der Apparatdrachen weit unter denjenigen geblieben sind, welche bei dem herrschenden Winde und der benutzten Drachenfläche erreicht zu werden pflegen. Die später folgenden Aufstiegsbeispiele zeigen, daß unter normalen Windverhältnissen auch in größeren Höhen ein Herabgehen des Drachenwinkels unter 20° nicht vorkommt. Bei dem oben angeführten Aufstiege vom 10. Januar könnte man allerdings als einen ferneren Grund für den kleinen Höhenwinkel von 12° die verhältnismäßig geringe Windgeschwindigkeit von nur 9 m p. s. betrachten: das Charakteristische für Rauhreifaufstiege liegt aber vornehmlich darin, daß auch bei dem schnellsten Einholen eine Winkelverbesserung nicht eintritt, da durch dieses der Luftwiderstand auf den Draht entsprechend vergrößert wird. Am ausgesprochensten ist das Verhalten der Drachen am 26. Januar, an welchem Tage trotz eines Windes von 18 m p. s. Geschwindigkeit mit einer Drachenfläche von 12 qm und einer Drahtlänge von 7070 m nur eine Höhe von 866 m und ein Höhenwinkel von 7° erreicht werden konnte.

Aus dem Angeführten geht hervor, daß die Belastung der Drachen und des Drahtes mit festen Kondensationsprodukten eine empfindliche Erschwerung der Drachenmethode hervorruft, gegen welche es keine Abhilfe gibt. Ein genaueres Studium dieser Erscheinungen, die vielleicht mit noch unerforschten, möglicherweise mit radioaktiven Vorgängen in ursächlicher Beziehung stehen, da sie durchaus nicht immer eintreten, wenn die sonstigen Bedingungen gegeben zu sein scheinen, dürfte noch manchen wertvollen Aufschluß geben.

Eine bedauerlicherweise nur allzu häufige Unterbrechung der Aufstiege wird durch das Brechen des Drahtes hervorgerufen, sei es, daß die Veranlassung in einer geschwächten Stelle des Drahtes liegt, oder daß der durch den Wind ausgeübte Zug die Bruchfestigkeit des ungeschwächten Drahtes an irgend einer Stelle überschreitet. Ganz besonders gefährlich sind die bei den „Kopfsprüngen“ der Drachen eintretenden außerordentlichen Zugvermehrungen. Als besonders bruchgefährdete Stellen gelten die Splisse, besonders der Endspliß, die, wie auf S. 100 näher erläutert

worden ist, durch Schwingungen des Drahtes eine Art „Durchfeilung“ erfahren. Außerdem kommen häufig Drahtbrüche in der Winde vor, sobald aus irgend einem Grunde eine starke Spannung des in ihr auslaufenden Drahtes erfolgt. Das kann dadurch geschehen, daß die Trommelbremse zu fest angezogen ist, indem bei dem Einholen eine Durchmesserzunahme der Drahttrommel eintritt, ferner aber auch dadurch, daß der Draht in die Nuten der Zugaufnehmerrolle nach und nach Rinnen einschneidet, die bei dem Passieren von Splissen zu einer kurzen Vermehrung der Spannung Veranlassung geben. Die durch Blitzschläge erzeugten „Abreißer“ sind oben auf S. 70 näher erörtert worden.

Die Anzahl der „Abreißer“ und der bei ihnen eintretende Drahtverlust ergeben sich aus der folgenden Zusammenstellung:

	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1903-1913
Zahl d. Abreißer	24	19	55	35	40	29	49	45	30	29	40	395
Prozente. . . .	5.8	4.3	11.2	6.8	7.3	4.7	7.5	6.7	3.1	3.7	3.6	5.9
Drahtverlust in m . . . . .	?	?	80 000	45 000	81 000	70 000	112 530	103 600	75 100	98 565	100 200	765 995
Mittl. Drahtver- lust für einen Drachenauf- stieg in m . .	?	?	241	134	196	158	248	226	130	171	127	156

### Hilfsapparate.

Wie schon oben auf S. 77 bei der Beschreibung der großen Drachenwinde kurz erwähnt, wird die Länge des ausgelassenen Drahtes an einem Tourenzähler abgelesen. Die Länge des Hauptdrahtes in jedem Augenblick zu kennen, ist besonders wegen des Ansetzens der Hilfsdrachen erwünscht, und eine Berechnung der Höhe des Apparatdrachens muß dem Aufstiegsleiter jederzeit schon während des Aufstiegs möglich sein; auch zur Bestimmung der Höhe von Wolken, die der Drachen passiert, und für ähnliche Zwecke ist die jederzeitige Kenntnis der ausgelassenen Drahtlänge erwünscht.

Die Geschwindigkeit des Drahtablaufes beim Einholen oder Auslassen wird an einem Morellschen Tachometer ersichtlich gemacht. Bei der Ermittlung der Windgeschwindigkeit aus der Anemometerregistrierung ist es erforderlich, die jedesmal am Tachometer abgelesene Geschwindigkeit des Drachens — in der Drahtrichtung — in Rechnung zu ziehen; daher wird jeder Geschwindigkeitswechsel im Aufstiegsprotokoll vermerkt.

Um die in den verschiedenen Schichten bestehenden Windverhältnisse schon während des Aufstiegs zu erkennen, da sie nicht nur als Ergebnis desselben, sondern als Grundlage zu seiner Ermöglichung und erfolgreichen Durchführung von wesentlichster Bedeutung sind, beobachtet der Aufstiegsbeamte beständig das an der Winde angebrachte Dynamometer. Es mißt die Spannung des Drahtes bis auf 1 kg genau in den Grenzen von 1 bis 150 kg.

Der Abgangswinkel des Drahtes wird nur ausnahmsweise gemessen; die Aufstiegstechnik hat nicht die Notwendigkeit ergeben, ihn zu messen. Bei der üblichen Methode, mehrere Drachen zu verwenden, hätte die Kenntnis des Abgangswinkels auch höchstens für die Handhabung des untersten einige praktische Bedeutung.

Zur Ermittlung des Höhenwinkels der verschiedenen Drachen, insbesondere des Apparatdrachens, dient der Senkelquadrant (Fig. 116 und 117). Er ist aus Aluminium angefertigt, das Pendel mit dem Ablesestrich wird, nachdem das Objekt mit Visier und Korn eingestellt ist, an den Quadranten angedrückt und dann der Höhenwinkel an der Gradteilung abgelesen. Der Quadrant dient in erster Linie dazu, die Veränderungen des Höhenwinkels der Drachen festzustellen, um daraus zu erkennen, ob die getroffenen Aufstiegsmaßnahmen zweckmäßig gewesen sind, und welche weiter zu treffen sind.

Fig. 116.

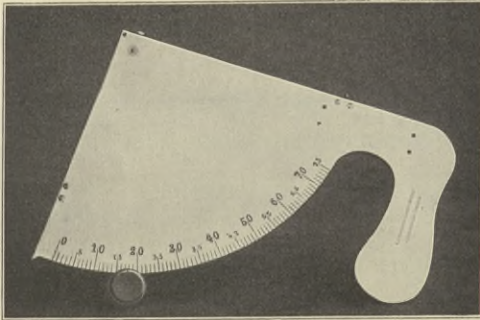
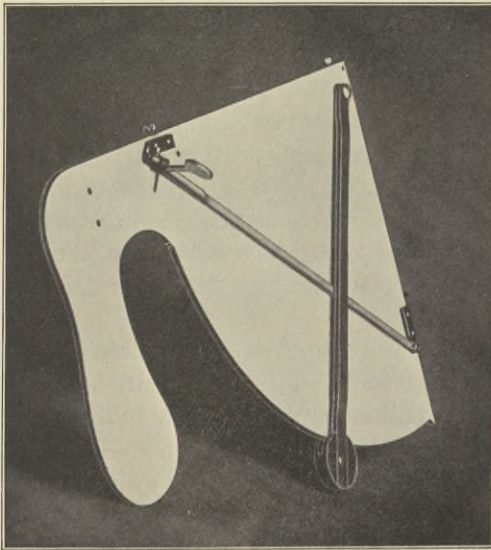


Fig. 117.



Neben diesem Dienste als Hilfsmittel für die Drachentechnik findet der Quadrant auch zur Messung des Höhenwinkels von Wolken nützliche Verwendung. Hierbei werden entweder solche Wolkenschichten anvisiert, in denen der Drachen gerade verschwindet oder wieder auftaucht, und für die deshalb aus der Beobachtungszeit unmittelbar die Höhe zu ermitteln ist — da sich die Drachenhöhe dann aus der draußen befindlichen Drahtlänge berechnen läßt — oder indem man, unabhängig vom Drachenaufstiege, beliebige Wolkenpunkte zweimal anvisiert, die nur die Besonderheit aufweisen, daß sie in der Zwischenzeit keine wesentliche Azimutveränderung zeigen. Aus derartigen Wolkenmessungen läßt sich, wenn auch das Azimut nach bekannten Horizontmarken notiert und die Zwischenzeit mit beobachtet ist, die Richtung und die relative Geschwindigkeit der betreffenden Wolkenschicht ableiten.

Während diese letztgenannten Wolkenmessungen erst später im Arbeitszimmer ausgerechnet werden, dienen die sonstigen Messungen schon während des Aufstiegs zur unmittelbaren Ableitung der Windgeschwindigkeit

und der dazugehörigen Höhe des Apparatdrachens. Man multipliziert nach einem geringen Abzuge von durchschnittlich 2% der Drahtlänge für den Durchhang die übrigbleibende Luftlinienentfernung des Drachens unter Benutzung des Rechenschiebers mit dem Sinus des Höhenwinkels, der am Senkelquadranten abzulesen ist. Das Ergebnis ist die Höhe des Drachens. Die Windgeschwindigkeit wird nach dem Zuge am Dynamometer in Verbindung mit der bekannten wirksamen Oberfläche des gesamten Drachengespanns abgeleitet.

Neben dem Senkelquadranten und an seiner Stelle wird vielfach auch ein Theodolit benutzt. Besonders seitdem mit Beginn dieses Jahres regelmäßige

Wolkenmessungen angestellt werden, ist der Wurtzelsche Goniograph (Fig. 118) mit einer für Wolkenbeobachtung bestimmten einfachen Visiervorrichtung ausgestattet; da das Gesichtsfeld seines Fernrohres 9° umfaßt, ist dieses Instrument zur andauernden Beobachtung der Drachen besonders bei hohen Aufstiegen bei klarem Wetter geeignet, zumal der Apparatdrachen in solchen Fällen nicht selten bis zu 18 km entfernt ist. Ohne diesen Theodoliten bietet es nicht geringe Schwierigkeiten, die Bewegungen und das Verhalten der Drachen unter Kontrolle zu behalten.

Ein wichtiger Hilfsapparat ist das schon auf S. 20 erwähnte Patrouillentelephon zur Benachrichtigung des an der Winde stehenden Aufstiegsbeamten über Maßnahmen, die zur Beseitigung von Störungen zu ergreifen sind. Ein durch überstarkes Niedersinken des Drahtes im Walde oder an anderen Gegenständen „festgemachter“ Drachen kann in vielen Fällen durch schnelles Einholen wieder in die Höhe gebracht werden, sobald das Hindernis beseitigt worden ist: das Zeichen hierzu gibt der an der Unfallstelle befindliche Beamte durch den Draht hindurch mittels des geerdeten Patrouillentelephons; zuweilen kann auch durch Nachlassen des Drahtes ein festgemachter Drachen oder Fesselballon wieder frei gemacht werden.

Als ein Hilfsapparat muß auch die in beistehender Fig. 119 abgebildete Drahtrolle erwähnt werden, die dazu dient, längere Drahtstücke aufzuwickeln, welche

Fig. 118.

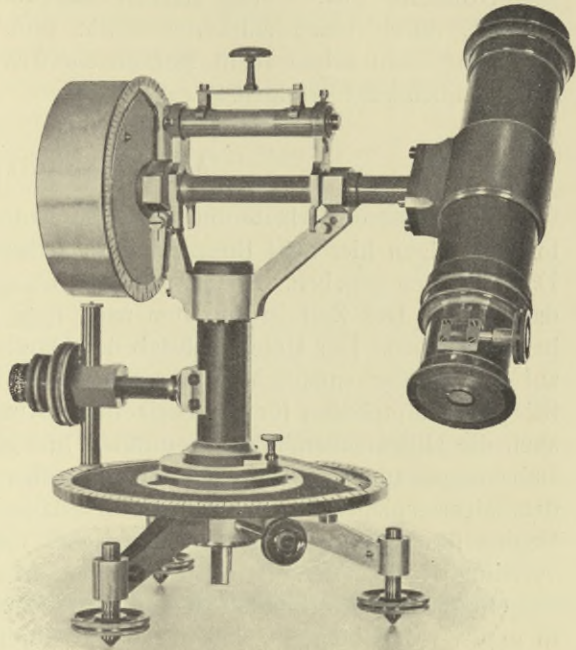


Fig. 119.



in den Wald gefallen und für das Drachenaufomobil unzugänglich sind. Man befestigt dieselbe mittels eines starken Schraubdornes an einem Baume, wobei man gut tut, durch einen stärkeren Draht eine „Erdung“ zu bewirken, um sich gegen die nicht selten recht starken elektrischen Schläge zu schützen, die durch den Drachendraht erfolgen.

#### Aufstiegsbeispiele\*).

Zur besseren Erläuterung der Drachentechnik des Aeronautischen Observatoriums folgen hier acht Beispiele. Für jedes dieser Beispiele sind drei graphische Darstellungen gegeben. Erstens sind die Hauptphasen der acht Aufstiege im Profil dargestellt. Die Zeit in Minuten nach dem Beginn des Aufstiegs ist jeder Phase beigeschrieben. Der Höhenmaßstab der Darstellungen ist 1:100 000, ein Zentimeter auf dem Papier entspricht einem Kilometer in der Natur; derselbe Maßstab gilt bei den Hauptphasen für die horizontale Ausdehnung; die Drachen selbst — wie auch die Hilfsdrachendrähne — mußten hier allerdings in stark vergrößertem Maßstabe angedeutet werden. Die zweite zeigt die Höhe des Apparatdrachens über dem Meeresspiegel, am unteren Rande ist die Zeit, und zwar in Minuten seit dem Beginn des Aufstiegs ersichtlich gemacht. Dann folgt eine Darstellung der Windverteilung. Auch hier ist, wie bei allen drei Diagrammen, die Höhe nach oben aufgetragen; die horizontale Koordinate bezeichnet hier die Windgeschwindigkeit in m.p.s. Man bemerkt, daß der Wind durchgehends gleich vom Boden an nach oben zunimmt, daß diese Zunahme meist etwa bei 500 m Höhe aufhört und vielfach in Abnahme übergeht; die Windstärke wächst gewöhnlich erst in größerer Höhe wieder an.

Unter diesen graphischen Darstellungen findet man die für eine größere Reihe von Aufstiegsphasen dem Aufstiegsprotokoll entnommenen Daten, die zur näheren Erläuterung der Drachentechnik von Wert sind: in der ersten Zeile die Zeit in Minuten nach dem Beginn des Aufstiegs, in der zweiten die von der Trommel abgewickelte Drahtlänge; aus ihrem Verlaufe ersieht man, wann ausgelassen und eingeholt wurde. Die Geschwindigkeit, mit der dies zu den angegebenen Zeiten geschah, ist in der dritten Reihe mitgeteilt; Auslassen hat positives, Einholen negatives Vorzeichen erhalten. In den meisten der hier ausgewählten Aufstiegsphasen war die Winde gerade angehalten, sodaß dann in dieser Zeile Null angegeben ist. Der Zug, am Dynamometer in kg abgelesen, findet sich in der vierten Zeile; man sieht, wie er im Laufe des Aufstiegs nicht selten bis auf 100 kg und mehr ansteigt, besonders beim Einholen. In der fünften Zeile ist der Höhenwinkel angegeben, unter dem der Apparatdrachen beobachtet wurde; er ist stets in Graden ausgedrückt; man kann ihn mittels eines Transporteurs für die Hauptphasen auch aus dem ersten Diagramm entnehmen. Sodann folgt in der sechsten Zeile die Seehöhe des Apparatdrachens, wie sie sich sowohl nach dem Barogramm, als auch nach dem Höhenwinkel in Verbindung mit der ausgelassenen Drahtlänge ermitteln läßt; sie ist also hier gewissermaßen ein Auszug aus dem im zweiten Diagramm dargestellten Gesamtverlaufe; in der siebenten Zeile ist die Windgeschwindigkeit in m.p.s. für die Höschicht des Apparatdrachens angegeben, wie sie aus dem

---

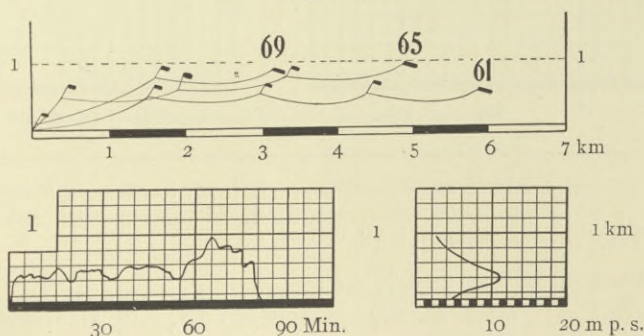
\*) Die graphischen Darstellungen und Tabellen sind durch den Ballonobergehilfen Grund angefertigt worden.

Anemographen erschlossen ist. Sie entspricht also in ihren Einzelwerten dem kontinuierlich gezogenen Kurvenverlaufe im dritten Diagramm.

Um die Art und Größe der bei den Aufstiegen benutzten Drachen ersichtlich zu machen, ist in der achten Zeile unter der Rubrik der Zeit, zu der ein Drachen aufgelassen wurde, sein Typus und seine Größe in Quadratmetern angegeben. Von den Typen sind die Normaldrachen mit *N*, die verstärkten mit *V*, die Schirmdrachen mit *S* bezeichnet. Endlich findet man in der neunten und letzten Zeile der Tabelle Buchstaben als Hinweis auf solche Bemerkungen, die sich nicht in tabellarischer Form wiedergeben lassen. Man findet diese Bemerkungen hinter demselben Buchstaben unter der Tabelle.

Erstes Aufstiegsbeispiel: 4. August 1911, 6 17 a. 3 Hilfsdrachen, größte Höhe 960 m. Der Wind nimmt mit der Höhe außergewöhnlich rasch ab, etwa bei 600 m; darüber scheint es völlig windstill zu sein, vielleicht sogar entgegengesetzte Windrichtung zu herrschen. Die Drachen schwimmen beim Auslassen auf der Windschicht etwa in 500 m. Beim Einholen steigt der Apparadrachen zwar bis 960 m an, größere Höhe läßt sich aber nicht erreichen, da die Einholgeschwindigkeit nicht über 7 m p. s. gesteigert werden kann. Jedesmal, wenn ein Hilfsdrachen abgenommen wird, fällt der Apparadrachen während der Pause im Einholen ein Stück herab.

Fig. 120.



1.	Zeit . . . . .	Min.	0	4	11	24	35	52	59	61	65	69	76	81
2.	Drahtlänge . . . . .	m	800	1220	1600	3040	4510	5450	6100	6100	5000	3300	800	0
3.	Drahtgeschwindigkeit . . . . .	m p. s.	—	+ 4.0	0	0	0	+ 2.7	0	—	- 6.5	- 7.0	- 7.0	—
4.	Zug . . . . .	kg	—	12	8	14	18	23	18	—	35	30	18	—
5.	Höhenwinkel . . . . .	Grad	0	15	—	8	6	4	5	—	11	14	52	0
6.	Seehöhe . . . . .	m	120	440	490	570	520	450	600	620	960	880	730	120
7.	Windgeschwindigkeit . . . . .	m p. s.	5	11	9	8	8	11	7	—	2	3	5	6
8.	Drachen . . . . .	an	<i>N</i> 7	—	<i>S</i> 5	<i>S</i> 5	<i>S</i> 5	—	—	—	—	—	—	—
9.	Bemerkungen . . . . .		—	—	—	—	—	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	unten

*a* Die bisherigen Höhenschwankungen des schwimmenden Drachens sind die Folge ungleichmäßigen Auslassens, insbesondere der Pausen, in denen die Hilfsdrachen angesetzt werden.

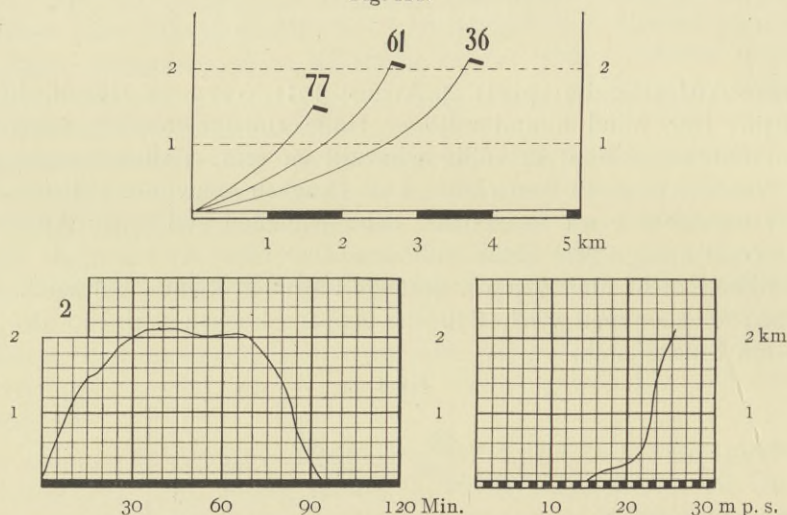
*b* Ende des Auslassens.

*c* Beginn des Einholens.

- d Maximalhöhe; sie wäre auch schon mit weniger Drahtlänge — etwa mit 2500 m — zu erreichen gewesen.
- e Kurz vorher ist der Apparatdrachen während der Pause, die zum Abnehmen eines Hilfsdrachens nötig war, in die Schicht stärkeren Windes herabgefallen.
- f Dasselbe ist, wie die Höhenkurve zeigt, beim Abnehmen des zweiten und des dritten Hilfsdrachens eingetreten.

Zweites Aufstiegsbeispiel: 1. November 1912, 7 58 a. Kein Hilfsdrachen, größte Höhe 2130 m. Der Wind nimmt mit der Höhe beständig zu, sodaß der Stirnwiderstand des Drachens und der Winddruck auf den Draht die Hubkraft überwiegen. Der Zerreißgefahr wegen dürfen keine Hilfsdrachen angesetzt werden.

Fig. 121.



1. Zeit . . . . . Min.	0	5	17	29	36	38	40	61	78	87	92
2. Drahtlänge . . . . . m	60	660	2130	3840	4400	4400	4300	3430	1920	470	0
3. Drahtgeschwindigkeit . m p. s.	—	+ 3.0	+ 1.4	+ 1.3	0	—	- 1.0	0	- 2.5	- 3.1	—
4. Zug . . . . . kg	—	40	46	43	50	—	63	70	58	41	—
5. Höhenwinkel . . . . . Grad	—	53	41	31	28	—	29	37	49	69	—
6. Seehöhe . . . . . m	120	620	1500	1990	2100	2110	2130	2090	1550	550	120
7. Windgeschwindigkeit . m p. s.	15	23	24	25	26	26	26	27	24	22	17
8. Drachen . . . . . an	V4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9. Bemerkungen . . . . .	auf	—	—	—	a	b	—	c	—	—	unten

a Ende des Auslassens; der Draht läuft schon in einem so flachen Winkel ab, daß weiteres Auslassen keine Höhenzunahme bewirken würde.

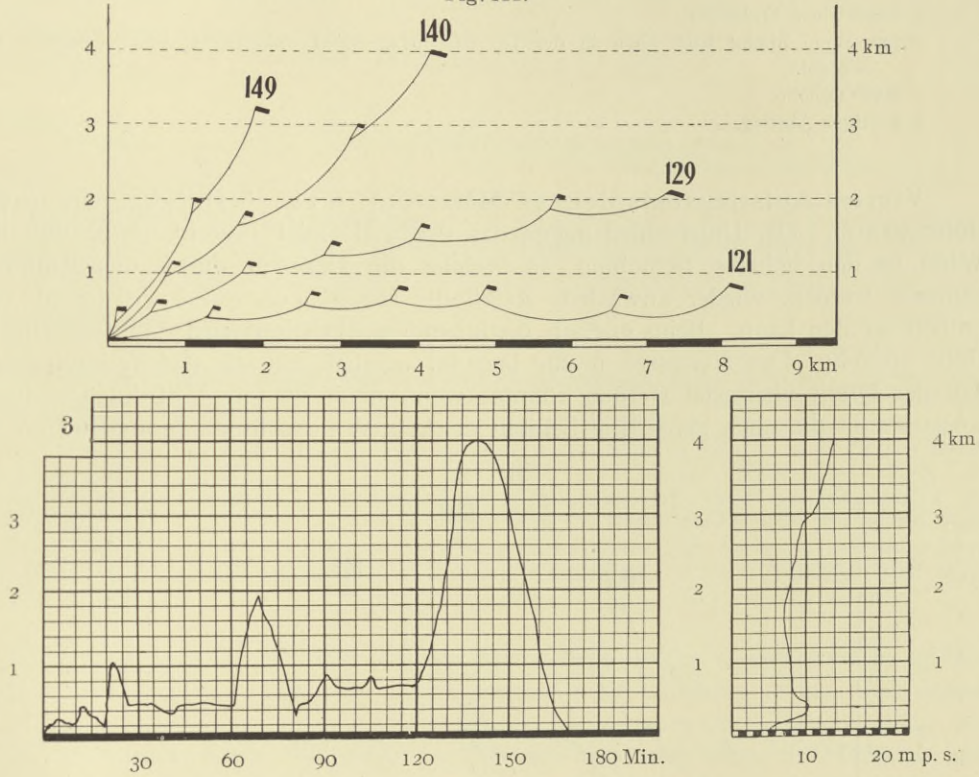
b Beginn des Einholens.

c Unruhige Windschicht. Der Wind ist so stark, daß der Stirnwiderstand die Hubkraft übertrifft; daher keine Höhenzunahme beim Einholen.

Drittes Aufstiegsbeispiel: 9. Februar 1912, 7 52 a. 5 Hilfsdrachen, größte Höhe 4000 m. Methode „des Auslegens in der Luft“. Wie beim ersten Aufstiegsbeispiele schwimmt hier der Apparatdrachen mit den Hilfsdrachen in einer Höhe von etwa 400 bis 500 m, da der Wind über dieser Höhe nicht die ausreichende

Stärke besitzt. Durch Einholen wird die ganze Drachenkette nach langem Auslassen dann endlich in die Höhe geworfen. In diesem Falle gelingt das, weil der Wind auch in den höheren Schichten noch eine gewisse Stärke besitzt, die zusammen mit der Einholgeschwindigkeit zum Hochwerfen der Drachen ausreicht.

Fig. 122.



1.	Zeit . . . . .	Min.	0	4	11	20	22	32	45	60	67	84
2.	Drahtlänge . . . . .	m	140	700	1050	2750	2550	3520	4640	5920	4900	5800
3.	Drahtgeschwindigkeit . . .	m p. s.	—	+ 3.5	0	0	0	0	0	0	0	0
4.	Zug . . . . .	kg	—	7	11	10	15	14	23	22	15	26
5.	Höhenwinkel . . . . .	Grad	—	16	9	9	22	8	6	3.5	20	5
6.	Seehöhe . . . . .	m	120	290	360	500	1050	500	500	460	1680	500
7.	Windgeschwindigkeit . . .	m p. s.	5	10	10	8	8	8	8	8	7	8
8.	Drachen . . . . .	auf	N 7	—	S 5	—	—	S 5	S 5	—	—	S 5
9.	Bemerkungen . . . . .		auf	—	—	a	b	—	—	c	d	e
1.	Zeit . . . . .	Min.	104	121	124	129	135	140	149	159	170	—
2.	Drahtlänge . . . . .	m	7180	8500	8500	7850	6600	5900	3800	1620	0	—
3.	Drahtgeschwindigkeit . . .	m p. s.	0	0	0	- 3.2	- 4.6	- 1.7	- 3.8	- 3.3	—	—
4.	Zug . . . . .	kg	28	35	—	68	65	55	30	20	—	—
5.	Höhenwinkel . . . . .	Grad	6	5	—	16	33	43	58	61	—	—
6.	Seehöhe . . . . .	m	800	820	1200	2100	3680	4000	3200	1500	120	—
7.	Windgeschwindigkeit . . .	m p. s.	8	8	—	8	12	14	11	7	6	—
8.	Drachen . . . . .	auf	S 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.	Bemerkungen . . . . .		—	f	g	—	h	i	k	—	unten	—

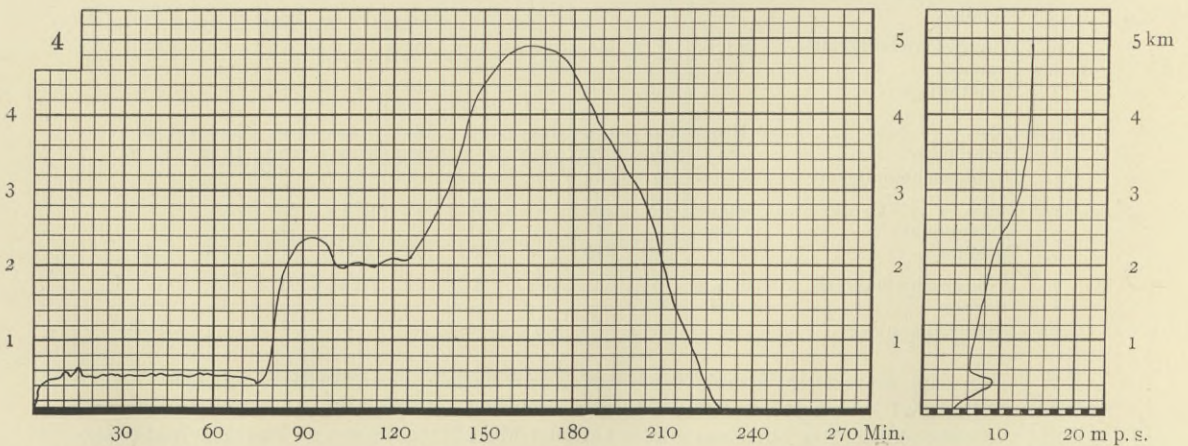
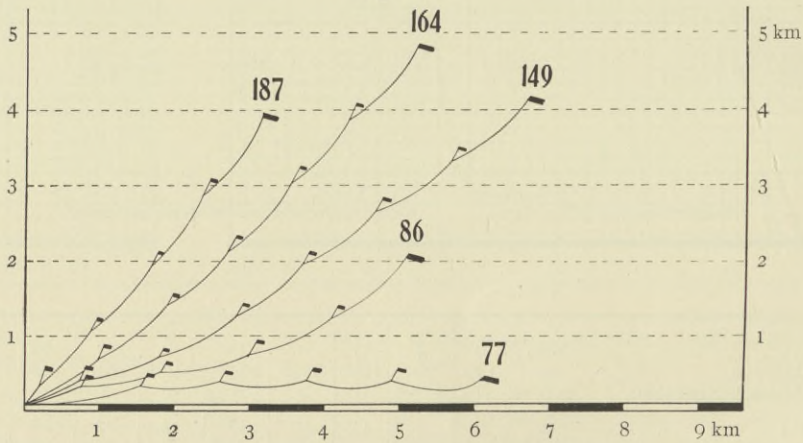
a Es wird 200 m Draht eingeholt, um den Apparadrachen höher hinauf zu bringen.  
 b Hier wird indessen kein stärkerer Wind vorgefunden. Daher fällt der Apparadrachen nach Beendigung des Einholens wieder auf die frühere Höhe herab und schwimmt dort weiter.



- c* Abermals wird nun eingeholt, diesmal 1020 m Draht; die Drachen steigen daher kräftig an.
- d* Nach beendetem Einholen fallen die Drachen indes in Ermangelung stärkeren Windes wieder herab.
- e* Die Windschicht, auf der die Drachen schwimmen, hebt sich etwas.
- f* Es wird nun mit Auslassen aufgehört, da mit der Möglichkeit gerechnet wird, daß die Drachen beim Einholen in höheren Schichten allzu starken Wind antreffen könnten.
- g* Beginn des Einholens.
- h* Der Wind nimmt nach oben in der Tat zu, sodaß die Drachen jetzt beim Einholen gut ansegeln.
- i* Maximalhöhe.
- k* Ruhiger Abstieg.

Viertes Aufstiegsbeispiel: 31. März 1913, 8 1 a. 6 Hilfsdrachen, größte Höhe 4900 m. Der Unterschied gegen das dritte Beispiel besteht darin, daß der Wind in den höheren Schichten, in welche die Drachen durch das Einholen gebracht werden, wieder anwächst, sodaß die Höhe noch durch Auslassen vergrößert werden kann. Beim endlich beginnenden Einholen wird dann noch mehr Höhe erreicht. Das Auslassen mußte beendet werden, als die Gefahr bevorstand, daß der Draht überlastet werden könnte, wenn noch weitere Hilfsdrachen durch Auslassen in die oben gefundene Schicht starken Windes hinaufgeraten wären.

Fig. 123.

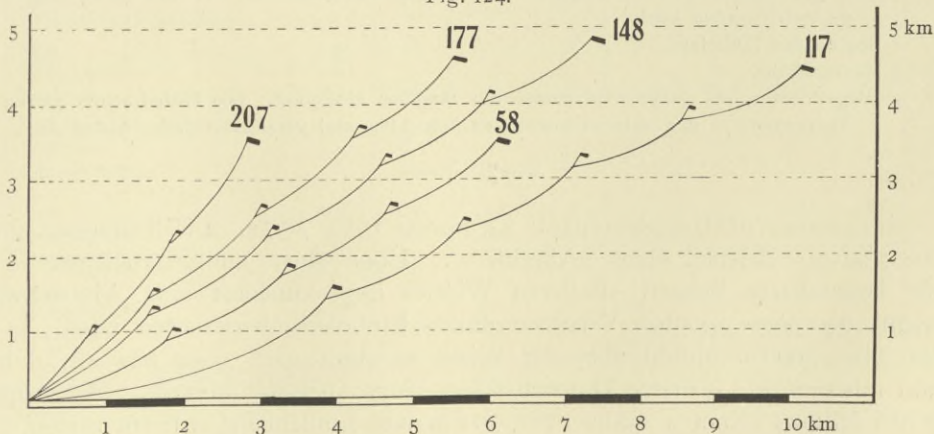


1.	Zeit . . . . .	Min.	0	1.5	18	31	42	59	77	80	86	94
2.	Drahtlänge . . . . .	m	500	550	1320	2500	3750	4820	6460	5950	5650	6140
3.	Drahtgeschwindigkeit . . . . .	m p. s.	—	+ 3.8	0	0	0	0	0	- 4.0	0	0
4.	Zug . . . . .	kg	—	8	7	13	19	28	30	67	30	26
5.	Höhenwinkel . . . . .	Grad	—	31	17	10	7	6	3	10	22	—
6.	Seehöhe . . . . .	m	120	400	510	520	540	580	480	1080	2100	2240
7.	Windgeschwindigkeit . . . . .	m p. s.	4	9	6	6	6	6	6	7	9	9
8.	Drachen . . . . .	auf	S 8.5	—	S 5	S 5	S 5	S 5	—	—	—	S 5
9.	Bemerkungen . . . . .	auf	a	b	b	b	b	c	—	d	e	e
1.	Zeit . . . . .	Min.	120	139	140	149	156	164	187	211	228	—
2.	Drahtlänge . . . . .	m	7230	7950	8050	8050	7680	7280	5180	2050	0	—
3.	Drahtgeschwindigkeit . . . . .	m p. s.	0	+ 1.3	0	—	- 0.5	- 1.0	- 2.1	- 3.1	—	—
4.	Zug . . . . .	kg	33	49	80	—	90	88	78	40	—	—
5.	Höhenwinkel . . . . .	Grad	—	—	24	—	37	43	49	56	—	—
6.	Seehöhe . . . . .	m	2040	3100	3210	4380	4700	4900	4000	1900	120	—
7.	Windgeschwindigkeit . . . . .	m p. s.	9	13	13	—	14	14	14	8	6	—
8.	Drachen . . . . .	auf	S 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.	Bemerkungen . . . . .	—	—	f	g	h	—	i	—	—	unten	—

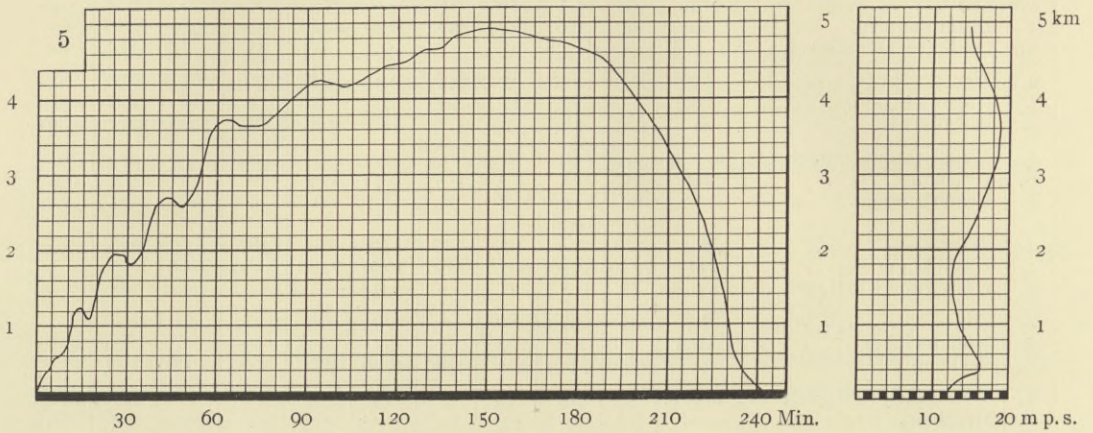
*a* Diese Windschicht ist nach oben hin sehr scharf begrenzt, da die Höhe des Apparatdrachen beim folgenden Auslassen nur sehr wenig schwankt. — *b* Da der Wind oberhalb dieser Schicht offenbar sehr schwach ist, müssen die Hilfsdrachen verhältnismäßig eng gesetzt werden. — *c* 800 m Draht wird eingeholt, um die obersten Drachen in stärkeren Wind zu werfen. — *d* Da hier in der Tat stärkerer Wind vorgefunden wird, wird nun wieder mit Auslassen begonnen. — *e* Beim Auslassen fällt der Apparatdrachen wieder etwas. — *f* Während einer Pause im Auslassen ist der Apparatdrachen wieder angesegelt und dadurch in stärkeren Wind hinaufgelangt. In diesem segelt er jetzt sogar beim Auslassen weiter an. — *g* Da der Wind mit der Höhe weiter zuzunehmen scheint, muß das Auslassen beendet werden. — *h* Beginn des Einholens. — *i* Maximalhöhe, dann glatter Abstieg.

Fünftes Aufstiegsbeispiel: 16. Januar 1912, 2 2 p. 4 Hilfsdrachen, größte Höhe 4900 m. Dieser Aufstieg besitzt einen ganz normalen, wenn auch selten verwirklichten Charakter, da keine besonders hervortretende Windschichtung besteht. Der Apparatdrachen steigt stufenweise beim Auslassen des Drahtes und Ansetzen von Hilfsdrachen. Zwischen 800 und 2000 m Höhe besteht zwar ein Windminimum, doch nicht unter 12 m p. s. Von 1500 bis 3500 m steigt die Windgeschwindigkeit auf 19 m p. s.; da der Zug hierdurch schließlich ziemlich stark anwächst, ergibt sich die Notwendigkeit, mit dem Auslassen und dem Ansetzen weiterer Hilfsdrachen aufzuhören und zuerst nur sehr langsam einzuholen.

Fig. 124.



Zu Fig. 124.

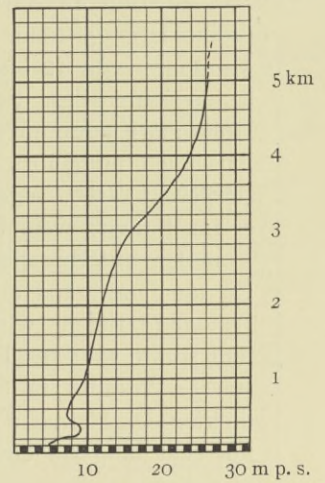
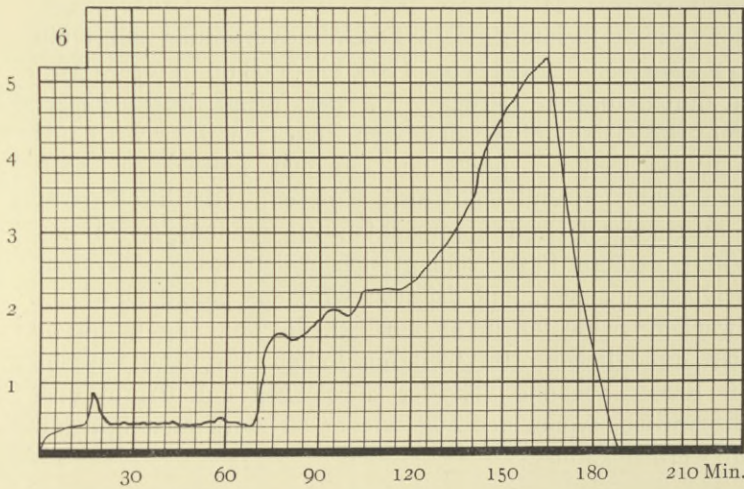
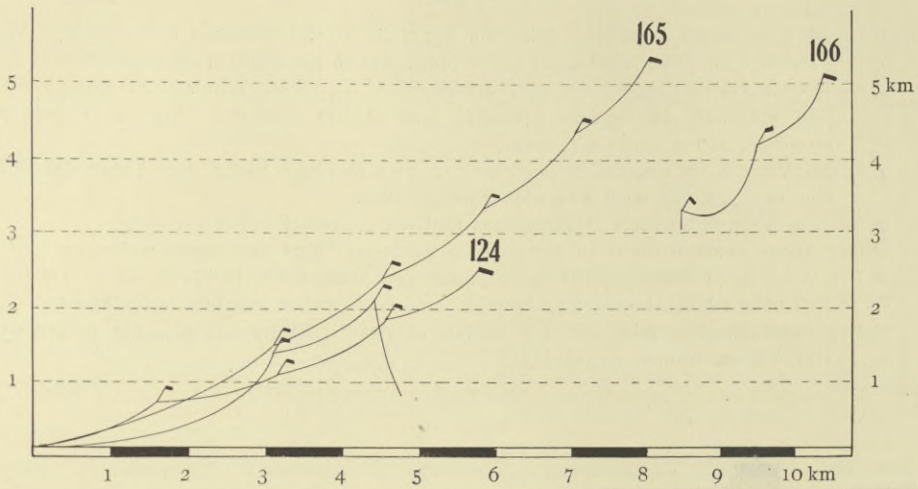


1.	Zeit . . . . .	Min.	0	6	13	24	40	58	82	96
2.	Drahtlänge . . . . .	m	100	620	1800	3400	5200	7200	—	9600
3.	Drahtgeschwindigkeit . .	m p. s.	—	+ 3.2	0	0	0	0	—	+ 1.7
4.	Zug . . . . .	kg	—	23	21	32	32	38	—	40
5.	Höhenwinkel . . . . .	Grad	—	41	38	34	30	30	—	26
6.	Seehöhe . . . . .	m	120	540	1200	1960	2600	3580	—	4120
7.	Windgeschwindigkeit . .	m p. s.	12	15	13	13	17	19	—	18
8.	Drachen . . . . .	auf	N 7	—	N 4	N 4	N 4	N 4	—	—
9.	Bemerkungen . . . . .	auf	—	—	a	a	a	a	b	c
1.	Zeit . . . . .	Min.	117	128	148	177	207	229	235	241
2.	Drahtlänge . . . . .	m	11500	11500	9300	7300	4500	1600	420	0
3.	Drahtgeschwindigkeit . .	m p. s.	0	—	- 1.7	- 0.5	0	0	0	—
4.	Zug . . . . .	kg	74	—	92	92	69	24	60	—
5.	Höhenwinkel . . . . .	Grad	23	—	—	—	—	—	—	—
6.	Seehöhe . . . . .	m	4460	4630	4900	4700	3560	1380	400	120
7.	Windgeschwindigkeit . .	m p. s.	17	—	15	16	20	13	22	16
8.	Drachen . . . . .	auf	—	—	—	—	—	—	—	—
9.	Bemerkungen . . . . .	auf	d	e	f	g	—	—	—	unten

- a Beim Auslassen nach dem Ansetzen des Hilfsdrachens fällt der Apparatchen zunächst.
- b Während einer Pause im Auslassen segeln die Drachen an.
- c Es wird weiter langsam ausgelassen.
- d Der Wind nimmt jetzt so stark zu — zeitliche Windzunahme —, daß nicht länger ausgelassen werden kann.
- e Beginn des Einholens.
- f Maximalhöhe.
- g Wegen des hohen Zuges wird zuerst nur langsam eingeholt. Die Hilfsdrachen gieren vorübergehend in den unteren unruhigen Schichten und verstärken dadurch den Zug.

Sechstes Aufstiegsbeispiel: 23. Januar 1912, 7 57 a. 4 Hilfsdrachen, größte Höhe 5340 m. Beispiel eines „Abreißers“. Über einer zum „Auslegen in der Luft“ benutzbaren Schicht stärkeren Windes liegt zunächst eine windschwache Schicht, die beim zweiten Versuche durch Einholen überwunden wird. In der Höhe über 3000 m nimmt aber der Wind so stark nach oben hin zu, daß der Draht mit den drei obersten Drachen schon beim Auslassen abreißt. Der Apparatchen fällt 23 Minuten später etwa 30 km von Lindenberg entfernt nieder.

Fig. 125.



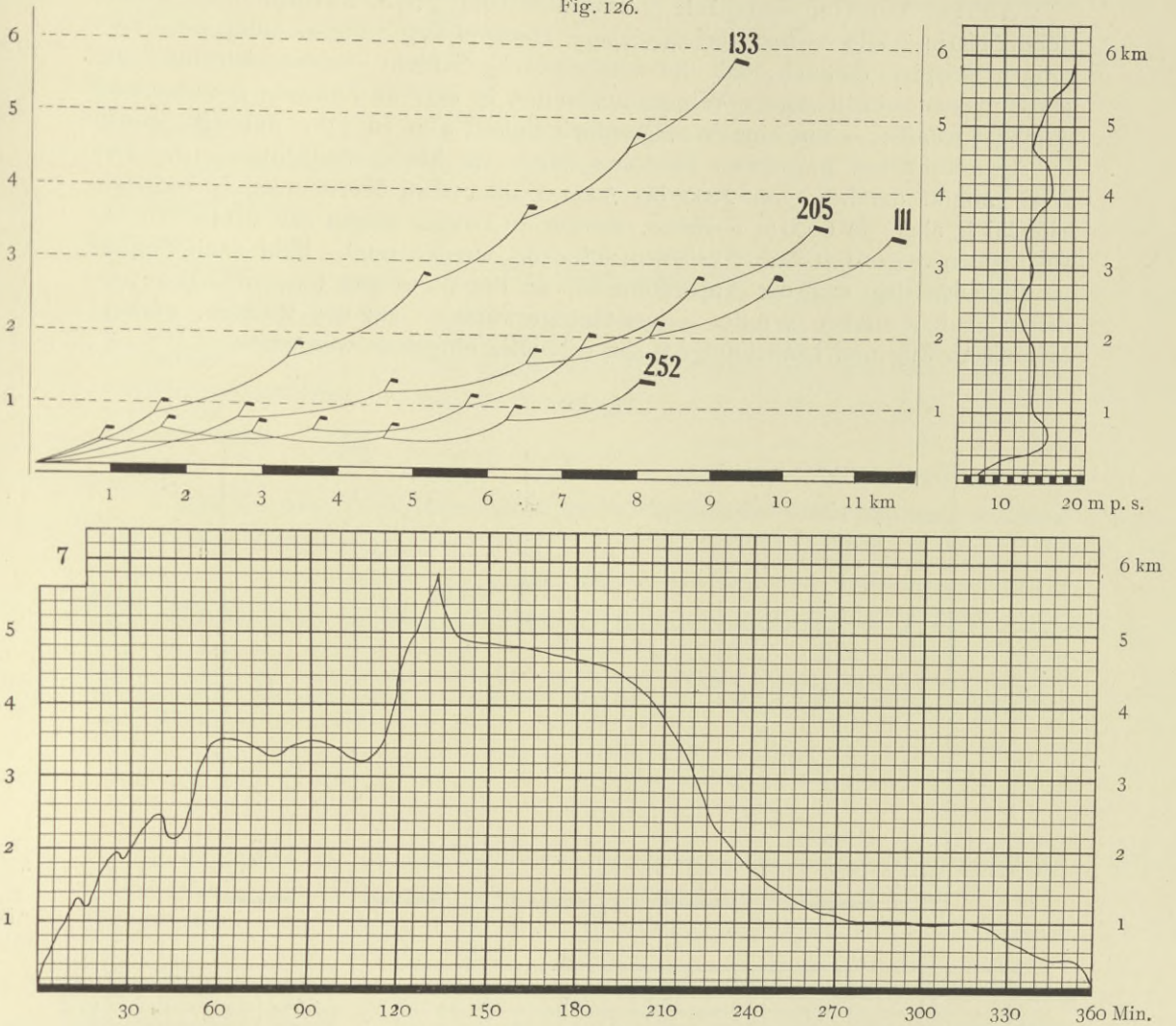
1.	Zeit. . . . .	Min.	0	14	18	26	69	76	80	105
2.	Drahtlänge . . . . .	m	190	1540	930	1400	3280	2820	3200	4830
3.	Drahtgeschwindigkeit . . .	m p. s.	—	0	0	0	0	0	0	0
4.	Zug . . . . .	kg	—	8	8	10	20	15	17	38
5.	Höhenwinkel . . . . .	Grad	—	10	40	13	6	32	28	26
6.	Seehöhe . . . . .	m	120	420	700	430	400	1620	1580	2210
7.	Windgeschwindigkeit . . .	m p. s.	5	7	8	7	7	11	11	12
8.	Drachen . . . . .	an	N 7	—	—	S 5	—	—	S 5	S 5
9.	Bemerkungen . . . . .		auf	a	b	c	d	e	f	f
1.	Zeit. . . . .	Min.	116	124	139	147	152	165	188	
2.	Drahtlänge . . . . .	m	—	6650	8050	8900	—	10060	—	
3.	Drahtgeschwindigkeit . . .	m p. s.	—	0	+ 1.8	+ 1.5	—	+ 0.5	—	
4.	Zug . . . . .	kg	—	36	50	73	—	95	—	
5.	Höhenwinkel . . . . .	Grad	—	22	25	29	—	—	0	
6.	Seehöhe . . . . .	m	2230	2500	3380	4330	4680	5340	—	
7.	Windgeschwindigkeit . . .	m p. s.	—	14	20	25	—	26	—	
8.	Drachen . . . . .	an	—	S 5	—	—	—	—	—	
9.	Bemerkungen . . . . .		g	g	g	g	h	i	unten	

- a Durch Einholen von 610 m Draht wird der Drachen in größere Höhe geworfen, um stärkeren Wind zu suchen.
- b In der kurz vorher erreichten Höhe von 820 m findet sich indessen kein stärkerer Wind.
- c Der Drachen ist daher wieder auf die Windschicht in etwa 400 m herabgefallen.
- d Nach weiterem Auslassen, bei dem die Drachen auf dieser Windschicht schwimmen, wird jetzt abermals ein Versuch gemacht, eine Schicht stärkeren Windes in der Höhe zu erreichen, 460 m Draht eingeholt.
- e Dieser Versuch ist von Erfolg begleitet: in 1600 m Höhe findet der Apparatdrachen Wind von 11 m p. s. Es wird nun wieder ausgelassen.
- f Nach dem Ansetzen eines Hilfsdrachens fällt der Apparatdrachen ein wenig.
- g Der Apparatdrachen findet in dieser Höhe stärkeren Wind und segelt weiter an.
- h Der Wind ist in dieser Schicht so stark, daß mit Auslassen aufzuhören wäre. Da für diesen Fall aber schon Abreißgefahr besteht, wird noch weiter langsam ausgelassen.
- i Der Apparatdrachen reißt mit den beiden obersten Hilfsdrachen ab, die beiden untersten Hilfsdrachen werden eingeholt.

Siebentes Aufstiegsbeispiel: 21. Januar 1913, 8 28a. 4 Hilfsdrachen, größte Höhe 5810 m. Beispiel eines Hochaufstieges. Die Windverteilung zeigt ein Minimum von 12 bis 13 m p. s. in der Schicht von 1200 bis 3600 m. Durch Auslassen kann diese Schicht durchschnitten werden. Da der Wind mit größerer Höhe stark zunimmt, besteht die Gefahr eines zu hohen Zuges, und es wird mit Auslassen aufgehört. Durch das Einholen gerät der Drachen sogleich in noch stärkeren Wind, segelt rasch weiter an und fängt an zu gieren. Hierdurch gerät er ins Fallen; wegen der durch das Gieren verursachten Zugzunahme wird das Einholen unterbrochen. Während dieser Pause schlägt sich in den unteren Wolken Eis am Draht und an den Drachen nieder, und dadurch wird das ganze Drachensystem in tiefere, windschwächere Schichten herabgedrückt, die den Zug entlasten und somit weiteres Einholen ermöglichen. Im weiteren Fallen wird die Schicht starken Windes in 600 bis 1000 m Seehöhe von der durch Eis auf 10 mm verdickten Drahtstrecke durchschnitten, wobei der Zug wieder so stark ansteigt, daß nur sehr langsam eingeholt werden kann.

1.	Zeit. . . . .	Min.	0	3	11	21	35	62	92	105	111	117
2.	Drahtlänge . . . . .	m	190	850	2000	3750	5540	7550	9600	11900	12600	12600
3.	Drahtgeschwindigkeit . . .	m p. s.	—	+ 4.9	0	0	0	0	0	3.9	0	—
4.	Zug. . . . .	kg	—	13	25	31	32	40	48	41	72	—
5.	Höhenwinkel . . . . .	Grad	—	37	37	29	—	—	—	—	—	—
6.	Seehöhe . . . . .	m	120	620	1300	1850	2200	3500	3500	3220	3380	3800
7.	Windgeschwindigkeit . . .	m p. s.	7	16	13	13	12	13	12	12	14	—
8.	Drachen . . . . .	auf	N6	—	N4	N4	N4	N4	N4	—	—	—
9.	Bemerkungen . . . . .		auf	—	a	a	a b	a	a	—	c	d
1.	Zeit. . . . .	Min.	123	133	139	157	215	252	270	350	361	
2.	Drahtlänge . . . . .	m	12300	11400	—	—	11400	8530	—	2600	0	
3.	Drahtgeschwindigkeit . . .	m p. s.	-1.5	0	—	—	0	-2.6	—	-3.6	—	
4.	Zug. . . . .	kg	82	120	—	—	90	95	—	68	—	
5.	Höhenwinkel . . . . .	Grad	—	—	—	—	—	—	—	9	—	
6.	Seehöhe . . . . .	m	4750	5810	5000	4800	3490	1400	1100	500	120	
7.	Windgeschwindigkeit . . .	m p. s.	14	20	—	—	12	15	—	15	8	
8.	Drachen . . . . .	auf	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9.	Bemerkungen . . . . .		—	e	f	g	h	—	i	—	unten	

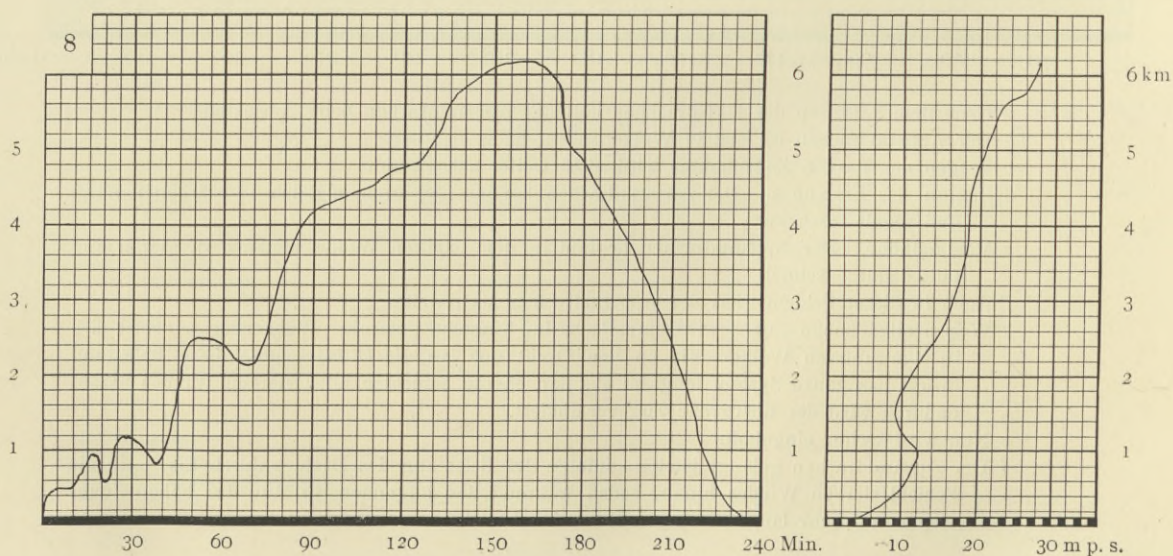
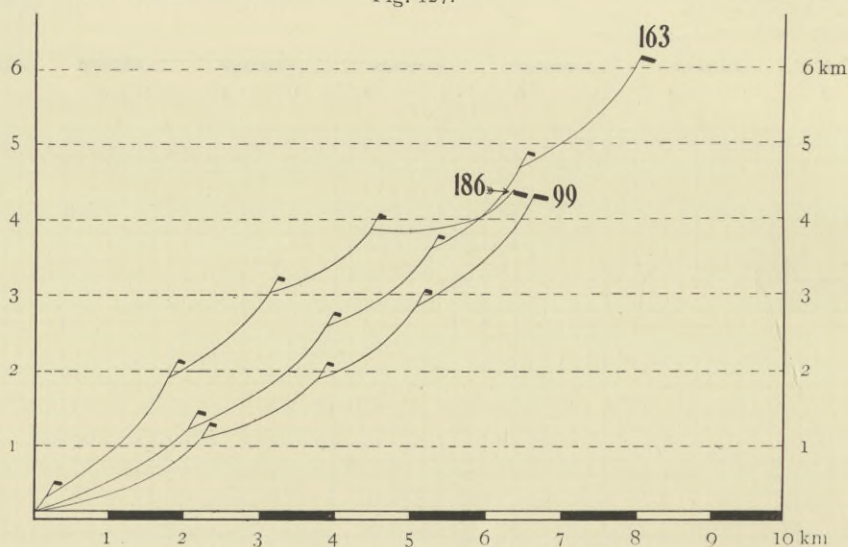
Fig. 126.



- a* Nach dem Ansetzen des Hilfsdrachens fällt der Apparatdrachen beim Auslassen.
- b* Der Apparatdrachen ist jetzt in Wolken, nicht mehr sichtbar.
- c* Wegen der starken Zugzunahme wird nicht weiter ausgelassen.
- d* Beginn des Einholens. Der Apparatdrachen kommt hierdurch sogleich in stärkeren Wind und segelt rasch an.
- e* Maximalhöhe. Der Apparatdrachen beginnt in dem starken Winde plötzlich zu gieren und fällt dadurch schnell.
- f* Auch in dieser Schicht giert der Apparatdrachen noch weiter.
- g* Wegen allzu hohen Zuges wird eine Pause im Einholen gemacht. Währenddessen setzt sich in den unteren Wolken Eis an den Draht und an die Hilfsdrachen; diese Belastung drückt das ganze System langsam aus den oberen Schichten allzu starken Windes herab; dadurch wird der übergroße Zug vermindert.
- h* Nun wird weiter eingeholt.
- i* Der Apparatdrachen gelangt jetzt — infolge der Belastung des Drahtes durch Eis — in die Schicht starken Windes hinab, sodaß während der folgenden 50 Min. des hohen Zuges wegen nur sehr langsam eingeholt werden kann.

Achtes Aufstiegsbeispiel: 3. November 1911, 757a. 4 Hilfsdrachen, größte Höhe 6160 m. Dieser noch erfolgreichere Hoचाufstieg unterscheidet sich vom vorigen Beispiele dadurch, daß die windschwache Schicht — die sich über der gewöhnlichen Schicht starken Windes ausbreitet, in der die Drachen schwimmend ausgelegt werden — nur eine Windgeschwindigkeit von 10 m p. s. aufweist, sodaß der Apparatdrachen nur durch Einholen durch sie hindurchzubringen ist. Der Wind nimmt darüber, von 2000 bis 5000 m über dem Meeresspiegel, langsam, schließlich aber, in 6000 m Seehöhe, stärker zu, sodaß wegen des gefährlich anwachsenden Zuges mit dem Auslassen aufgehört werden muß. Bald nach Beginn des Einholens legt sich der Apparatdrachen an der unruhigen unteren Grenze der oberen Schicht starken Windes — verständigerweise — auf den Rücken, verliert dadurch an Zug und kann infolgedessen schneller eingeholt werden.

Fig. 127.



1.	Zeit . . . . .	Min.	0	8	13	26	42	47	51	70	99
2.	Drahtlänge . . . . .	m	530	1700	2200	3800	5710	5250	5600	—	8000
3.	Drahtgeschwindigkeit . . . . .	m p. s.	—	+ 4.7	0	0	0	0	0	—	0
4.	Zug . . . . .	kg	—	8	12	18	27	30	28	—	48
5.	Höhenwinkel . . . . .	Grad	—	11	17	17	12	27	25	—	33
6.	Seehöhe . . . . .	m	120	480	750	1160	1250	2400	2510	2150	4350
7.	Windgeschwindigkeit . . . . .	m p. s.	4	10	11	12	10	13	14	—	19
8.	Drachen . . . . .	an	N7	—	N4	N4	—	—	S5	—	S5
9.	Bemerkungen . . . . .		auf	—	a	a	b	c	a	d	—
1.	Zeit . . . . .	Min.	119	138	147	156	163	172	186	207	226
2.	Drahtlänge . . . . .	m	9700	10130	10500	10500	10270	10000	8200	4200	0
3.	Drahtgeschwindigkeit . . . . .	m p. s.	+ 1.7	+ 0.5	0	—	- 0.3	- 1.7	- 2.0	- 4.8	—
4.	Zug . . . . .	kg	43	78	90	—	98	80	70	50	—
5.	Höhenwinkel . . . . .	Grad	29	34	35	—	36	—	33	40	—
6.	Seehöhe . . . . .	m	4580	5770	6000	6130	6160	5750	4400	2750	120
7.	Windgeschwindigkeit . . . . .	m p. s.	19	25	27	—	28	25	20	13	4
8.	Drachen . . . . .	an	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.	Bemerkungen . . . . .		—	e	f	g	h	i	k	—	unten

*a* Nach dem Ansetzen des Hilfsdrachens fällt der Apparatdrachen beim Auslassen. — *b* 500 m Draht werden eingeholt, um den Apparatdrachen in höhere Schichten zu werfen, in der Hoffnung, dort auf stärkeren Wind zu treffen. — *c* Dieser Zweck ist erreicht, und es wird nun wieder ausgelassen. — *d* Es wird nun mit Auslassen 20 Minuten ausgesetzt. Der Apparatdrachen segelt in dieser Pause gut an und gelangt in stärkeren Wind hinauf. Dann wird weiter ausgelassen. — *e* In dieser Höhe gelangt der Apparatdrachen plötzlich in eine Schicht sehr starken Windes. — *f* Es muß daher mit Auslassen aufgehört werden. — *g* Beginn des Einholens. — *h* Maximalhöhe. — *i* Der Apparatdrachen legt sich an der unruhigen unteren Grenze der Schicht starken Windes auf den Rücken. — *k* Hierdurch nimmt der Zug sehr stark ab, der Drachen fällt schneller und kann nun ohne Schwierigkeit eingeholt werden.

### Der Drachenbau.

Zum Gestell der *N*- und *V*-Drachen wurde früher amerikanisches Pappelholz, später schwedisches Fichtenholz gewählt, gegenwärtig aber wird das amerikanische „Spruce wood“ verwendet; es ist leicht, feinadrig, langbrüchig und steif. Pappelholz ist zwar noch leichter, doch, besonders bei Regenwetter, allzu biegsam, während Fichtenholz bei gleicher Bruchfestigkeit schwerer als das Spruce wood ist und außerdem allzuviel nicht verwendbaren Abfall gibt. Das anzukaufende Spruce wood sucht der Drachentischler des Observatoriums auf dem Holzlager in Hamburg aus.

Der einfacheren Herstellung wegen wird der Querschnitt stets rechteckig genommen. Sein Maß ist für die

Längsstäbe bei <i>N</i> - und <i>V</i> -Drachen . . . . .	11 × 13 mm
Querstäbe bei <i>N</i> -Drachen . . . . .	9 × 13 „
Querstäbe bei <i>V</i> -Drachen . . . . .	10 × 13 „

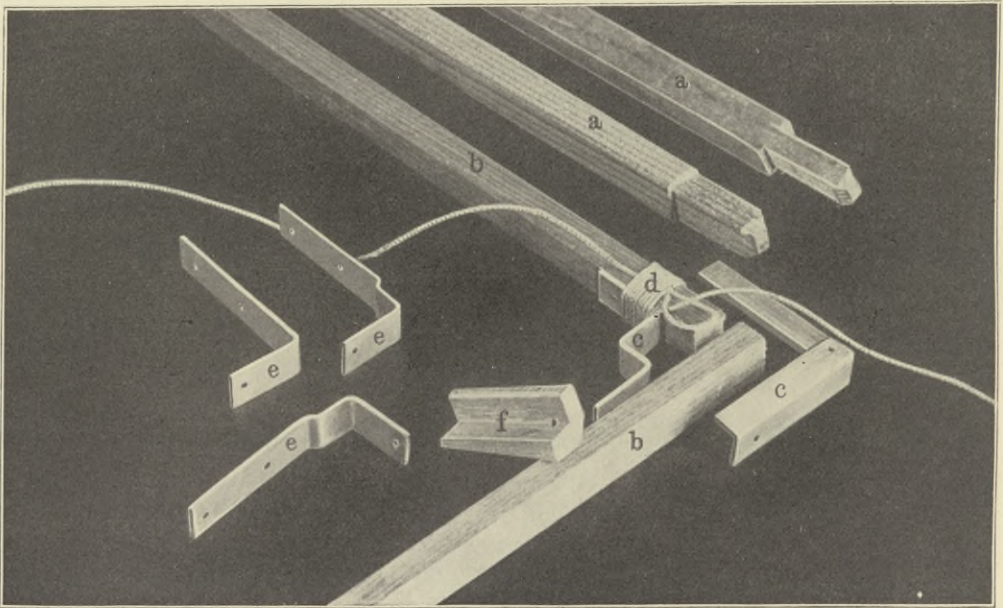
Die so bemessenen Spruce wood-Stäbe haben sich gut bewährt. Ihr hoher Widerstand gegen Biegung ist bei schwachem Winde nicht von Bedeutung, aber bei sehr biegsamen Stäben treten bei starkem Winde gar leicht Ungleichheiten unter den verschiedenen Stäben ein, welche die Symmetrie und damit das gute Fliegen des Drachens aufheben. Da besonders die Feuchtigkeit im Sinne zunehmender und ungleichmäßiger Biegsamkeit wirkt, werden alle Drachenstäbe gefirnisset.



Für die *N*- und *V*-Drachen Bambusstäbe zu benutzen, hat sich nicht bewährt: diese fallen in der bei diesen Drachen nötigen erheblichen Länge zu ungleichmäßig aus, besitzen ferner als Querstäbe zu großen Luftwiderstand und erfordern endlich bei der Verbindung zu einem festen Gestell zu viel Mühe.

Bei den *S*-Drachen wird man kaum von den Tonkinstäben abgehen, da es sich hier nicht — wie bei den anderen — um ein sozusagen ringsum geschlossenes, in sich versteiftes Fachwerk handelt, dessen Bestandteile zugleich als Tragekanten für den Bespannungsstoff zu dienen haben, sondern vielmehr gewissermaßen um ein frei im Inneren liegendes Knochenskelett, dessen Enden das die Stoffhaut tragende Netz der Drähte — von denen eine größere Anzahl aus verschiedenen Richtungen in einem und demselben Endpunkte des Gerüsts zusammenkommen — auseinanderzuspannen haben. Das Gerüst der *S*-Drachen muß deshalb in jedem seiner Teile einem starken Druck gewachsen sein, wie das eben bei dem Bambus-

Fig. 128.



und Tonkinmaterial in so besonders hohem Maße der Fall ist. Da bei den *S*-Drachen nur kürzere Stangen benutzt werden, sind sie unschwer in der wünschenswerten Gleichmäßigkeit zu finden. Auch bei diesen im allgemeinen für schwachen Wind bestimmten Drachen wird sich natürlich trotzdem die Form bei stärkerem Winde erheblich verbiegen, wenn nicht völlig gleichmäßiges Material ausgesucht ist. Und diese Grenze der Leistungsfähigkeit tritt hier schon um so eher ein, als sich, wie wir sahen, schon im unbenutzten Zustande das Skelett eines solchen Schirmdrachsens unter nicht unbeträchtlicher Spannung befindet. Zur Verspannung dient im allgemeinen verzinkter Stahldraht von 0.6 mm Dicke. Nur bei den *S*-Drachen wird für den Draht, der die Stoffkanten trägt, solcher von 0.8 mm Dicke genommen; im übrigen wird er stets diagonal verspannt.

Was die Verbindung des Drahtes mit dem Gestell, wie auch die der Teile des Gestells untereinander betrifft, so sind auch hierbei die *S*-Drachen von den übrigen zu unterscheiden.

An den *N*- und *V*-Drachen (vgl. Fig. 128) tragen die Drachenleisten selbst den Stoff und sind deshalb zu festen Rahmen zusammengefügt. Dies geschieht an den Rahmenecken mit Hilfe von Aluminiumblechstreifen, die außen nur  $\frac{1}{2}$  mm, innen, wo die Längsstäbe durch sie hindurchgesteckt werden,  $1\frac{1}{2}$  mm dick sind.

Fig. 129.

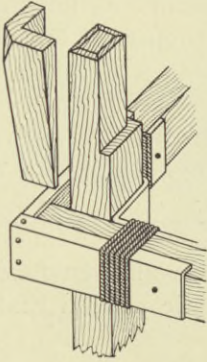


Fig. 130.

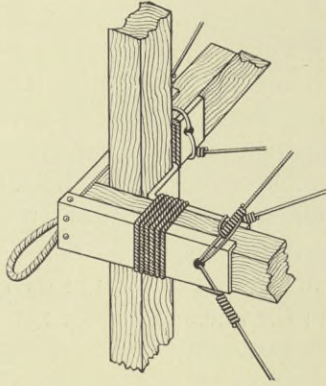


Fig. 131.

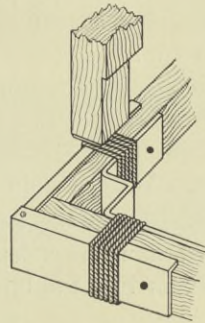


Fig. 132.

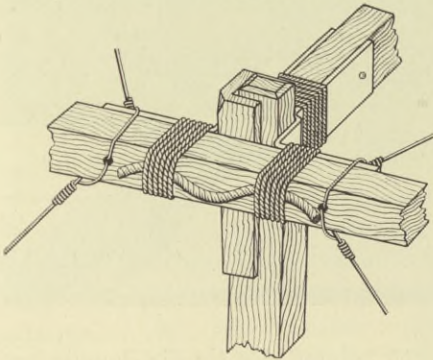


Fig. 133.

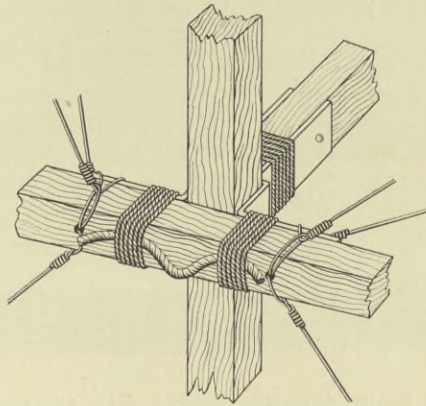


Fig. 134.

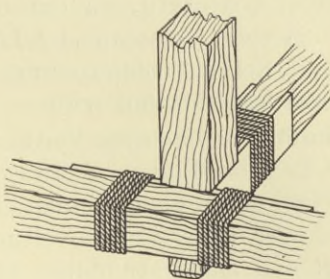


Fig. 135.

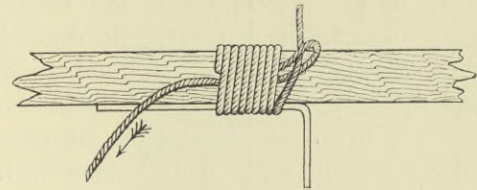
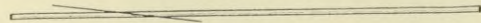


Fig. 136.



Die Blechstreifen werden, wie Fig. 129 bis 134 zeigen, mit kleinen Stiften und besonders mit Schnurbund an den Holzstäben des Rahmens befestigt. Nach dem Umwickeln des Schnurbundes wird, wie Fig. 135 zeigt, das letzte Ende mit einer durch Überwickeln des doppelt gelegten Anfangsstückes gebildeten Öse unter der Bewickelung hindurchgezogen. Zum Schluß wird jeder Schnurbund noch lackiert.

Um einen so in sich bereits festfügten Rahmen für einen *N*- oder *V*-Drachen noch mit den zur besseren Versteifung erforderlichen diagonalen Spanndrähten zu versehen, wird er in genau rechtwinkliger Form festgeklemmt, worauf man mit dem spitzen Drahtende durch die vorher durchlochten Blechstellen hindurch das Rahmenholz durchbohrt. Das Ende des Drahtes wird dann, nachdem er straff gespannt ist, sechs- bis achtmal um ihn herumgewickelt, wie Fig. 130, 132 und 133 zeigen. In entsprechender Weise werden nachher die einzelnen in sich auf diese Weise genau rechtwinkelig gespannten Rahmen — die im aufrechtstehenden Drachen horizontal liegen — durch Einschieben der Längsstäbe zum ganzen Drachen zusammengesetzt und untereinander zum exakten und unveränderlichen Raumbachwerk (Fig. 84) gespannt. Der Spanndraht wird zum Durchbohren des Holzes dadurch angespitzt, daß man beim Durchkneifen die Schneiden der Zange in einem sehr spitzen Winkel zum Draht hält, wie Fig. 136 andeutet.

Fig. 129 bis 131 zeigen die Anbringung der an den Ecken der Rahmen hindurchzusteckenden Längsstäbe, Fig. 132 bis 134 dagegen die der anderen Längsstäbe; in Fig. 129 und 132 sind die oberen, in Fig. 131 und 134 die unteren Enden

Fig. 137.

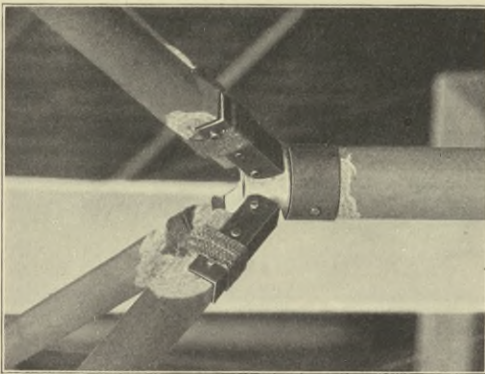
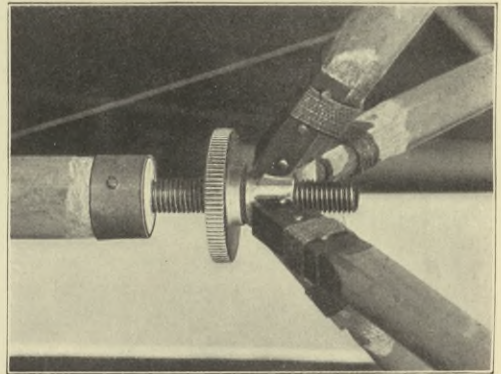


Fig. 138.



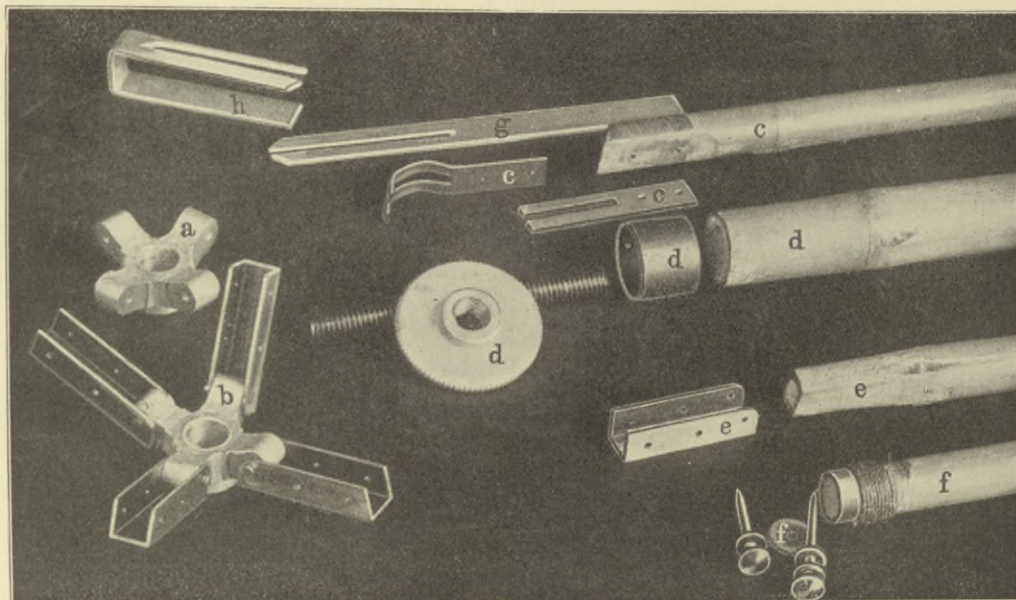
der Längsstäbe gezeichnet, Fig. 130 und 133 dagegen zeigen, wie sie die dazwischen liegenden Horizontalrahmen des Drachens ohne besondere Befestigung durchsetzen. Auf Fig. 130, 132 und 133 sind auch die Schnurösen ersichtlich, an denen die Fesselung angebunden wird. In den Fig. 129 und 131 sieht man, wie der Längsstab etwas gehoben ist, während er in Fig. 132 und 134 fest hinabgedrückt ist und oben durch ein Keilstück in dieser Gebrauchslage festgeklemmt wird.

Bei den *S*-Drachen werden die einzelnen Tonkinstäbe dadurch zur Verbindung miteinander und mit den Drähten vorbereitet, daß in jedes Ende ein etwa 5 cm langer Bolzen hineingeleimt wird; die weiteren Arbeiten gehen dann wie bei einem massiven Stabe vor sich. Um die Stäbe untereinander gelenkig zu verbinden, werden sie in U-förmige Messingschienen eingefügt und an diesen durch Niete und durch Schnurbund befestigt. Man erkennt diese Einzelheiten deutlich auf den photographischen Aufnahmen (Fig. 137, 138 und 139). Die äußeren Enden der Spreizstäbe erhalten einen Stift, der durch einen Schnurbund gegen Ausbrechen gesichert wird. Wie Fig. 140 zeigt, wird ein Spanndraht einmal um diesen Stift herumgelegt und dessen Ende dann sechs- bis achtmal um den Draht herumgewickelt. Alle diese Spanndrähte sind vorher genau abgemessen, damit der

Drachen vollkommen symmetrisch ausfällt. Der Stift dient, wie Fig. 141 zeigt, auch als Stütze für die vier Streben, welche die beiden Zellen auseinanderhalten.

Zum Bezug wird für alle Drachen India-Zephyr-Baumwolle genommen, von der 1 qm 68 g wiegt. Der Stoff wird ungefärbt gewählt, da der gefärbte nur gegen

Fig. 139.



hellen Wolkengrund deutlicher als der weiße Stoff sichtbar ist. Da bei ruhigem Winde ein Drachen vorzuziehen ist, dessen Stoffporen durch Öl oder eine andere

Substanz von geringem Gewicht geschlossen sind, werden einige geölte Drachen vorrätig gehalten. Bei den meisten Aufstiegen weht aber böiger und stärkerer Wind, und dann stiege bei solchen Drachen der Zug viel schneller als bei den im allgemeinen ausschließlich benutzten Drachen mit porösem Bezuge. Es könnten dann — wie auch schon beim raschen Ansegeln und überhaupt bei zunehmendem Winddruck — geölte Drachen leicht gefährlich werden. Früher wurde der Stoff häufig mit Paraffin getränkt, das in Benzol gelöst wurde, damit sich der Drachenbezug nicht mit Regenwasser vollsaugt. Indes hatte dies Verfahren nicht den erwarteten Erfolg.

Während der Stoff für die N- und V-Drachen genau rechteckig zugeschnitten wird, werden die Stücke für die S-Drachen in der Mitte etwas schmaler zugeschnitten, da sie dort bei geradlinigem Kantenschnitt im Winddruck eine allzu starke Wölbung der Stoffflächen hervorrufen würden.

Fig. 140.

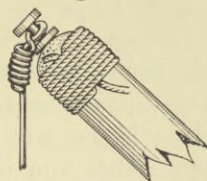
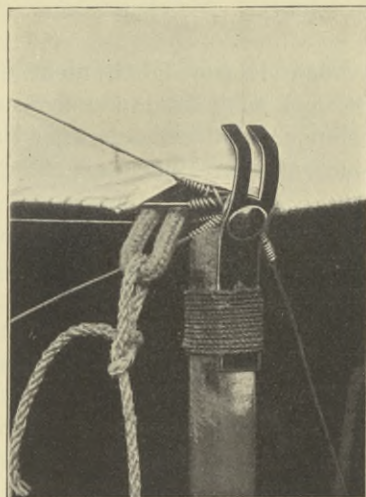


Fig. 141.



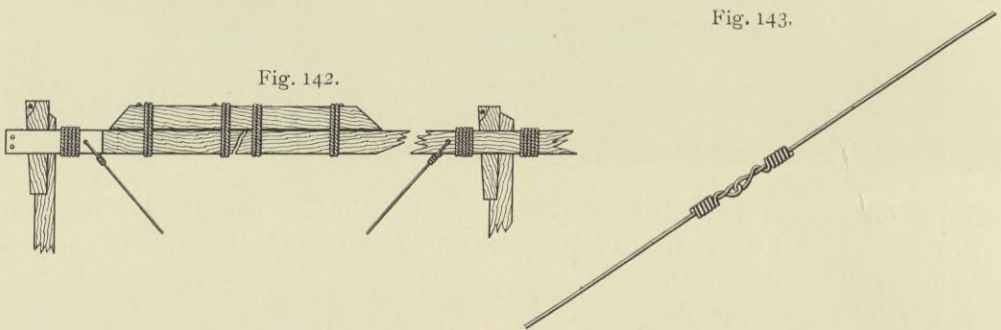
Beim Annähen des Bezuges wird bei den Normal- und den verstärkten Drachen darauf geachtet, daß jede Tragfläche des fliegenden Drachens die obere Rahmenleiste an der vom Winde abgewandten, die untere aber an der am meisten gegen den Wind gerichteten Kante trifft.

Dieses Verfahren soll den Stirnwiderstand sowohl im gleichmäßigen Luftstrom auf der Luvseite, wie in den Wirbeln auf der Rückseite möglichst gering halten.

Der Stoff wird gesäumt und mit Stichen von Zentimeter zu Zentimeter angenäht. Damit nicht in Fällen, wo der Faden an einer Stelle zerreißt, die ganze Stoffkante abflattere, wird der Faden etwa nach jedem zehnten Stich mehrmals um die Leiste oder den Draht herumgewickelt und fest verknötet.

Der Bau neuer Drachen nimmt bei dem außerordentlich intensiven Betriebe, bei dem im Jahre 1913 789 Drachenaufstiege stattgefunden haben, die Tätigkeit von zwei Drachentischlern zu einem großen Teile in Anspruch. Außerdem sind aber die zahlreichen und nicht immer einfachen Reparaturen von mehr oder weniger beschädigten Drachen auszuführen.

Zu den häufigsten Reparaturfällen gehört das Einsetzen neuer Längsstäbe bei *N*- und *V*-, neuer Spreizstäbe bei *S*-Drachen. Sind Querstäbe gebrochen, so



werden sie womöglich nicht durch neue ersetzt, da dies wegen des angenähten Bezuges und der hindurchgesteckten Spannungsdrähte zu viel Zeit kosten würde; vielmehr wird ein derartiger Bruch meistens, wie Fig. 142 zeigt, durch Aufwaschen eines an den Enden abgeschragten Stabes von gleicher Stärke ausgebessert. Er wird mit Stiften aufgenagelt und durch mehrere Mastwurfknoten festgeschnürt. Um den Stirnwiderstand des reparierten Drachens nicht zu vergrößern, wird die Schiene nicht an der Seite, sondern auf der oberen schmälere Fläche des gebrochenen Stabes befestigt; er befindet sich dann auch in der Ebene, in welcher der gebrochene Stab hauptsächlich belastet wird.

Zerrissene Spannungsdrähte werden am besten völlig erneuert. Sind sie schlecht zugänglich, so wird nur das bequemer erreichbare Ende beseitigt und ersetzt. Dabei reicht eine einfachere Art der Spleißung aus, die Fig. 143 zeigt: die Drähte werden zu zwei ineinandergefügten Ösen zusammengebogen und die Enden werden etwa sechsmal eng um den eigenen Draht herumgewunden, ohne sie festzulöten.

Kleinere Löcher im Bezuge werden mit gummiertem Bande zugeklebt. Als Klebemittel dient dabei Gummilösung, wie sie die Radfahrer zur Reparatur der Luftschläuche benutzen, die sich bei nassem Wetter nicht auflöst.

Drachenfläche und Drachenwinkel.

Aus den 789 Drachenaufstiegen des Jahres 1913 wurde eine Übersicht über die bei denselben erreichten Winkelhöhen und über die bei ihnen benutzten Drachenflächen ausgezogen, und diese nach Kilometergruppen der Höhe geordnet. Hieraus ergeben sich die folgenden Werte:

Mittlere Drachenwinkel und mittlere benutzte Drachenfläche.

Höhe in m	unter 1000	1000 bis 2000	2000 bis 3000	3000 bis 4000	4000 bis 5000	5000 bis 6000	über 6000	Mittel
Drachenwinkel . . . . .	30.3 <sup>0</sup>	26.4 <sup>0</sup>	25.7 <sup>0</sup>	27.5 <sup>0</sup>	28.1 <sup>0</sup>	28.0 <sup>0</sup>	26.0 <sup>0</sup>	27.6
Drachenfläche in m <sup>2</sup> . . . . .	10.4	13.8	18.3	22.3	24.2	28.0	30.7	21.1
Zahl der Fälle . . . . .	22	143	236	277	97	11	3	789
Drachenwinkel : Drachenfläche .	2.97	1.91	1.40	1.27	1.16	1.03	0.85	—

Man erkennt daraus, daß, wie natürlich, bei der geringsten Höhe unter 1000 m die größten Drachenwinkel erreicht werden, ferner daß dieselben bei 1000 bis 3000 m kleiner werden, von 3000 m Höhe an bis zu 6000 m wieder wachsen, wo nahezu der gleiche Wert wie in der untersten Schicht wieder erreicht wird; die abermalige Verminderung über 6000 m Höhe ist wegen der geringen Anzahl der Fälle, wie auch schon die Stufe von 5000 bis 6000 m, unsicher. Im allgemeinen Durchschnitt wurde mit Drachen ein Höhenwinkel von 27.6<sup>0</sup> erreicht. Die Drachenflächen wachsen mit der Höhe ziemlich gleichmäßig um etwa 3 bis 4 m<sup>2</sup>, mit Ausnahme der Schicht von 4000 bis 5000 m Höhe, wo sie nur um 1.9 m<sup>2</sup> zunehmen. Im Mittel aller Aufstiege wurde ein Drachenareal von 21.1 m<sup>2</sup> gebraucht. Bildet man den Quotienten Drachenwinkel durch Drachenfläche, so nimmt derselbe nahezu gleichmäßig mit wachsender Höhe ab.

Der größte Drachenwinkel, der im Jahre 1913 in Lindenberg erreicht wurde, betrug 68<sup>0</sup>: ein Drachen von 7 m<sup>2</sup> Fläche wurde in einer Gewitterbö, offenbar infolge eines starken aufsteigenden Luftstromes, bis zu 1720 m Höhe gehoben. Winkel von 50 bis 60<sup>0</sup> wurden in vier Fällen erreicht mit Drachenflächen von 6 m<sup>2</sup> — bei Winden bis 24 m p. s. Geschwindigkeit — und mit solchen von 14 bis 18 m<sup>2</sup> bei Winden von 12 bis 17 m p. s.; die mittlere Höhe betrug 2170 m. Winkel von 40 bis 50<sup>0</sup> kamen 14 mal vor mit Drachenflächen von 4 m<sup>2</sup> bei Winden von 23 bis 30 m p. s., aber auch mit solchen von 22 m<sup>2</sup> bei Winden von 14 bis 18 m p. s. Geschwindigkeit; die mittlere Höhe dieser Aufstiege betrug 2280 m, das mittlere Drachenareal 12 m<sup>2</sup>. Der kleinste Drachenwinkel betrug 7<sup>0</sup> mit 12 m<sup>2</sup>-Drachen, wobei infolge von sehr starkem Eisanhang nur 860 m Höhe mit 7070 m Draht erreicht wurden. In einem anderen Falle wurden mit 28 m<sup>2</sup> Drachenfläche und 8200 m Draht nur 1220 m Höhe, entsprechend einem Winkel von 9<sup>0</sup> erreicht: der Wind, der in der untersten Schicht eine Geschwindigkeit von 6 m p. s. gehabt hatte, flaute in der Höhe bis zur vollen Windstille ab.

Die Registrierapparate bei Drachenaufstiegen.

In der ersten Zeit wurden nicht nur am Aeronautischen Observatorium, sondern auch in Trappes und am Blue Hill-Observatorium ausschließlich Registrierapparate von Jules Richard in Paris verwandt, die aber bald durch die außerordentlich geniale Konstruktion des Marvinschen „Kite-meteorograph“ überholt

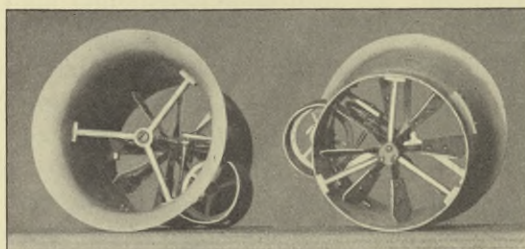
wurden. Zwar wurden einige Neukonstruktionen von verschiedenen Seiten in Angriff genommen — auch der Verfasser hat mehrere derartige recht kostspielige Versuche auf dem Gewissen —, aber sie hatten vornehmlich den Nachteil, daß sie zu subtil oder zu kompliziert waren, um den starken Beanspruchungen einer täglichen Verwendung gewachsen zu sein. Am 5. August 1901 wurde der erste von Schneider Brothers in New York bezogene Marvin-Apparat am Aeronautischen Observatorium bei Reinickendorf in Verwendung genommen, und er wurde niemals durch einen anderen, besseren ersetzt: er hat nur den einen, allerdings „schwerwiegenden“ Nachteil, daß er 600 *M* kostet! Sonst ist er aber unübertrefflich, und verschiedene Versuche, ihn zu „verdeutschen“, sind, so unerfreulich es auch sein mag, vollständig „vorbei gelungen“! Nur eine „Verdeutschung“ hat er ohne Schaden vertragen, das ist die in allen Teilen strenge Nachkonstruktion in der Werkstatt von Bernhard Bunge in Berlin, wodurch sein Preis um etwa 150 *M* erniedrigt wurde. Da der Apparat durch Patente nicht, oder nicht mehr geschützt war, lag in der Tat kein Grund vor, dem schönen Lande der „unbegrenzten Möglichkeiten“ auch einen „möglichst unbegrenzten“ Preis zu zahlen. Nur ein einziger, aber besonders wichtiger Teil des Apparates widerstand bis vor kurzem der Nachkonstruktion, nämlich das Thermometerelement. Verschiedene Untersuchungen hatten festgestellt, daß der Bourdonring aus einem feinen Silberstahl hergestellt ist, und zwar ohne Lötung; die Füllung wurde erst vor kurzem als ein Äther erkannt, der einen verhältnismäßig großen Ausdehnungskoeffizienten besitzt. Der große Vorzug dieses Thermometerelementes vor allen anderen ähnlichen besteht in seiner außerordentlichen Steifheit, seinem beträchtlichen Ausschlage und in ungewöhnlicher Unveränderlichkeit: ein Nachteil liegt in der relativ geringen Empfindlichkeit, die von den später zu besprechenden Bimetallthermometern beträchtlich übertroffen wird. Durch die bei allen Drachenaufstiegen selbstverständliche starke Ventilation wird die Trägheit einigermaßen kompensiert, und im allgemeinen sind die Höhenänderungen bei solchen nicht so schnell, daß ein stärkeres „Nachhinken“ des Thermometers zu befürchten wäre. Bis vor kurzem mußte das Observatorium diese Thermometer von Schneider Brothers in vielen Exemplaren beziehen, da sie infolge der häufigen Benutzungen bei den vielen Aufstiegen ziemlich schnell durch Rosten unbrauchbar gemacht werden, und natürlich großer Wert auf streng korrektes Funktionieren dieses wichtigsten Teiles gelegt werden mußte. Die New Yorker Firma ließ sich für das Paar derselben den nicht ganz niedrigen Preis von 80 *M* bezahlen, sodaß im Laufe der Jahre mehrere tausend Mark hierfür aufgewendet werden mußten. Die neuerdings von Bunge hergestellten Instrumente scheinen geeignet zu sein, die amerikanischen zu ersetzen, was zu einer erheblichen Kostenverminderung führen dürfte.

Der Originalapparat von Marvin hatte ein von ihm getrenntes Anemometer, das auf der obersten Leiste des Drachens befestigt wurde und mittels eines kleinen Trockenelementes auf elektrischem Wege die Anzahl der Umdrehungen seines Schalenkreuzes aufzeichnete. Die üblen Erfahrungen, die wir am Observatorium in Reinickendorf mit dieser überaus exponierten Aufstellung des Anemometers machten, das bei jeder nicht ganz normalen Landung des Drachens beschädigt wurde, veranlaßten mich, an seiner Stelle ein einfaches Woltmannsches Flügelrad in den Registrierapparat selbst einzubauen, das auf mechanischem Wege seine Umdrehungen aufzeichnete. Diese Konstruktion, die aus Fig. 144 ersichtlich ist, hat sich seitdem durchaus bewährt und ist auch von der Drachenstation der

Deutschen Seewarte in Großborstel eingeführt worden. Der Marvinsche Registrierapparat in seiner jetzigen Gestalt wird durch Fig. 145 dargestellt, welche die äußeren Einzelheiten der Konstruktion deutlich genug wiedergibt, um eine eingehende Beschreibung ersparen zu können. Im Inneren des Hüllrohres, an dessen

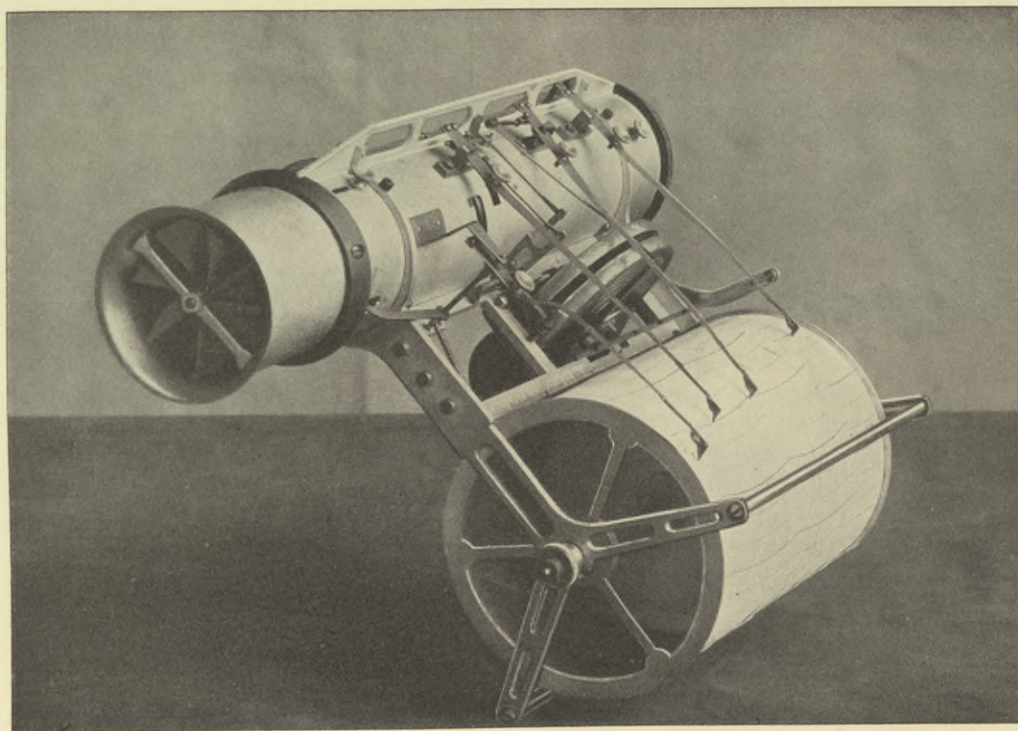
vorderer Öffnung das Flügelrad-Anemometer sichtbar ist, befinden sich zwei miteinander gekuppelte ringförmige Thermometerelemente der oben genannten Art, welche zusammen auf die zweite der sichtbaren vier Schreibfedern wirken — die erste wird vom Anemometer betätigt —; ferner befinden sich zwei Bündel Frauenhaare in dem Hüllrohre, deren Bewegungen sich summieren und auf den vierten Schreibhebel (rechts in der Abbildung) wirken. Die beiden großen, durch eine starke Außenfeder gespannten Aneroiddosen bewegen die dritte Feder. Ein neben

Fig. 144.



Assmanns Anemometer  
zum Marvinschen Meteorographen.

Fig. 145.



Marvins Drachen-Meteorograph.

den Aneroiddosen sichtbarer Abstellhebel gestattet, sämtliche vier Federn vom Papier abzuheben. Die an dem ursprünglichen Apparate angebrachte Vorrichtung, um mittels der Achsenschrauben der Registriertrommel verschiedene Umlaufgeschwindigkeiten derselben herzustellen, wird, da sie leicht zu Störungen



infolge von starkem „Schlagen“ des Apparates bei stürmischem Wetter Veranlassung gibt, bei den neueren Apparaten meist fortgelassen; statt dessen wurden feststehende Umlaufzeiten von 4 bzw. 2 Stunden Dauer eingerichtet. Das Gehäuse, in das der Apparat eingeschlossen ist, welches als ein Meisterstück solider und eleganter Blecharbeit bezeichnet werden muß, ist aus Magnalium hergestellt; es ist in Fig. 95 dargestellt, wo auch seine Befestigung im Drachen ersichtlich ist. Übrigens ist es auch in Fig. 147 deutlich wiedergegeben.

Der Marvinsche Apparat gestattet wegen seiner soliden Bauart die Anbringung verschiedener Spezialkonstruktionen, von denen zwei hier beschrieben seien.

Die äußerst wichtige Feststellung der Wolkengrenzen kann natürlich nur für die untere Grenze erfolgen, indem das Eintauchen bzw. das Wiederaustauchen des obersten Drachens bei dem Auf- und Abstiege beobachtet wird. Um auch über die Höhe oder Mächtigkeit der Wolken Aufschluß zu erhalten, war man auf die Angaben der relativen Feuchtigkeit angewiesen, die erfahrungsgemäß über einer geschlossenen Wolkendecke eine schnelle, häufig sprungartige Verminderung erfährt. Man weiß aber auch, daß das Haarhygrometer ein etwas „unsicherer Kantonist“ zu sein pflegt, insofern als die Haare, in einer nassen Wolke mit Wasser durchtränkt, oder auch mit Raureif oder Eis überzogen, längere Zeit

Fig. 146.

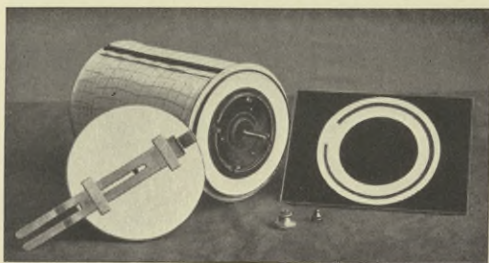
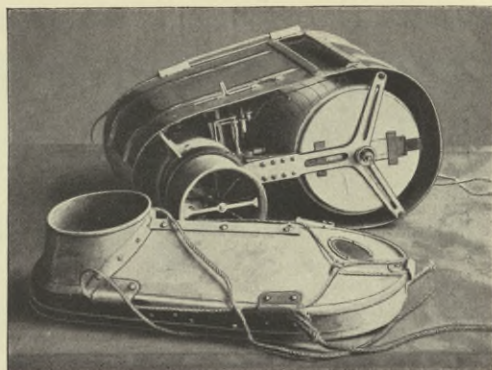


Fig. 147.



Assmanns Apparat zur Aufzeichnung von Wolkenoberflächen.

nötig haben, um das Wasser oder Eis verdunsten zu lassen, und sich dann erst auf den geringeren Wasserdampf der über den Wolken befindlichen Luft einstellen. Da man über die in den Wolken erfolgten oder nicht erfolgten Kondensationsvorgänge nichts weiß, kann auch die bis zum Umbiegen der Hygrometerkurve verfllossene Zeit und damit die Lage der oberen Wolkengrenze nur in sehr weiten Grenzen ermittelt werden. Einen anderen Weg der Feststellung schlägt der vom Verfasser konstruierte und in der Lindenberger Mechanikerwerkstatt hergestellte kleine Apparat zur Aufzeichnung von Wolkenoberflächen ein, der in den Fig. 146 und 147 abgebildet ist. Er beruht darauf, daß Bromsilberpapier entsprechend der auf dasselbe wirkenden Lichtintensität verschieden stark geschwärzt wird, und auf der Annahme, daß das innerhalb von dichteren, stark lichtabsorbierenden Wolken in erheblich geringerem Grade geschehen werde, als außerhalb derselben. Zu diesem Zwecke wurde an der dem Winde zugewandten und deshalb auch dem Himmelslichte frei exponierten Seite der Marvinschen Registriertrommel ein ringförmiger Streifen wenig empfindlichen Bromsilberpapiers so befestigt, daß es, von einer lichtdicht schließenden Platte überdeckt, nur

durch einen feinen Spalt belichtet wird, der, um die Wirkung noch weiter zu verlangsamen, mit einer Gelbscheibe versehen ist. Durch die Umdrehung der Registriertrommel wird das lichtempfindliche Papier langsam bei dem Spalt vorbeigeführt, und so entsteht ein ringförmiger Belichtungsstreifen, bei dem erhebliche Differenzen in der Intensität des Lichtes deutliche Unterschiede in der Schwärzung des Papieres hervorrufen. Da man aus der Umdrehung der Trommel die Zeit ermitteln kann, zu welcher sich jeder Punkt des Papieres unter dem Spalt befunden hat, und die diesen Zeiten entsprechenden Höhen aus dem Baro- und Thermogramm bekannt sind, kann man wenigstens die oberen Wolken Grenzen mit annähernder Genauigkeit feststellen, wo die stärksten Unterschiede der Lichtintensität stattfinden, während die unteren Grenzen wegen der Lichtverminderung durch die überlagernde Wolke weniger scharfe Unterschiede geben dürften. Fig. 146 zeigt einen derartig belichteten ringförmigen Streifen, bei dem natürlich die vorhandenen feinen Schwärzungsunterschiede durch die Reproduktion verwischt worden sind, und den Abschlußdeckel mit Gelbscheibe; Fig. 147 zeigt dessen Lage im seitwärts geöffneten Gehäuse, das natürlich an entsprechender Stelle ein lichtdurchlassendes Fenster hat. Die bisher ausgeführten Registrierungen des kleinen Apparates geben manche interessanten Aufschlüsse über mehrfache Wolkenschichten, von denen man sonst nichts hätte wahrnehmen können.

Eine anderweite Modifikation des Marvin-Apparates wurde vom Verfasser zu dem Zwecke unternommen, um den Apparat zur Mitführung im Flugzeuge geeignet zu machen: ein durch den ausgezeichneten Offizierflieger Herrn Leutnant von Hiddessen erstmalig im Herbst 1912 in Frankfurt a. M. auf dem Eulerschen Flugplatze bei miserabelm Wetter ausgeführter Versuch hatte gezeigt, daß die Erschütterungen des Motors und des Propellers die Kurven in einer dem Zwecke zuwiderlaufenden Weise verschmieren. Es handelte sich demnach darum, an den Schreibfedern eine Dämpfung anzubringen, welche das „Schlagen“ der Schreibhebel tunlichst vermindern soll, ohne doch die Empfindlichkeit zu stark herabzusetzen. Das gelang in der Weise, daß man für die Barographen- und Thermographenfedern, die hierbei allein in Frage kommen, geradlinige Führungen anbrachte, denen die an Gelenkschienen befestigten Schreibfedern folgen, und so statt der Kreisbogenstücke gerade Linien aufzeichnen müssen. Die später durch Herrn Dr. Elias wiederholt ausgeführten Versuche haben die Brauchbarkeit dieser einfachen Konstruktion bewiesen. Der Zweck, der mir bei dem Plane, das Flugzeug zum Träger eines Registrierapparates zu machen, vorschwebte, war ein doppelter: einmal mußte es, nachdem die von Fliegern erreichten Höhen diejenigen unserer höchsten Drachenaufstiege zu übertreffen begannen, als ein ausgezeichnetes Hilfsmittel der aerologischen Forschung erscheinen, ohne die kostbaren Hilfsmittel eines aeronautischen Observatoriums viele und wertvolle Registrierungen aus den oberen Luftschichten in allen Teilen der Welt zu erhalten, an denen „geflogen“ wird, anderseits war es naheliegend, aus dem gegenseitigen Verlaufe der Druck- und Temperaturkurven Schlüsse auf die Stabilitätsverhältnisse der Luftschichten zu ziehen, in denen sich das Flugzeug befindet: nimmt z. B. die Temperatur schneller ab, als die durch die Druckkurve roh angegebene Höhe zunimmt, wobei sich die beiden Kurven einander nähern, so muß man auf das Vorhandensein labilen Gleichgewichtes und dessen bedenklichen Folgeerscheinungen von Vertikalbewegungen — den gefürchteten „Löchern in der Luft“ — schließen. Anderseits läßt offenbar ein paralleler Verlauf der beiden Kurven, deren Ver-

gleichung durch die oben erläuterte Verwendung von rechtwinkligen Koordinaten erheblich erleichtert wird, auf ungestörte und deshalb ungefährliche Gleichgewichtsverhältnisse der Luft schließen. Es handelte sich also für diesen Zweck nur noch darum, die Kurven dem Flieger jederzeit bequem sichtbar zu machen, was auch bei den mit hinterem Propeller versehenen Doppeldeckern leicht möglich war, während sich bei den mit vorderer Schraube arbeitenden Apparaten eine Anbringung in der Nähe des Fliegers bisher nicht bewerkstelligen ließ, da die hohe Temperatur des nahen Motors und der Auspuffgase eine unzulässige Fälschung der Thermometerregistrierung bewirken muß. Eine weitere Fortsetzung der aussichtsreichen Versuche erscheint nicht nur wünschenswert, sondern in Anbetracht der hierbei zu erwartenden wichtigen Aufschlüsse über die für die Fliegekunst maßgebenden inneren Beziehungen zwischen der Temperatur und den Gleichgewichtsverhältnissen der Luft direkt notwendig.

#### Der Fesselballon.

Wie wir in der Übersicht über die Windverhältnisse von Lindenberg auf S. 96 gesehen haben, reicht die Windgeschwindigkeit in 26.7% aller Fälle nicht aus, um Drachen in die Höhe zu bringen. Das Programm des Aeronautischen Observatoriums verlangt aber Aufstiege unter allen Witterungsbedingungen, und deshalb auch solche bei schwachen Winden oder bei voller Windstille. Als Mittel zur Erreichung dieses Zieles kommt nur die Benutzung des gefesselten, mit Gas gefüllten Ballones in Frage, solange noch nicht die Möglichkeit vorliegt, das Flugzeug diesem Zwecke dienstbar zu machen, eine Aufgabe, deren Lösung ohne Zweifel einmal gelingen und der aerologischen Forschung eine ganz erheblich zuverlässigere Basis sowie eine ungeahnte Entwicklung geben wird.

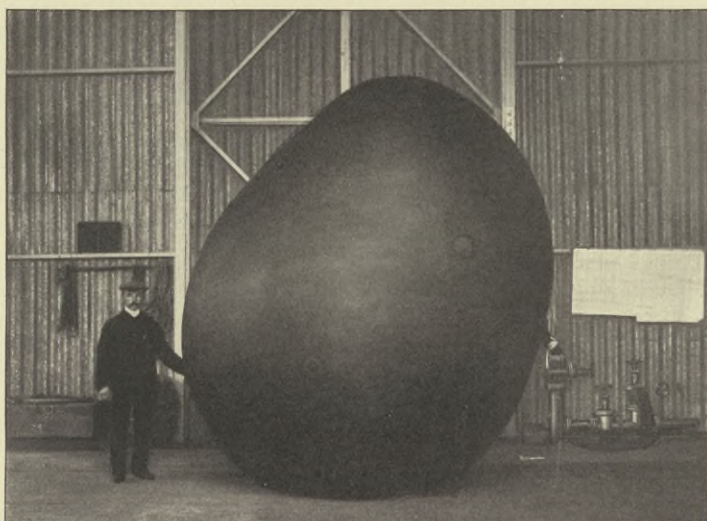
Die technischen Schwierigkeiten der Fesselballonaufstiege stehen im allgemeinen hinter denen der Drachenaufstiege beträchtlich zurück, vornehmlich aus dem Grunde, daß sie nur bei schwacher Luftbewegung und deshalb gemeinhin „zahmen“ Witterungsverhältnissen ausführbar sind. Nur in den leider recht häufigen Fällen, in denen der in den unteren Schichten schwache Wind in den höheren Lagen eine lebhaftere Verstärkung erfährt, oder in denen seine Geschwindigkeit während des Aufstiegs über eine allzu nahe liegende Grenze hinaus zunimmt, treten Schwierigkeiten ein. Noch unerfreulicher ist aber die Tatsache, daß die Gebrauchsgrenzen der beiden Vehikel zum Emportragen von selbstregistrierenden Apparaten, der Drachen und der Fesselballon, nicht ineinander übergreifen oder sich wenigstens berühren. Zwischen der Höchstgrenze für den Gebrauch des Fesselballones von etwa 3 bis 4 m p. s. und der Niedrigstgrenze des Drachens von 6 bis 7 m p. s. Windgeschwindigkeit bleibt eine Kluft von 3 bis 4 m p. s. übrig, deren Überbrückung nur unter Verzicht auf die Erreichung größerer Höhen notdürftig gelingt. Gemäß dem grundsätzlichen Unterschiede der Wirkung bewegter Luft auf den Drachen und auf den Fesselballon, der darin besteht, daß eine Windverstärkung den Drachen emporhebt, den Fesselballon aber herabdrückt, kann die Aufstiegstechnik nach der Seite des Drachens wirksamer eingreifen, indem sie die Geschwindigkeit durch schnelles Einholen und damit die Höhe des Drachens künstlich vergrößert, als bei dem Fesselballon, bei dem eine Windschwächung nur in sehr geringem Maße dadurch ermöglicht wird, daß man ihn tunlichst schnell aufsteigen läßt und ihm durch „Nachschieben“ des Fesseldrahtes mittels der Winde gestattet, das ähnlich einem Freiballon zu tun, ohne einen Zug an dem Drahte auszuüben. Je

größer der Überschuß seiner Aufstiegs geschwindigkeit über den Wind ist, um so größer wird der Höhenwinkel sein, mit dem er emporsteigt; hieraus folgt, daß man ihm durch die Gasfüllung eine tunlichst große Tragkraft, auch „Auftrieb“ genannt, geben muß, um bei nicht vollkommener Windstille größere Höhen zu erreichen. Allerdings wird bei dem nachherigen unvermeidbaren Einholen durch die künstliche Vergrößerung der relativen Windgeschwindigkeit ein beträchtliches „Abtreiben“ des Ballones und eine damit verknüpfte starke Höhenverminderung eintreten; hierzu kommt noch, daß der in den höheren Schichten mehr oder wenig des Gases beraubte Ballon bei dem Herabsteigen seine pralle Form verliert und bei dem Einholen durch den natürlichen und künstlichen Wind um so mehr eingedrückt wird, je mehr er sich dem Erdboden nähert, wobei die so entstandene „Winddalle“ infolge der Pulsationen des Windes fortdauernd ihren Ort am Ballon und ihre Mächtigkeit ändert und bewirkt, daß der Ballonstoff laut klatschend und schlagend außerordentlich stark angespannt wird. Dieses, ein Luftschifferauge direkt beleidigende Bild eines gegen den Wind herab- und herangeholten Fesselballones, der mehr einer „Pudelmütze“ als einem Ballon ähnelt, hat den Verfasser schon seit langem verdrossen und ihn zu mehrfachen Verbesserungsversuchen veranlaßt, die aber sämtlich aus äußeren Gründen wieder aufgegeben worden sind. Um andere vor ähnlichen fruchtlosen Versuchen zu bewahren, seien deshalb einige Angaben hierüber vorweggeschickt.

Der Hauptgrund für das Auftreten der „Winddalle“ liegt darin, daß der während des Aufstiegens infolge der hierbei stattfindenden Expansion des Gases dauernd prall gefüllte Ballon eine entsprechende Menge von Gas durch das nur mit geringem Überdruck schließende Füllansatzventil (s. Fig. 157 und 158) ausgestoßen hat. Hierzu kommt noch der Umstand, daß ein mit erheblicher Geschwindigkeit aufsteigender Ballon durch den Luftwiderstand der vorangehenden Polkalotte eingedrückt wird, und dadurch an seinem sogenannten „Nordpole“ eine Dalle entsteht: infolgedessen wird das hierdurch stärker gepreßte Gas in erhöhtem Maße zum Entweichen durch das Füllansatzventil gezwungen. Nach Erreichung der größten Höhe setzt mit dem Absteigen sofort der entgegengesetzte Vorgang ein: das unter höheren Druck kommende Gas wird komprimiert und füllt den bisher prallen Ballon nicht mehr aus; da ein Eintreten von Luft durch den Schluß des Füllansatzventils verhindert wird, und die relative Luftbewegung nunmehr von unten her erfolgt, entsteht eine „Dalle“ an der vorangehenden unteren Kalotte, die um so mächtiger wird, je mehr das Volumen der zurückgebliebenen Gasmenge durch Kompression vermindert ist. Ein Ballon, der eine Höhe von etwa 5500 m erreicht hat, enthält dort, dem Gewichte nach, nur noch die Hälfte des ihm eingefüllten Gases, das nun bei dem Wiederabsteigen bis zum Erdboden auch in seinem Volumen auf die Hälfte vermindert wird, sodaß der Ballon nur halb gefüllt landet. Da das Gewicht des Ballones samt Zubehör keine Änderung erlitten hat, seine Tragkraft sich aber durch den Gasverlust bei dem Herabsteigen immer mehr vermindert, wird die vereinte Wirkung des natürlichen und künstlichen Windes eine immer größere werden, je weiter der Ballon herabkommt: infolgedessen würde er vom Winde immer stärker abgetrieben und schließlich zu Boden gedrückt werden, wenn nicht die gleichzeitige Verminderung des Drahtgewichtes eine gewisse Kompensation zustande brächte. Es ist deshalb für die Technik der Fesselballonaufstiege von Bedeutung, auf das Drahtgewicht gebührende Rücksicht zu nehmen. Offenbar ließen sich diese Schwierigkeiten dadurch beseitigen, daß man an Stelle des

nicht ausdehnbaren Ballones einen ausdehnbaren verwenden würde, der bei dem Aufsteigen kein Gas ausstößt, indem er, ebenso wie sein Gasinhalt, entsprechend der Druckabnahme sein Volumen vergrößert. Schon Teisserenc de Bort in Trappes hatte zu diesem Zwecke einen „ballon corset“ konstruiert, der ein der zu erreichenden Maximalhöhe entsprechendes Volumen besaß, das aber durch eine elastische „Korsetschnürung“ verkleinert war: die bei dem Aufsteigen ausgedehnten Gummischnüre verkürzten sich bei dem Abstiege wieder, erhielten dem Ballon seine pralle Form und verhinderten die Bildung einer „Dalle“. Ähnliche Versuche wurden auch in Lindenberg ausgeführt, lieferten jedoch kein befriedigendes Ergebnis. Der naheliegende und wiederholt betretene Ausweg, die ganze Ballonhülle aus elastischem Material herzustellen, der sich nach der Erfindung des Gummiballones durch den Verfasser von selbst darbot, scheiterte bedauerlicherweise an technischen Schwierigkeiten bei der Herstellung von Gummiballonen entsprechender Größe: andernfalls würde diese Methode als eine „ideale“ zu bezeichnen sein. Wenn es, wie wir

Fig. 148.



später noch erörtern werden, den Gummiwarenfabriken schon selten gelingt, kleinere Platten von völlig gleichmäßiger Ausdehnung herzustellen, so wachsen diese Schwierigkeiten außerordentlich mit der Größe derselben. Es sind nicht allein die Ungleichmäßigkeiten der Plattendicke, sondern auch die der gleichförmigen Vulkanisierung, die dazu führen, daß sich einzelne Teile einer Platte stärker ausdehnen als andere: bei einem kugelförmigen Ballon entsteht dann die Erscheinung, die man passenderweise als „dicke Backe“ bezeichnet hat. Ein weniger schönes als charakteristisches Beispiel zeigt Fig. 148, das einen für diesen Zweck von der Continental-Caoutchouc- und Guttapercha-Compagnie Hannover gebauten Gummiballon von 15 kg Gewicht darstellt, der bei der Füllung diese unförmliche Gestalt angenommen hat und schon nach wenigen Versuchen geplatzt ist. Der abgebildete Gummiballon war aus bester Paraplatte von 1 mm Dicke hergestellt, welche, da 1 m<sup>2</sup> derselben 935 g wiegt, einen Flächeninhalt von 16.4 m<sup>2</sup> und demnach einen „natürlichen“ Durchmesser, d. h. im unausgedehnten Zustande, von 2.29 m hatte. Um ihn mit einer Tragkraft von 20 kg steigen zu lassen, wobei er

sein eigenes Gewicht von 15 kg, das des Apparates nebst Schnüren usw. mit 2 kg zu tragen hatte, wäre eine Füllung von  $33.6 \text{ m}^3$  Wasserstoffgas von 1.1 kg Tragfähigkeit pro Kubikmeter erforderlich, und er würde durch diese einen Aufstiegsdurchmesser von 4 m erhalten. Ein Ballon von 4 m Durchmesser hat einen Flächeninhalt von  $50.3 \text{ m}^2$ , welche 15 kg, ein Quadratmeter demnach 300 g wiegen würden; hieraus berechnet sich die Plattendicke im Beginn des Aufsteigens auf 0.32 mm. Da ein elastischer Ballon seine Anfangstragkraft bis zu allen Höhen, die er aus technischen Gründen zu erreichen vermag, unverändert beibehält, würde er 8400 m Stahldraht von 0.6 mm und 2.375 kg Gewicht pro 1000 m emporheben können. Unter der Annahme einer Mitteltemperatur der ganzen Luftsäule von  $-10^\circ$  würde dort ein Luftdruck von 270 mm, d. h.  $\frac{1}{2.82}$  des Normaldruckes von 760 mm herrschen; hieraus folgt, daß das Gas und mit ihm der Ballon sein Anfangsvolumen von  $33.6 \text{ m}^3$  um das 2.82 fache, d. h. auf  $91 \text{ m}^3$  vergrößert und damit einen Flächeninhalt von etwa  $93 \text{ m}^2$  und einen Durchmesser von 5.5 m erhalten hätte; wenn  $93 \text{ m}^2$  der Ballonhülle 15 kg wiegen, wiegt ein Quadratmeter 161 g und ihre Plattendicke beträgt 0.172 mm: das ist eine Dicke, bei der eine normale Paraplatte noch weit von ihrer Elastizitätsgrenze entfernt ist, welche, wie die Erfahrungen mit den Sondierballonen aus Gummi lehren, erst bei einer Plattendicke von 0.025 bis 0.02 mm zu liegen pflegt. Man würde demnach mit einem einzigen Ballon eine Höhe von 8400 m erreichen können, wenn man seine Tragkraft voll ausnutzen wollte. Man wird das allerdings zu vermeiden gut tun, um nicht durch niedersinkende Luftbewegungen, wie sie bei labilen Gleichgewichtsverhältnissen der Atmosphäre aufzutreten pflegen, unliebsam überrascht zu werden, indem sich bei solchen der Draht in großer Ausdehnung zu Boden senkt und dabei außerordentlich leicht Schlingen bildet. Man wird deshalb die Tragkraft des Ballones höchstens bis zu einem Restbetrage von 5 kg ausnutzen, und dann folgende Werte erhalten: 6300 m Draht und — Windstille vorausgesetzt — die gleiche Höhe, Luftdruck 348 mm, daher das 2.18 fache des Anfangsvolumens von  $33.6 = 73 \text{ m}^3$ , einen Flächeninhalt der Hülle von  $86 \text{ m}^2$  und eine Plattendicke von 0.19 mm. Aus dieser mit Bedacht etwas ausführlicher gegebenen Berechnung erkennt man deutlich die außerordentlichen Vorteile eines Gummifesselballones. Es wäre deshalb im Interesse der Fesselballontechnik dringend zu wünschen, daß die Herstellung größerer Paraplatten von gleichmäßiger Ausdehnung gelänge!

Solange das nicht mehr als ein „frommer Wunsch“ ist, muß man sich mit minderwertigem Material begnügen. Am Lindenberger Observatorium werden gefirnigte Seidenballone von 20, 25 und  $30 \text{ m}^3$  Inhalt verwendet, über die folgende Angaben gemacht seien.

Als Material wird, nachdem früher vielfach Baumwolle (Perkal) verwandt worden war, seit mehreren Jahren ausschließlich sogenannte „Japon-Seide“ benutzt, die 90 cm breit liegt. Sie wird von der Firma Rudolph Hertzog in Berlin unter der Bezeichnung R. H. Nr. 140 zum Preise von 3.85  $\mathcal{M}$  für das laufende Meter geliefert; ein Quadratmeter derselben wiegt 60 g. Für einen Ballon von  $20 \text{ m}^3$  Inhalt sind  $49\frac{1}{2} \text{ m}$ , für einen solchen von  $25 \text{ m}^3$  60 m, für einen  $30 \text{ m}^3$ -Ballon 69 m erforderlich. Die Ballone werden mit gutem, heiß gemachtem und mit 20 % Terpentinöl verdünntem Leinölfirnis mittels eines Schwammes oder Putzwolle (Baumwollfäden) eingerieben, aber nur so viel, wie die Seide aufnehmen kann; bei stärkerer Tränkung entstehen durch den abtropfenden Firnis Streifen, welche dem Ballone ein unschönes Aussehen geben. Nach dem Firnissen wird er mittels eines

Fig. 149.

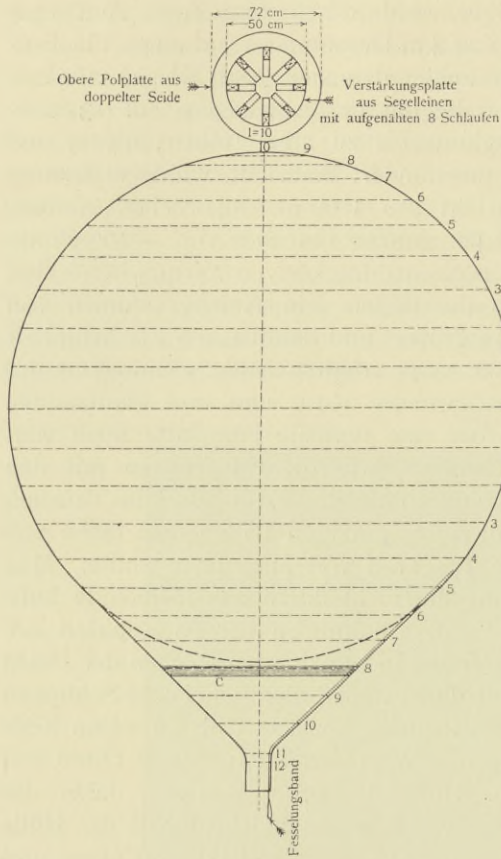


Fig. 150.

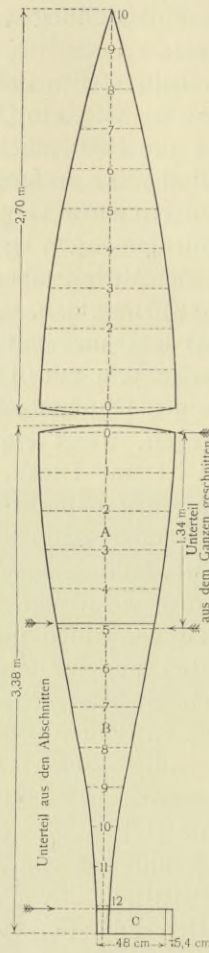


Fig. 151.

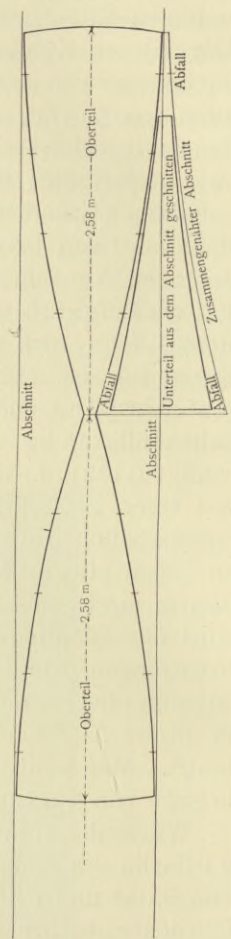


Fig. 152.

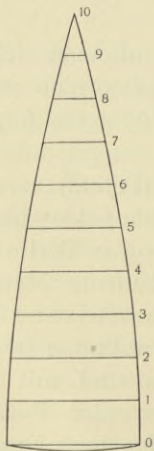


Fig. 153.

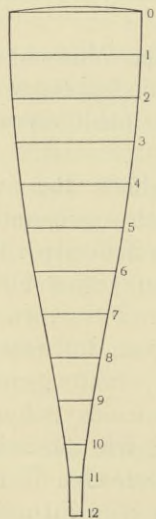


Fig. 154.

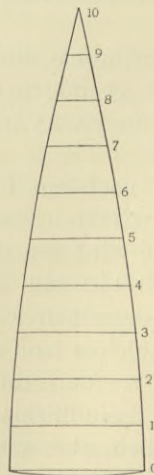
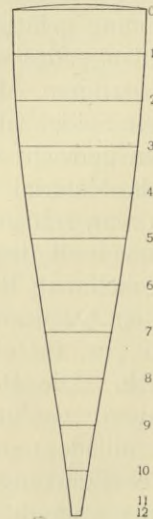


Fig. 155.



Ventilators mit Luft aufgeblasen und an den oben (am sogenannten „Nordpol“) angebrachten Schlaufen mittels einer Leine unter dem Dache der Ballonhalle zum Trocknen aufgehängt. Im Sommer ist der Ballon in 2 bis 3 Tagen genügend getrocknet, um eine zweite Firnissung zu erhalten, wodurch er eine gute Gasdichtigkeit erhält; erst nach längerem Gebrauch wird eine dritte Firnissung vorgenommen. Ein Ballon von 20 m<sup>3</sup> Inhalt wiegt ungefirnißt 2.240 kg, einmal gefirnißt 5.800 kg und zweimal gefirnißt 6.180 kg; ein solcher von 25 m<sup>3</sup> ungefirnißt 2.750, einmal gefirnißt 7.00, zweimal gefirnißt 7.50 und dreimal gefirnißt 8.50 kg; ein Ballon von 30 m<sup>3</sup> Inhalt ungefirnißt 3.25, einmal gefirnißt 7.90 und zweimal gefirnißt 8.95 kg. Ein Ballon gleicher Größe aus Baumwollstoff wiegt 11.73 kg.

Entsprechend den Angaben über den Bau von Drachen seien hier auch die Maßnahmen zur Anfertigung der Ballone nach Notizen des Ballonaufsehers Paul Schmidt, dem diese Arbeiten unterstehen, beschrieben, wie sie in Lindenberg zur Ausführung kommen. In den Fig. 149 bis 151 ist ein 20 m<sup>3</sup>-Ballon nebst den für seine Anfertigung erforderlichen Schnitten, die letzteren in Fig. 152 und 153 für einen 25 m<sup>3</sup>- und in Fig. 154 und 155 für einen 30 m<sup>3</sup>-Ballon abgebildet; die Maße für die Ballone gibt die beistehende Tabelle an.

Tabelle 9.  
Bahnbreiten (cm).

Oberteil				Unterteil			
Ballon von	20 m <sup>3</sup>	25 m <sup>3</sup>	30 m <sup>3</sup>	Ballon von	20 m <sup>3</sup>	25 m <sup>3</sup>	30 m <sup>3</sup>
bei Ziffer 10	0	0	0	bei Ziffer 0	89.0	88.2	88.6
9	14.4	14.0	13.6	1	88.0	86.0	86.4
8	27.6	26.4	26.6	2	84.8	83.6	83.2
7	40.4	39.0	35.8	3	79.2	78.6	77.6
6	52.0	52.0	51.6	4	72.0	71.2	70.4
5	62.8	62.6	61.6	5	62.8	62.6	61.6
4	72.0	71.2	70.4	6	53.4	53.4	52.0
3	79.2	78.6	77.6	7	44.0	42.0	42.0
2	84.8	83.6	83.2	8	34.0	31.8	32.0
1	88.0	86.0	86.4	9	24.0	22.0	22.0
0	89.0	88.2	88.6	10	14.2	12.2	13.0
				11	4.2	4.9	4.26
				12	3.92	4.44	3.52

Für das Zuschneiden des Ballones gibt der genannte Ballonaufseher folgende Anweisung.

Nachdem man die Schablone für die Ballonbahnen entweder rechnerisch nach dem in Moedebecks Taschenbuch der Luftschiffahrt angegebenen Verfahren, oder in bequemerer Weise nach den für die drei Ballone festgestellten Maßen konstruiert und in natürlicher Größe aus starkem Zeichenpapier zugeschnitten hat, breitet man die Seide auf einer großen Tafel so aus, daß sie zwanglos glatt liegt; sie darf nicht gezogen oder gespannt werden, was bei dem starken „Fließen“ der Seide einen unregelmäßigen Verlauf der Schnitte zur Folge haben würde. Mittels eines ganz weichen Bleistiftes (Nr. 1) werden die Umrisse der Schablone auf der Seide aufgezeichnet; die in Fig. 151 angegebenen Striche an den Seitenkanten werden an den Rändern der Schablone auf der Seide angemerkt: sie dienen als Marken für ein tunlichst gleichmäßiges Zusammennähen der Bahnen. Zuerst schneidet man die Oberteile aus, und zwar, wie Fig. 151 zeigt, Spitze an Spitze;



die Unterteile werden, um tunlichst wenig Abfall zu haben, in zwei Teilen zugeschnitten, und zwar wird Teil *A* in Fig. 150 aus der vollen Bahn geschnitten, Teil *B* aus den an der geraden Seite zusammengenähten Abschnitten hergestellt, die bei dem Zuschneiden der Oberteile entstehen: in Fig. 151 rechts oben ist dieses Verfahren dargestellt. Auf diese Weise wird die Seide bis auf ganz schmale Abfallreste, die ebenfalls in Fig. 151 erkennbar sind, ausgenutzt. Das unterste Stück von *B*, in der Fig. 150 mit *C* bezeichnet, wird zum Zwecke der Verstärkung aus einem Stücke Perkalstoff besonders angesetzt. Zunächst werden nun sämtliche Oberteile mittels schmaler Kappnähte auf der Nähmaschine zusammengenäht und am „Nordpol“ eine Kappe aus doppelter Seide aufgesetzt (Fig. 149 oben), die noch durch eine kleinere Platte aus Segelleinwand mit acht Schlaufen aus kräftigem Leinenband verstärkt wird; die Schlaufen dienen zum Aufhängen des Ballones zum Trocknen des Firnisses und zur Reparatur von Löchern im Stoffe. Die Unterteile werden zunächst bis auf eine Naht zusammengenäht, die offen bleibt, um die Haltebänder einnähen zu können, welche an Stelle eines Netzes zur Fesselung des Ballones dienen. An der in Fig. 149 durch Schraffierung bezeichneten Stelle wird nun ein 5 cm breiter Streifen aus Segelleinen aufgesetzt, um die hier angenähten Haltebänder sicher befestigen zu können und um zu verhindern, daß die Seide an diesen Stellen einreißt, wenn der Ballon bei dem Einholen und bei windigem Wetter stark „schlägt“. Die leinenen Haltebänder von 2,5 cm Breite und 2 bis 2,5 m Länge werden von dem Verstärkungsstreifen an aufwärts an der Innenseite des Unterteiles mitten auf die Nähte aufgenäht, während sie unterhalb dieses Streifens locker bleiben; sie hängen 20 cm aus dem Füllansatz heraus und endigen in einer 5 cm langen Schlaufe. Fig. 149 läßt dieselben erkennen. Hiernach wird die untere Ballonhälfte völlig zusammengenäht, und das letzte Halteband außen aufgesetzt. Zuletzt werden die beiden Ballonhälften mittels einer „verstärzten“ oder Kappnaht am „Äquator“ zusammengenäht. Die Näharbeit wird unter steter Mithilfe des Ballonaufsehers durch eine sachverständige Näherin für einen Stundenlohn von 35  $\text{§}$  ausgeführt: für einen Ballon sind ungefähr 35 bis 40 Nähstunden erforderlich. Hiernach kostet ein Ballon mit Ausschluß der sonstigen Arbeitslöhne:

	An Seide	An Firnis, Band usw.	An Näherlohn	Zusammen
$m^3$	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>
20	190.—	15.—	12.—	217.—
25	230.—	20.—	14.—	264.—
30	265.—	30.—	15.—	310.—

Wie man aus der Fig. 149 ersieht, werden die Ballone nicht kugelförmig, sondern durch einen in seinem unteren Teile angefügten Rotationskegel schwach birnförmig gebaut. Diese Gestalt hat gegenüber der kugelförmigen den Vorteil, daß an Stelle eines Netzes die Fesselung durch eingenähte Haltebänder erfolgen kann, die in dem Kegelmantel selbst verlaufen. Durch ihre Anspannung erhält der untere Teil des Ballones eine gewisse Starrheit, welche die Ausbildung einer Winddalle beim Einholen, wenn auch nicht verhindert, so doch vermindert; zugleich wird das Gewicht eines Netzes erspart. Diese Form hat sich durchaus bewährt, zumal auch die Züge, welche bei Wind oder bei dem Einholen auftreten, erheblich geringer sind als bei einem kugelförmigen Ballone: bestehende Kurven

(Fig. 156) geben diese Züge für unsere drei Ballontypen und verschiedene Windgeschwindigkeiten an. Der größte bisher festgestellte Zug betrug 92 kg, den ein Ballon von 25 m<sup>3</sup> Inhalt in einer Bö von 12 m p.s. Windgeschwindigkeit während des Einholens ausübte; dabei riß der Haltedraht von 0.7 mm Durchmesser.

In den Füllansatz des Ballones wird ein federndes Auslaßventil eingebunden, das dem Gase den Austritt mit geringem Überdruck gestattet, das Eindringen von Luft aber verhindert. Fig. 157 zeigt dasselbe im Querschnitt, Fig. 158 in Ansicht und in den Füllansatz eingebunden.

Die Ballone von 25 und 30 m<sup>3</sup> Inhalt werden in gleicher Weise gebaut, wie die von 20 m<sup>3</sup>: ein 20 m<sup>3</sup>-Ballon hat 12, ein solcher von 25 m<sup>3</sup> 13, ein Ballon von 30 m<sup>3</sup> 14 Bahnen von je 88 bis 89 cm Breite am Äquator; die Durchmesser dieser drei Typen betragen 3.37, 3.65 und 3.89 m, die Umfänge 10.6, 11.4 und 12.21 m.

Fig. 156.

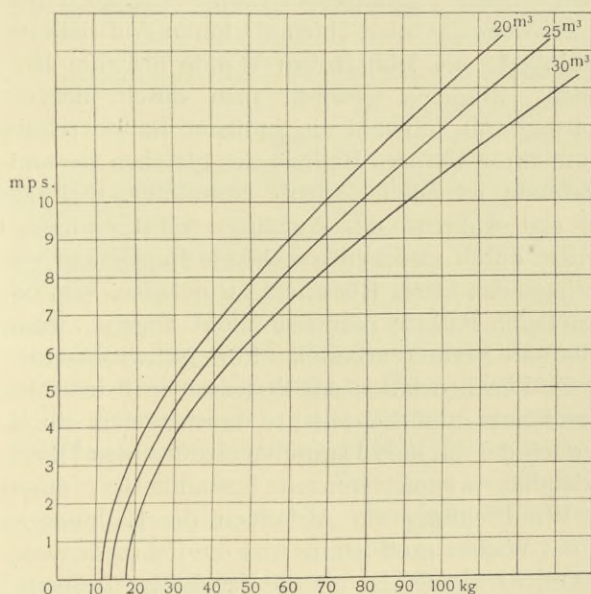


Fig. 157.

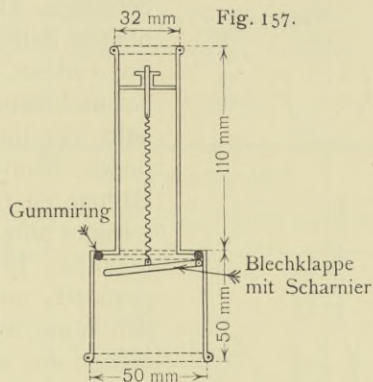
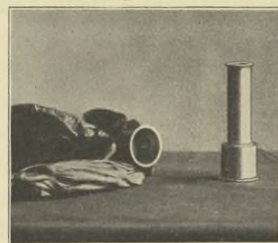


Fig. 158.

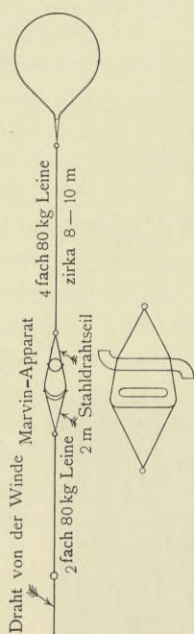


Der Registrierapparat wird etwa 10 m unterhalb des Ballones an vierfacher Leine von 80 kg Zugfestigkeit befestigt. Man benutzt dazu ausschließlich den Marvinschen Drachen-Registrierapparat, dessen Schutzrohr durch je ein an beiden Öffnungen angesetztes knieförmig gebogenes Rohrstück des gleichen Durchmessers sowohl gegen das Eindringen von Sonnenstrahlen schützen, als auch den Luft-eintritt bei dem Auf- und Absteigen befördern soll (Fig. 159). Früher wurde der Apparat an eine Stange gebunden, an deren einem Ende eine aus Baumwollstoff hergestellte leichte Windfahne befestigt war, zu dem Zwecke, um das Schutzrohr stets gegen den Wind zu richten. Diese Methode führte nicht selten dazu, daß der Apparat bei stärkerem Winde infolge des beim Einholen eintretenden „Rollens“ des Ballones in Rotation geriet und dabei so lange um den Draht herum rollte, bis seine Befestigung abgedreht war, und er zu Boden stürzte. Die nicht unbegründete Befürchtung, daß dieses zuweilen aus mehreren hundert Metern Höhe herabfallende Gewicht selbst einem harten Schädel einen ernsteren Schaden als eine

bloße Kontusion zuzufügen vermöchte, ganz abgesehen von der zu erwartenden Zertrümmerung des Apparates selbst, führte dazu, diese nicht ganz harmlose Methode aufzugeben und sie durch die angegebene zu ersetzen. Fig. 159 erläutert die Befestigung des Apparates; ein Abreißen desselben ist seitdem nicht wieder erfolgt.

Wie oben schon erwähnt, muß bei den unausdehnbaren Ballonen das Gewicht des Drahtes, das sie zu tragen haben, mit ihrer Tragkraft in eine solche Beziehung gebracht werden, daß ersteres eine Kompensation für die zunehmende Verminderung der letzteren während des Abstiegs zustande bringt. Man erreicht das mit größerer Sicherheit, wenn man statt eines einzigen größeren Ballones deren mehrere verwendet, die man als „Hilfsballone“ an einem Seitendrahte von 20 bis 30 m Länge mittels einer der oben beschriebenen „Drachenklemmen“ an dem Hauptdrahte

Fig. 159.



befestigt. Dieses Verfahren hat zur Folge, daß besonders der oberste Ballon, der, weil er die größte Höhe erreicht, am meisten Gas verliert, nur ein erheblich geringeres Drahtgewicht zu tragen hat und demnach bei dem Einholen einen stärkeren Auftrieb behält, der ihn verhindert, bei lebhafterem Winde bis zum Erdboden herabzufallen. Zugleich gewinnt man durch mehrere Ballone an Gesamttragkraft, obwohl ein größerer Ballon relativ weniger wiegt als mehrere kleinere Ballone des gleichen Gesamtinhaltes. Die Methode ist auch deshalb vorteilhaft, weil sie gestattet, auf die erst während des Aufstiegs selbst eintretenden Windverhältnisse durch zweckentsprechende Bemessung der Menge des nutzbringenden Gases Rücksicht zu nehmen, was bei einem einzigen größeren Ballone natürlich nicht angeht, wenn man an einer „festen“ Station arbeitet. Für „schwimmende“ Stationen, wie es die Drachenstation am Bodensee in Friedrichshafen ist, gilt dieser Satz natürlich nicht, da man dort durch willkürliche Bewegung der auf dem Dampfboote stehenden Drahtwinde bis zu ziemlich weiten Grenzen imstande ist, durch Mitfahren in der Windrichtung ein Abtreiben des Ballones zu verhindern, wenn das Wasser groß genug und die Fahrtgeschwindigkeit des Bootes nicht kleiner ist als die den Ballon treibende Windgeschwindigkeit. Deshalb wird in Friedrichshafen grundsätz-  
lich nur ein Ballon von etwas größerem Inhalt, meist von 60 m<sup>3</sup>, verwandt.

Ein fernerer Vorteil der Methode mehrerer Ballone beruht darin, daß vorübergehende Windzunahmen nicht sämtliche gegen 1000 m oder mehr voneinander entfernte Ballone gleichzeitig treffen können, wodurch die Gefahr des Abreißen vermindert wird. Auch ist es für die Aufstiegstechnik vorteilhaft, den unteren Teil des Fesseldrahtes tunlichst frei von der Erdoberfläche zu halten, der bei einem Einzelballon oft über weite Strecken horizontal verläuft und sich deshalb leicht an irgend einem Hindernis festmacht.

Insofern als Zusammenstellungen über die Technik des Fesselballones noch so gut wie vollständig fehlen, seien an der Hand der Aufstiege des Jahres 1913 folgende Angaben gemacht.

Wie schon oben auf S. 67 festgestellt wurde, sind zur Ausführung von 327 Fesselballonaufstiegen des Jahres 1913 9954 m<sup>3</sup> Gas in die Ballone eingefüllt worden, d. h. im Durchschnitt für jeden Aufstieg 30.44 m<sup>3</sup>. Benutzt wurden Ballone

von 20, 25 und 30 m<sup>3</sup> Inhalt, nur für einige Versuche ein solcher von 40 m<sup>3</sup>: 198 mal (60.6 %) wurde nur ein Ballon benutzt, 17 mal (35.7 %) dienten 2, 8 mal (2.5 %), 3- und 4 mal (1.2 %) vier Ballone zu den Aufstiegen.

Unter der gewiß nicht unzutreffenden Annahme, daß bei jedem Ballonaufstiege die den Windverhältnissen am besten entsprechenden Ballonkombinationen gewählt worden sind, bietet auch die Angabe der bei diesen erreichten mittleren Höhen ein gewisses technisches Interesse, weshalb sie mit der Zusammenstellung über die in Verwendung genommenen Ballonkombinationen folgen mögen:

	1 Ballon (m <sup>3</sup> )				2 Ballone (m <sup>3</sup> )			
	20	25	30	40	20 + 20	25 + 20	30 + 20	30 + 25
Mittlere Höhe . . . m	1734	1882	2279	3205	3177	3044	3793	3370
Größte Höhe . . . m	3110	2470	3900	3800	4250	3950	5200	5140
Kleinste Höhe . . . m	640	830	850	2610	1750	2110	2130	2100
Zahl der Fälle . . . .	117	10	69	2	51	8	52	6
Prozent . . . . .	35.8	3.1	21.3	0.6	15.4	2.5	16.0	1.8

	3 Ballone (m <sup>3</sup> )			4 Ballone (m <sup>3</sup> )	
	20 + 20 + 20	30 + 20 + 20	40 + 30 + 25	30 + 20 + 20 + 20	30 + 25 + 20 + 20
Mittlere Höhe . . . m	5443	5030	7180	6080	5800
Größte Höhe . . . m	5720	5510	—	6140	—
Kleinste Höhe . . . m	5260	4410	—	6010	—
Zahl der Fälle . . . .	3	3	1	3	1
Prozent . . . . .	0.9	1.2	0.3	0.9	0.3

Man erkennt leicht den selbstverständlichen Einfluß der größeren Gasmenge auf die Erreichung größerer Höhen, besonders wenn man die nur mit wenigen Fällen vertretenen Gruppen 40, 25 + 20, 30 + 25 m<sup>3</sup> und die zu seltenen höchsten Aufstiege unberücksichtigt läßt. Mit einem Ballone wird man durchschnittlich nahezu 3000 m, mit zwei Ballonen etwa 4000, mit drei gegen 5000 m zu erreichen erwarten können, und in günstigen Fällen erhöhen sich diese Werte um etwa 1000 m. Für die größte bisher, nicht nur in Lindenberg, sondern überhaupt erreichte Fesselballonhöhe von 7180 m wurden 95 m<sup>3</sup> Gas verbraucht, das auf drei Ballone von 40, 30 und 25 m<sup>3</sup> Inhalt verteilt war.

Abgesehen von der Tragkraft des Gases, die man in Anbetracht der Lindenberger Gasspareinrichtungen (s. S. 65 bis 67) im Durchschnitt nur zu etwa 0.9 bis 1 kg pro Kubikmeter annehmen kann, ist natürlich die Windgeschwindigkeit der für die erreichbaren Höhen Ausschlag gebende Faktor. Es seien deshalb hierüber einige Angaben gemacht.

Die bei den 327 Fesselballonaufstiegen des Jahres 1913 festgestellten mittleren Windgeschwindigkeiten waren folgende:

Höhe	m	122	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500
Windgeschwindigkeit	m p. s.	3.0	3.9	3.6	3.4	3.1	3.2	2.9	3.3	3.2	2.6	3.1	3.1
Zahl der Fälle		327	325	307	270	203	135	106	63	32	18	14	6

Die mittlere Windgeschwindigkeit in der Maximalhöhe der Aufstiege betrug 4.55 m p. s., die durchschnittliche Drahtlänge 4070 m, die mittlere Maximalhöhe

2612 m: unter Abrechnung von 2% für den Durchhang des Drahtes ergibt sich demnach ein mittlerer Höhenwinkel von 41°. Die Zahl der Aufstiege, bei denen ein Winkel von 90° erreicht wurde, betrug sechs, deren mittlere Höhe 3948 m. Dieses Ergebnis war aber durchaus nicht, wie man annehmen könnte, auf das Herrschen einer „toten Windstille“ in der ganzen durchmessenen Luftschicht beschränkt, sondern wurde auch durch ziemlich stark ausgeprägte Windschichten nicht gestört, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Datum	Zahl und Inhalt d. Ballone	Höhe m	Windgeschwindigkeiten in m p. s. bei											In der Maximalhöhe	
			122	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500			
1. Juni	I	30	3740	3-5	6	3	0	0	0	0	0	2			2
2. „	III	30	3680	2	5-6	1-2	1-2	1	1	1	1				1
4. „	II	30+20	4920	3	4	3	2	2	2	1-2	1-2	0	0		0
8. Juli	III	30+20	5100	2-3	4	2	1	0	2	4	4	3	4		4
4. Sept.	X	20+20	3150	2	1	1	0	0	0	0					0
4./5. Sept.		20	3110	2	1	0	0	0	0	0					0

Man erkennt hieraus, daß auch eine lebhafte Luftbewegung, wenn sie nur auf verhältnismäßig dünne Schichten beschränkt ist, durch die oben beschriebene Methode schnellen Aufsteigenlassens der Ballone ohne Schaden für den Höhenwinkel überwunden werden kann.

Die Ermittlung der Aufstiegsgeschwindigkeiten, welche den Ballonen erteilt wurde, aus den Beobachtungen des Jahres 1913 wird leider dadurch verhindert, daß die Auswertungen der weitaus größten Zahl der Aufstiege den Abstiegsaufzeichnungen entnommen worden sind, und zwar aus dem später zu erörternden Grunde, daß bei dem Aufstiege eine Fälschung der Temperaturregistrierungen vermutet wurde: natürlich können die bei dem Einholen der Ballone gegen den Wind bewirkten Abstiegseschwindigkeiten kein Maß für die zur Erreichung tunlichst großer Höhen erfolgten Aufstiegsgeschwindigkeiten geben. Ich mußte mich deshalb auf die 40 Fälle beschränken, bei denen die Aufstiegsaufzeichnungen ausgewertet worden sind, um die in Lindenberg übliche Praxis festzustellen. Da die Beobachtungen nur nach vollen Minuten und nach Höhenstufen von 500 m publiziert werden, ist natürlich die Genauigkeit der Aufstiegsgeschwindigkeiten keine allzu große, was aber auch dem Zwecke nicht abträglich ist, zumal auch noch die zum Anbringen von Hilfsballonen erforderlichen Pausen in den Zeitangaben versteckt sind. Man wird deshalb besonders bei der Benutzung mehrerer Ballone die folgenden Angaben über die Aufstiegsgeschwindigkeiten nur als untere, etwas zu kleine Werte betrachten müssen.

Im Mittel dieser 40 Aufstiege betragen die Aufstiegsgeschwindigkeiten:

Höhe in m	122 bis 500	500 bis 1000	1000 bis 1500	1500 bis 2000	2000 bis 2500	2500 bis 3000	3000 bis 3500	3500 bis 4000	über 4000
Aufstiegsgeschwindigkeit . . . m p. s.	1.9	2.4	2.2	2.3	2.1	2.6	2.1	2.1	1.6
Windgeschwindigkeit . . . . . m p. s.	2.4	3.6	3.4	3.5	3.3	3.1	2.9	3.3	6.5(?)
Zahl der Fälle . . . . .	40	40	37	34	29	13	8	6	2

In den erreichten Maximalhöhen hatte der Wind eine mittlere Geschwindigkeit von 3.6 m p. s. Die durchschnittliche Aufstiegsgeschwindigkeit betrug 2.13 m p. s. bei einer durchschnittlichen Windgeschwindigkeit von 3.55 m p. s.

Nach den Angaben des Ballonaufsehers Paul Schmidt erfordert das Anbringen und Abnehmen eines Hilfsballones etwa eine Minute, und das Auslassen des Drahtes erfolgt mit einer den Windverhältnissen tunlichst angepaßten Geschwindigkeit von  $2\frac{1}{2}$  bis  $4\frac{1}{2}$  m p. s. Als praktisch nützliche Regel hat sich dabei herausgestellt, daß, wenn ein Ballon von  $25\text{ m}^3$  Inhalt mit einer Geschwindigkeit von 4 m p. s. ausgelassen wird und dabei nicht an Höhe gewinnt, der Wind stark genug ist, um einen leichten Drachen von  $8.5\text{ m}^2$  Fläche zu tragen. Die Beendigung der Aufstiege erfolgt nahezu ausschließlich durch eine zeitliche oder schichtweise Vermehrung der Windgeschwindigkeit bis zu einem Betrage, der eine weitere Höhenzunahme des Ballones ausschließt; im Durchschnitt aller Aufstiege betrug diese, wie oben angeführt, 4.55 m p. s., in 12 Fällen erreichte oder überstieg sie 10 m p. s. Man erkennt aus diesen Angaben die verhältnismäßig engen Grenzen der Fesselballonaufstiege an einer „festen“ Landstation, während eine „bewegliche“ Station, wie Friedrichshafen, bei einer mittleren Fortbewegungsgeschwindigkeit von etwa 5 m p. s. in der Lage ist, weit größere Höhen mit Fesselballonen zu erreichen.

Wie schon oben erwähnt, leiden die Fesselballonaufstiege unter einer gewissen Unsicherheit der Temperaturregistrierungen, welche dazu geführt hat, daß neuerdings ausschließlich die Abstiegswerte veröffentlicht werden. Der Grund für diesen sehr unerfreulichen Mangel an Zuverlässigkeit kann man nur in einem Einflusse der Sonnenstrahlung auf das Thermometer erblicken, der durch die natürliche Ventilation bei dem Aufsteigen nicht in genügender Weise beseitigt wird. Es lag deshalb nahe, nach dem Muster des Aspirationsthermometers eine künstliche Ventilation des Thermometers einzurichten, und zahlreiche Konstruktionen sind zu diesem Zwecke zur Ausführung gekommen. Vornehmlich wurde der außerordentlich kräftig wirkende „Scirocco-Ventilator“ in Anwendung genommen, der durch einen kleinen Elektromotor getrieben wurde, dessen Energie ein Akkumulator von 2 bis 4 Amp. lieferte. Bei allen derartigen Konstruktionen mußte vornehmlich dafür Sorge getragen werden, daß die Richtung des künstlichen Luftstromes stets mit der des natürlichen, der durch das Auf- oder Absteigen des Ballones erzeugt wird, zusammenfiel, sodaß der eine den anderen verstärkte, während sie sich im anderen Falle gegenseitig schwächen oder gar aufheben würden. Bei dem Aufsteigen geht durch ein an beiden Seiten offenes vertikales Strahlungsschutzrohr ein natürlicher Luftstrom von oben nach unten, bei dem Absteigen von unten nach oben. Wollte man also sowohl die Auf- wie die Abstiegsregistrierungen benutzen, so mußte eine Einrichtung getroffen werden, um den Ventilator mittels eines „Stromwenders“ vor- und rückwärtslaufen zu lassen. Zahlreiche Versuche dieser Art haben gezeigt, daß die Aufgabe ohne Schwierigkeit lösbar ist, wenn man z. B. mittels einer ganz leichten Vertikalwindfahne, die durch den Luftwiderstand bei dem Aufsteigen nach abwärts und bei dem Absteigen nach aufwärts bewegt wird, die Stromwendung betätigt. Leider ist für diesen Zweck der wirkungsvolle Scirocco-Ventilator nicht verwendbar, da er nur in einer Richtung wirkt und auch die eine der beiden Schutzrohröffnungen gegen die natürliche Ventilation abschließt; die gewöhnlichen kleinen Flügelventilatoren, die sich in das Schutzrohr selbst einbauen lassen, erwiesen sich aber in ihrer Wirkung als zu schwach. Außerdem war, wie an vielen anderen Stellen, der Mechanismus zu subtil, um unter allen Bedingungen sicher zu funktionieren; auch stockte aus unbekanntem und nicht festzustellenden Gründen der Elektromotor so häufig, daß sogar besondere Tourenzähler konstruiert wurden, um wenigstens außer Zweifel sein zu können, ob der Ventilator genügend oder überhaupt gelaufen sei.

Alle diese Experimente, deren Aufzählung viele Seiten füllen würde, blieben schließlich erfolglos, und man mußte zu der an sich wenig rationellen Benutzung des bei den Drachenaufstiegen so wohlbewährten Marvinschen Registrierapparates greifen, bei dem man durch knieförmige Ansatzstücke (s. Fig. 159) den Zutritt der Luft bei dem Auf- und Abstiege befördert und gleichzeitig die Bestrahlung des Thermometers verhindert. Eine Einrichtung dieser Art müßte wohl diesem Zwecke zu dienen geeignet sein, da bei dem Auf- und Abstiege das in der Bewegungsrichtung offene Rohr einen Luftstrom eintreten läßt, während an dem anderen „leewärts“ geöffneten Teile durch Luftverdünnung eine Saugwirkung eintritt, welche in dem gleichen Richtungssinne wirkt. Trotz alledem sind die Resultate so wenig befriedigend, daß die auswertenden Beamten fast stets Bedenken tragen, die Aufstiegswerte als korrekt anzusehen! Es leuchtet ja ein, daß bei der in Lindenberg üblichen Methode des tunlichst schnellen Steigenlassens des Ballones die in den meisten Fällen vorhandene horizontale Luftbewegung eine entsprechende Schwächung relativ zum Registrierapparate erfährt, während die vertikale nicht ausreicht, um den Strahlungseinfluß sicher zu beseitigen, daß die erstere aber bei dem Einholen „gegen den Wind“ verstärkt wird — die Abstiegstemperaturen sind deshalb wohl als die infolge stärkerer Ventilation weniger strahlungsgefälschten anzusehen. Als Kriterium für die Unsicherheit der Aufstiegswerte wird die Tatsache einer schnellen und deutlichen Erniedrigung der Temperaturkurve unmittelbar nach Beginn des Abstiegs angesehen, wobei man aber nicht vergessen darf, daß die „Trägheit“ des Thermometers in dem gleichen Sinne wirksam ist, indem sie dazu führt, daß sie bei dem Aufsteigen die Temperaturen niedrigerer Schichten, also im allgemeinen zu hohe, bei dem Absteigen aber solche höherer Schichten, d. h. zu tiefe Temperaturen registrieren läßt. Bei dem Aufsteigen wirken also Trägheit und Strahlungsfehler des Thermometers in gleichem Sinne erhöhend auf die Temperaturregistrierungen, sodaß die Fehler sich summieren. Aus diesem Grunde ist auch das etwas träge Ätherthermometer des Marvinschen Apparates wenig für Fesselballonaufstiege geeignet, während es bei der selbstverständlich starken Ventilation bei Drachenaufstiegen und den bei diesen meist erheblich langsamer erfolgenden Höhenänderungen allen Ansprüchen an korrekte Wiedergabe der Temperaturen genügt. In den bei den Registrierballonaufstiegen bestens bewährten feinen Bimetallthermometern (s. S. 196) hätte man zwar ein ganz bedeutend empfindlicheres und deshalb weniger träges Instrument: seine Anwendung im Fesselballon verbietet sich aber durch seine geringe „Steifigkeit“, die dazu führen würde, daß die Kurven außerordentlich verschmiert werden, wenn man Tintenschreibung anwendet, oder stark verbreitert, wenn Rußschreibung erfolgt. Bei dem nahezu erschütterungsfrei aufsteigenden Sondierballon fallen diese Bedenken natürlich fort. Bei den Ballonaufstiegen werden ferner durch die Pausen bei der Anbringung von Hilfsballonen, selbst wenn sie nur je eine Minute an Zeit erfordern, neue Unsicherheiten erzeugt, insofern durch die bei dem Haltepunkte völlig aussetzende Ventilation und Vergrößerung des Strahlungsfehlers das bei dem Aufsteigen „nachhinkende“, also einen zu hohen Wert aufschreibende Thermometer in dem Ausgleichen der Differenz gegen die Lufttemperatur gestört wird. Unter diesen Umständen müßte es geraten erscheinen, die unter allen Umständen zuverlässigeren Abstiegswerte zu bevorzugen, bei denen die Trägheit des Thermometers einem Strahlungsfehler entgegenwirkt, und sich beide dadurch bis zu einem gewissen Grade kompensieren. Immerhin erscheint es als eine wichtige Aufgabe, für die zurzeit noch nicht entbehrlichen Fesselballonaufstiege einen

empfindlicheren und strahlungsfreien Registrierapparat zu konstruieren. Mit den aus Friedrichshafen bezogenen Originalapparaten, die eigentlich unter den dort üblichen Aufstiegsbedingungen einen noch erheblich größeren Strahlungseinfluß erfahren müßten, wurden in Lindenberg durchaus keine besseren Resultate erzielt.

Es mögen nun, wie für die Drachenaufstiege, durch einige photographische Aufnahmen die Maßnahmen bei Fesselballonaufstiegen versinnbildlicht werden.

Fig. 160 zeigt einen gefüllten Fesselballon vor der Ballonhalle, Fig. 161 vor dem Windenhouse nach Befestigung des Registrierapparates, Fig. 162 fertig zum Aufsteigen. Die Fig. 163 und 164 lassen die unter dem Einflusse des Windes, der durch das Einholen verstärkt wird, auftretende „Winddalle“ erkennen, wobei der Ballon bis in die Nähe des Erdbodens oft so weit herabgedrückt wird, daß man, um das starke „Schlagen“ des Ballones und Apparates zu beseitigen, und um ein Abreißen zu vermeiden, das weitere Einholen beendigt, sobald der Ballon über dem Gelände des Observatoriums angelangt ist, und ihn nun mittels der S. 121 (Fig. 106 und 107) beschriebenen Handrolle vollends herunterdrückt. Fig. 165 zeigt seinen Rücktransport in die Ballonhalle, der bei Schneebedeckung des Geländes häufig in eine „Schlittenfahrt“ ausartet.

Zum Schluß der Ausführungen über die gefesselten Flugkörper sei eine Zusammenfassung (Tabelle 10) der in den 11 Jahren von 1903 bis 1913 mit Drachen und Fesselballonen ausgeführten Aufstiege gegeben.

Man ersieht aus der Tabelle, daß die Zahl der Aufstiege von Jahr zu Jahr zugenommen hat, und zwar sowohl mit Drachen als auch mit Fesselballonen, erstere um das 2.6fache, letztere um das 2.8fache. In dem ganzen Zeitraume wurden 4913 Aufstiege mit Drachen und 2181 mit Fesselballonen, zusammen also 7094 gefesselte Aufstiege ausgeführt. Die Zahlen der Tage mit Drachen- und solchen mit Fesselballonaufstiegen schwanken in den einzelnen Jahren entsprechend derer mittleren Windgeschwindigkeiten: im

Fig. 160.

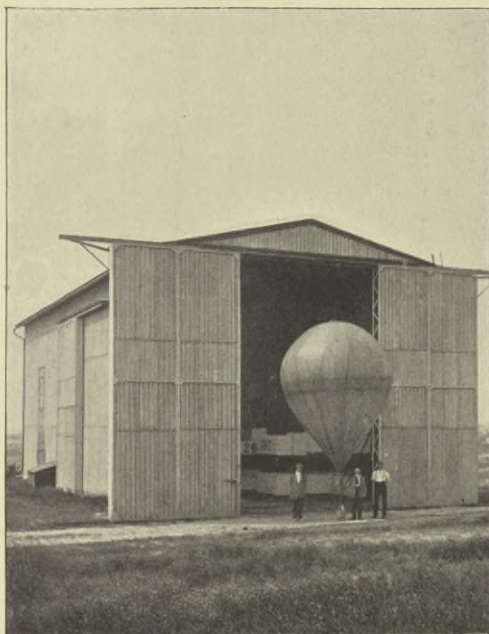


Fig. 161.

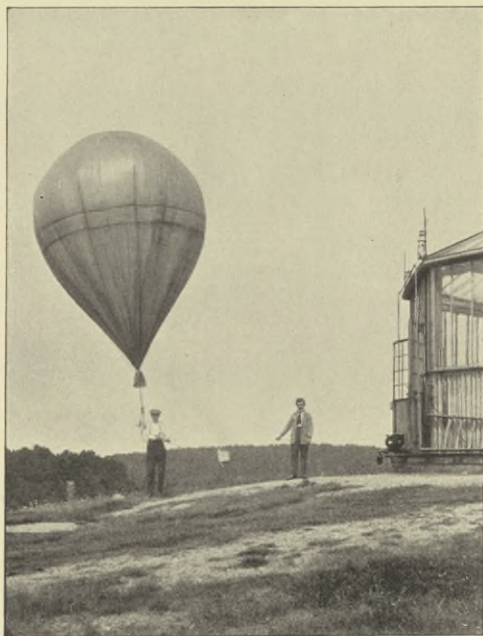




Fig. 162.



Fig. 164.

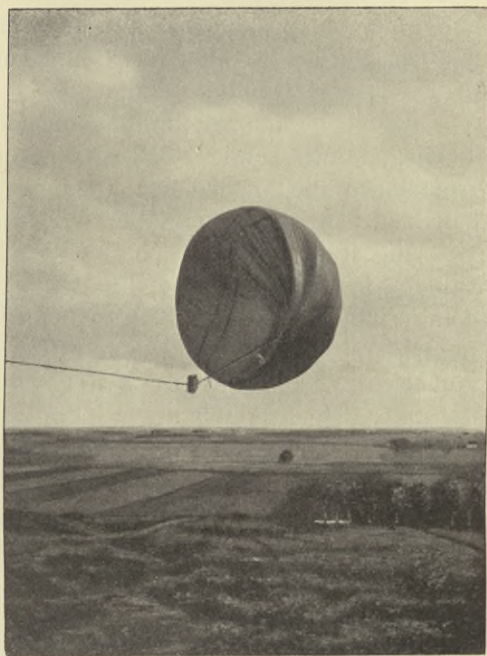


Fig. 163.

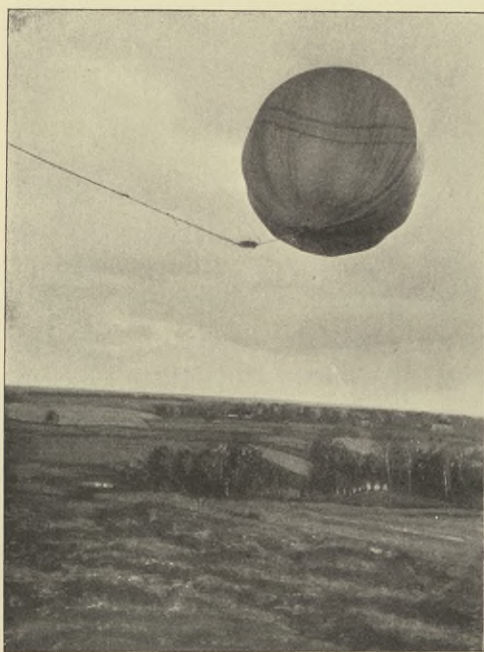


Fig. 165.



Tabelle 10.

Übersicht über die Drachen- und Fesselballonaufstiege  
in den 11 Jahren von 1903 bis 1913.

	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1903-1913	
<b>Drachen:</b>													
Zahl der Aufstiege . . .	299	272	331	353	415	444	454	459	578	519	789	4913	
Zahl der Tage . . . . .	254	223	250	259	265	264	247	256	253	248	274	2793	
Mittlere Höhen . . . m	2014	2433	2590	2707	2726	2785	2998	3007	3260	3444	3563	—	
<b>Fesselballone:</b>													
Zahl der Aufstiege . . .	115	168	158	162	135	177	197	211	265	267	326	2181	
Zahl der Tage . . . . .	111	143	115	106	100	102	118	109	112	118	91	1225	
Mittlere Höhen . . . m	1341	1384	2118	2327	2397	2812	2807	3017	2999	3221	3664	—	
Gesamtmittel der Höhen	1809	2023	2441	2597	2636	2793	2936	3010	3180	3372	3588	—	
Zahl der Tage, an denen erreicht wurden:													
												%	
weniger als 1000 m Höhe	46	14	23	10	7	8	6	4	4	2	—	124	3.1
1000—2000 m . . . . .	191	182	97	106	114	81	78	70	45	24	17	1005	25.1
2000—3000 „ . . . . .	94	117	137	136	117	121	111	125	97	111	76	1242	31.1
3000—4000 „ . . . . .	30	48	76	76	85	114	99	92	135	129	156	1040	25.4
4000—5000 „ . . . . .	4	4	29	27	29	28	52	58	71	77	91	470	11.8
5000—6000 „ . . . . .	—	1	2	5	13	11	19	9	9	23	18	110	2.8
6000—7000 „ . . . . .	—	—	1	5	—	3	—	7	4	—	7	27	0.7
Größte Höhen . . . m	4598	5100	6430	6250	5750	6500	5840	6780	6160	5980	7180	Mittel	6052

Mittel fanden an 43.8% aller Tage Fesselballonaufstiege statt, die meisten, 64.0%, im Jahre 1904, die wenigsten, 33.2%, im Jahre 1913. Die mittleren Höhen haben im Laufe der Jahre fast um das Doppelte, von 1809 auf 3588, d. h. um 1680 m zugenommen, am wenigsten zwischen den Jahren 1906/07 (39 m) und 1909/10 (74 m), am stärksten in den beiden ersten Jahren 1903/04 und 1904/05 mit 214 und 218, sowie im letzten Jahre 1913 mit 216 m, im Durchschnitt jährlich um 144 m. Die Höhenzunahme entfällt mit 1549 m auf Drachen und mit 1779 m auf Fesselballone: erstere erfuhr ihren stärksten Jahreszuwachs von 419 m in dem Jahre 1904, den geringsten zwischen den Jahren 1909/10, 9, und 1906/07, 19, im Durchschnitt 141 m jährlich. Die Ballonhöhen nahmen am stärksten zwischen den Jahren 1904/05, um 418 m, zu, am schwächsten zwischen 1906/07, 39 m, und 1909/10, 74 m, im Jahresdurchschnitt um 162 m. In der Auszählung der Tage nach Schwellenwerten der Höhe von je 1000 m erkennt man, wie die niedrigen Aufstiege im Laufe der Jahre immer seltener und die höheren immer häufiger werden: im Jahre 1903 überschritten an 46 Tagen die Aufstiege nicht 1000 m Höhe, im Jahre 1913 war kein solcher Tag mehr vorhanden; zwischen 1 und 2 km Höhe blieben 1903 191, 1913 nur 17 Tage; zwischen 2 bis 3 km im Jahre 1905 137, im Jahre 1913 nur 76 Tage. Bei 3000 m Höhe kehrt sich das Verhältnis um: 1903 wurden nur an 30, 1913 an 156 Tagen Höhen von 3 bis 4 km erreicht, in noch höherem Maße zwischen 4 bis 5 km, die 1903 nur viermal, 1913 aber 91mal erreicht wurden. 5000 m Höhe wurde das erstmal im Jahre 1904 einmal, 1912 aber 23mal überschritten; 6000 m zuerst einmal im Jahre 1905, in den Jahren 1910 und 1913 je siebenmal. Die Summen der Aufstiegstage für die einzelnen Höhengschwelen und deren prozentischer Anteil an sämtlichen Aufstiegstage werden in den letzten beiden Spalten dargestellt. Die größten erreichten Höhen lassen in gleicher Weise ein Fortschreiten erkennen, das jedoch einen weniger gleichmäßigen Gang von Jahr zu Jahr aufweist. Die im Jahre 1913

erreichte Maximalhöhe von 7180 m stellt zugleich die „Welthöchstleistung“ mit gefesselten Flugkörpern dar: die durchschnittliche Maximalhöhe beträgt 6052 m.

Es ist wohl nicht zu viel gesagt, wenn man die obigen Zahlen- und Höhenwerte als recht bedeutende bezeichnet und hinzufügt, daß sie an keinem anderen Observatorium der Erde erreicht werden: am nächsten kamen ihnen bis vor einigen Jahren die Aufstiege am Mount Weather Observatory bei Washington, die aber neuerdings stark zurückgegangen sind. Nur die mit dem unvergleichlichen Hilfsmittel eines schnellfahrenden Dampfbootes auf dem Bodensee arbeitende Drachenstation in Friedrichshafen erreicht neuerdings häufiger große Höhen als Lindenberg, allerdings ausschließlich mit Fesselballonen, während die Drachenhöhen ganz erheblich hinter den Lindenberger zurückstehen. Die Welthöchstleistung von 7180 m Höhe ist aber auch in Friedrichshafen noch nicht erreicht worden.

#### Die Prüfung und Eichung der Apparate; Auswertung der Registrierkurven bei Drachen- und Fesselballonaufstiegen.

Infolge der seit Jahren üblichen ausschließlichen Benutzung des Marvinschen Registrierapparates sowohl für Drachen- als für Fesselballonaufstiege können die Angaben über dessen Prüfung und Eichung sowie über die Auswertung der gelieferten Kurven gemeinschaftlich behandelt werden. Eine eingehende Darstellung dieser Maßnahmen ist vom Observator Dr. Coym im I. Bande der „Ergebnisse“ (1905) auf S. 135 bis 144 unter dem Titel: „Bericht über die bei den Drachen- und Ballonaufstiegen benutzten Instrumente und über die Auswertung der von ihnen gelieferten Registrierkurven“ gegeben worden, dem das Nachfolgende im gekürzten und teilweise abgeänderten Auszuge entnommen ist; nähere Einzelheiten sehe man im Original nach.

Zum Zwecke der Prüfung des Marvin-Apparates wird zunächst das Haarhygrometer aus dem Schutzrohre entfernt und das ganze Schutzrohr samt den in ihm befindlichen Thermometergefäßen und den Aneroiddosen in ein durch feste Kohlensäure bis zu  $-35^{\circ}$  abgekühltes Alkoholbad gesteckt und mit einem fleißig in der Flüssigkeit bewegten Normalthermometer bei schrittweise erhöhten Temperaturen verglichen. Danach wird der ganze Apparat unter den Rezipienten der Luftpumpe (Gaedesche Kapselluftpumpe, Fig. 41, S. 59) gebracht und ebenfalls schrittweise bis zu einem Niedrigstdrucke von etwa 350 mm verglichen, und zwar sowohl bei abnehmendem als bei wieder zunehmendem Druck; hieran schließt sich eine Prüfung des Haarhygrometers in dampfgesättigter Luft, sowie bei einigen anderen, durch das Aspirationspsychrometer festzustellenden Feuchtigkeitsgraden. Ergeben sich bei dem Eintauchen in die Kältemischung erhebliche Ausschläge der Aneroiddosen, so wird nach dem auf S. 201 angegebenen Verfahren die Temperaturkorrektur derselben berechnet. Die Anemometerprüfungen erfolgen auf dem S. 58 beschriebenen und in Fig. 42 abgebildeten „Scirocco-Ventilator“ in der dort beschriebenen Weise.

Die Eichungskurven werden in einem Koordinatensystem aus Kurven dargestellt, welche durch die bei der Prüfung ermittelten Punkte gezogen werden: als Abszisse nimmt man das Element (Temperatur, Druck, relative Feuchtigkeit), als Ordinate den direkten Abstand der Schreibfeder von den Basislinien des Prüfungsdiagramms. Als Ausgangspunkte zum Zeichnen der Eichungskurven dienen diejenigen Werte, für die man bei der Prüfung die Abstände der Schreibfeder

ermittelt hat. Für die Darstellung der Abhängigkeit des Temperaturkoeffizienten des Barographen von der Temperatur und dem Luftdruck wählt man am besten den Luftdruck als Abszisse und die Differenz der Temperatur gegen die bei Beginn des Aufstieges an der Station vorhanden gewesene als Ordinate, und zieht dann in diesem Koordinatensystem Linien gleicher Temperaturkorrektur der Aneroiddosen.

Die Auswertung der Registrierungen erfolgt am Observatorium für Stufen von je 500 m; die unterste jedoch, 122 bis 500 m, umfaßt nur 378 m. Zur bequemen Feststellung des Druckwertes in der oberen Höhenstufe, wenn diejenige der unteren bekannt ist, dienen zwei Tabellen, welche angeben, um wieviel Millimeter der Druck im oberen Niveau niedriger ist als unten, wenn unten die in der ersten Spalte stehenden Barometerstände herrschen, und die Luftsäule eine Mitteltemperatur besitzt, wie sie in der ersten Horizontalreihe angegeben ist. Tabelle 11 gilt für die untere Stufe von 378 m, Tabelle 12 für 500 m. Man geht also von den am Erdboden beobachteten Werten des Luftdruckes und der Temperatur aus, ermittelt aus der Tabelle den Druck, der bei der gleichzeitig herrschenden Temperaturverteilung in 500 m Höhe geherrscht hat, und entnimmt sodann den Registrierkurven die diesem Druckwerte entsprechende Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Vor und nach jedem Aufstiege werden die Standkorrekturen des Baro-, Thermo- und Hygrographen durch Vergleichen mit Normalinstrumenten ermittelt; für den Thermographen und auch Hygrographen dient hierzu die S. 71 beschriebene und in Fig. 53 abgebildete Vergleichsvorrichtung. Für die Barometervergleiche ergab sich früher dadurch eine erhebliche Unsicherheit, daß im Windenhaus infolge der entweder durch die Sonne, oder im Winter durch die beiden Öfen stark wechselnden Temperatur eine korrekte Reduktion des Quecksilberbarometers auf 0° nicht ausführbar war. Seit mehreren Jahren wird deshalb das im Instrumentenzimmer befindliche Barometer abgelesen und auf die Höhe des Windenhauses reduziert.

Die bei Beginn des Aufstieges abgelesenen Druck- und Temperaturwerte liefern mit Hilfe der Tabelle den Luftdruckwert in 500 m Höhe; die Mitteltemperatur der 378 m hohen Luftsäule, später ebenso der 500 m hohen, überschlägt man leicht im Kopfe aus dem unteren und oberen Werte, wenn die Kurve keine thermischen Störungen erkennen läßt; ist das der Fall, so lernt man bald, diese in die Mittelschätzung mit einzubeziehen, sodaß der Fehler kaum 1° überschreitet. Von dem Luftdruckwerte für 500 m zieht man die Standkorrektur und die Temperaturkorrektur des Barographen ab. Sodann entnimmt man der Eichkurve des Barographen den Abstand der Barographenfeder von der Basislinie, der diesem so korrigierten Barometerstande entspricht, nimmt diesen Abstand in den Zirkel und sucht nun in der Barographenkurve des Aufstieges denjenigen Punkt auf, der in dieser Entfernung von der Basislinie liegt. Bei der Instandsetzung des Apparates für den Aufstieg hat man mit je einem besonderen Schreibhebel, der genau die Länge der Baro-, Thermo- und Hygrographenfeder besitzt, „Marken“ für die drei Elemente in Gestalt von Kreisbögen geschlagen, indem man den Hebel auf die Drehpunkte der eigentlichen Registrierfedern aufsetzt: die einander genau entsprechenden Punkte der drei Kurven haben dann den gleichen Abstand von der zu jeder gehörenden Marke.

Man nimmt nun den Abstand des für 500 m gefundenen Barogramm Punktes von dieser „Marke“ in den Zirkel und sucht die entsprechenden Punkte auf den beiden anderen Kurven auf. Die dem Abstände des auf dem Thermogramm

Tabelle 11.

Druckdifferenz in Millimeter für  $\Delta h = 378 \text{ m}$  (I. Stufe 122 bis 500 m).

	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
770	39	38	37	37	36	35	35	34	33	33	32	32
760	38	38	37	36	36	35	34	34	33	32	32	31
750	38	37	36	36	35	34	34	33	33	32	31	31
740	37	37	36	35	35	34	33	33	32	32	31	30
730	37	36	35	35	34	33	33	32	32	31	30	30
720	36	36	35	34	34	33	32	32	31	31	30	29

Tabelle 12.

Druckdifferenz in Millimeter für  $\Delta h = 500 \text{ m}$ .

	-40°	-35°	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
740	—	—	50	49	48	47	46	45	45	44	43	42	42	41	40
730	—	—	49	48	47	46	46	45	44	43	42	42	41	40	40
720	—	—	48	47	47	46	45	44	43	43	42	41	40	40	39
710	—	—	48	47	46	45	44	44	43	42	41	41	40	39	38
700	—	—	47	46	45	44	44	43	42	41	41	40	39	39	38
690	—	—	46	45	45	44	43	42	42	41	40	39	39	38	—
680	—	—	46	45	44	43	43	42	41	40	40	39	38	37	—
670	—	—	45	44	43	43	42	41	40	40	39	38	38	37	—
660	—	—	44	44	43	42	41	41	40	39	38	38	37	36	—
650	—	—	44	43	42	41	41	40	39	39	38	37	37	36	—
640	—	—	43	42	41	41	40	39	39	38	37	36	36	—	—
630	—	—	42	41	41	40	39	39	38	37	37	36	35	—	—
620	—	—	42	41	40	39	39	38	37	37	36	35	35	—	—
610	—	—	41	40	39	39	38	37	37	36	35	35	34	—	—
600	—	—	40	40	39	38	38	37	36	36	35	34	34	—	—
590	—	—	40	39	38	38	37	36	36	35	34	34	—	—	—
580	—	—	39	38	38	37	36	36	35	34	34	33	—	—	—
570	—	—	38	38	37	36	36	35	34	34	33	32	—	—	—
560	—	—	38	37	36	36	35	34	34	33	33	32	—	—	—
550	—	—	37	36	36	35	34	34	33	33	32	31	—	—	—
540	—	37	36	36	35	34	34	33	33	32	31	31	—	—	—
530	—	36	36	35	34	34	33	33	32	31	31	30	—	—	—
520	—	36	35	34	34	33	32	32	31	31	30	30	—	—	—
510	—	35	34	34	33	32	32	31	31	30	30	29	—	—	—
500	—	34	34	33	32	32	31	31	30	30	29	29	—	—	—
490	34	34	33	32	32	31	31	30	30	29	28	—	—	—	—
480	34	33	32	32	31	30	30	29	29	28	28	—	—	—	—
470	33	32	32	31	30	30	29	29	28	28	27	—	—	—	—
460	32	32	31	30	30	29	29	28	28	27	27	—	—	—	—
450	32	31	30	30	29	29	28	28	27	27	26	—	—	—	—
440	31	30	29	29	28	28	28	27	27	26	—	—	—	—	—
430	30	29	29	28	28	27	27	26	26	25	—	—	—	—	—
420	30	29	28	28	27	27	26	26	25	25	—	—	—	—	—
410	29	28	27	27	26	26	26	25	25	24	—	—	—	—	—
400	28	27	27	26	26	25	25	24	24	24	—	—	—	—	—
390	27	27	26	26	25	25	24	24	23	—	—	—	—	—	—
380	27	26	25	25	25	24	24	23	23	—	—	—	—	—	—
370	26	25	25	24	24	23	23	23	22	—	—	—	—	—	—
360	25	25	24	24	23	23	22	22	22	—	—	—	—	—	—
350	25	24	23	23	23	22	22	22	21	—	—	—	—	—	—

gefundenen Punktes entsprechende Temperatur entnimmt man direkt der Eichungskurve und bringt sie auf die Standkorrektur an. In gleicher Weise verfährt man mit dem Hygogramm.

Bei der Windgeschwindigkeit in 500 m Höhe, für die in gleicher Weise der identische Punkt der Kurve ermittelt wird, muß man noch die bei dem Auslassen oder Einlassen des Drachens oder Ballones zur Anwendung gebrachte Drahtgeschwindigkeit berücksichtigen. Zur Korrektur der hiermit ermittelten Werte, sowie zur Feststellung von weniger mächtigen Windschichten, die der nur einen mittleren Windweg in bestimmter Zeit registrierende Anemograph nicht wiederzugeben vermag, wird die Windgeschwindigkeit aus dem von den Drachen oder Ballonen am Dynamometer ausgeübten Zuge ermittelt.

Für die höheren 500 m-Stufen wird in gleicher Weise verfahren; fällt die erreichte Maximalhöhe nicht mit einer solchen Stufe zusammen, dann entnimmt man dem Barogramm den niedrigsten Druck und dem Thermogramm die dazu gehörende Temperatur und berechnet mit Hilfe der Jordanschen Höhentafel die Höhendifferenz gegen die oberste 500 m-Stufe. Zum Schluß wird der Kontrolle wegen aus den Luftdruck- und Temperaturwerten an der Station und in der Maximalhöhe mit den Jordanschen Tafeln die Maximalhöhe direkt berechnet. Bei gleichmäßiger Temperaturabnahme in der untersuchten Luftsäule dürfen die beiden Werte nur um wenige Meter differieren.

Nunmehr erfolgt die Feststellung aller thermischen Störungsschichten nach ihrer Höhenlage, Mächtigkeit und Intensität, d. h. der Temperaturinversionen und Isothermien. Sie verraten sich durch Abweichungen des Thermogramms von einer einem linearen Temperaturgange entsprechenden Kurve. Aus den Abständen, welche diese Störungspunkte von den vorher ermittelten und in den Kurven sichtbar gemachten 500 m-Marken haben, kann man mit einiger Übung die Höhenlage derselben bis auf eine Genauigkeit von etwa 10 m abschätzen. Eine genauere Bestimmung, die mittels der Jordanschen Höhentafeln erfolgen könnte, ist deshalb belanglos, weil die Trennungsfläche von Luftschichten keine ebene Fläche zu sein pflegt. Die mit Störungsschichten oft verbundene Unterbrechung des regelmäßigen Ganges der Feuchtigkeit, Windrichtung und Windgeschwindigkeit ist in ähnlicher Weise zu ermitteln.

Wenn die Einholgeschwindigkeit der Drachen nicht zu groß gewesen ist, um eine Identifizierung korrespondierender Kurvenpunkte zu erschweren, sollten stets beide Teile des Aufstieges ausgewertet werden. Leider hat sich hierbei je nach dem auswertenden Beamten die eine oder die andere Praxis eingeschlichen, die gewiß immer der besten Überzeugung entsprungen ist, in einseitiger Weise aber nicht geduldet werden darf. Die wichtigen zeitlichen Änderungen zwischen den Aufstiegs- und Abstiegszeiten dürfen nicht verloren gehen, zumal zahlreiche Untersuchungen bewiesen haben, daß ein nennenswerter Trägheitsfehler nicht besteht, der sonst grundsätzlich die Abstiegstemperaturen gegen die des Aufstieges in der gleichen Höhe erniedrigen müßte. Für den Fesselballon gilt aber, wie wir oben gesehen haben, diese Vorschrift nicht, da man Grund hat, bei diesen die Abstiegs- werte als die korrekteren anzusehen. Unter normalen Verhältnissen sind die vor und nach dem Aufstiege ermittelten Standkorrekturen einander gleich; Abweichungen kommen vor, wenn sich durch schnelles Einholen in tieferen, dampfreichen Schichten auf dem noch kälteren Apparate Wasser niedergeschlagen hat, dessen Verdampfung den Thermometerstand erniedrigt; auch kann es zur Eis- und Rauhreifbildung am

Thermometer kommen (S. 125, Fig. 114), die jede Temperaturbestimmung verhindert. Hierdurch werden vor allem die Temperaturinversionen verwischt oder gänzlich verdeckt. Die Standkorrekturen, welche aus einer elastischen Nachwirkung bei den Aneroiddosen entstehen könnten, sind bei den Marvin-Apparaten erfahrungsgemäß so klein, daß sie vernachlässigt werden können.

### Der Registrier- oder Sondierballon.

Die ersten bekannt gewordenen Versuche, leichte selbstaufschreibende Apparate mittels eines unbemannten Freiballones in größere Höhen emporzuheben, stammen aus dem Jahre 1892, in welchem Gustave Hermite und Georges Besançon in Paris nach früheren Vorschlägen von Charles Renard Goldschlägerhaut- und Seidenballone mit Registrierapparaten aufsteigen ließen, deren letztere von der bekannten Konstruktionsfirma Richard Frères in Paris gebaut worden waren. Interessanterweise ist, wie ich das in dem Berichtswerke „Wissenschaftliche Luftfahrten“, Bd. I, S. 6 angeführt habe, der Gedanke, auf diese Weise die höheren Luftschichten zu erforschen, schon im Jahre 1809 durch eine in lateinischer Sprache verfaßte Preisaufgabe der Königlichen Gesellschaft zu Kopenhagen deutlich ausgesprochen worden; dieselbe ist indes tatsächlich erst 83 Jahre später gelöst worden! Es ist hier nicht der Ort, eine geschichtliche Darstellung dieser zu großer Bedeutung gelangten Methode zu geben: nur sei so viel gesagt daß die ersten in üblicher Weise zur Verherrlichung des französischen „esprit“ über Gebühr bewunderten Ergebnisse sehr bald zu ernstern Bedenken über die Zuverlässigkeit der mit ihnen gewonnenen Temperaturaufzeichnungen Veranlassung gaben, indem die am 21. März 1893 von  $-51^{\circ}$  bei 12500 m Höhe auf  $-21^{\circ}$  bei 15000 m angestiegene Temperaturkurve einen vollständigen Beweis für den durch den Verfasser in die wissenschaftliche Luftfahrt eingeführten Begriff der „Temperaturfälschung durch die Sonnenstrahlung“ zu erbringen schien. Ferner sei noch erwähnt, daß diese Experimente die Veranlassung geworden sind, den berühmten Meteorologen Léon Teisserenc de Bort auf dieses Gebiet der Forschung zu leiten, in welchem er selbst sehr bald die unbestrittene Führung erringen und die glänzendsten Ergebnisse und Entdeckungen machen sollte: obwohl selbst in Paris wohnend, hatte er keine Kenntnis von den Versuchen und den Erfolgen seiner Landsleute, als er im Jahre 1896 in Berlin durch den Verfasser auf sie hingewiesen und zu deren Fortführung nach verbesserten Methoden aufgefordert wurde. Es ist mir auch heute noch eine große Genugtuung, diesem ausgezeichneten Gelehrten einen Weg gewiesen zu haben, auf dem er binnen kurzem so Großes leisten sollte!

Die Erfindung des Aspirationsthermometers und die mit ihm bei Ballonfahrten ausgeführten Experimente hatten den Beweis geliefert, daß die von Apparaten, die nicht in ausreichender Weise gegen die Sonnenstrahlung geschützt und nicht genügend ventiliert sind, gelieferten Temperaturangaben bei hohen Ballonfahrten um 20 und mehr Grad höher sein können als die tatsächliche Lufttemperatur: der Ballon von Hermite und Besançon hatte naturgemäß von der Höhe von 12500 m an seine Aufstiegs geschwindigkeit schrittweise vermindert, die bis dahin ausgereicht hatte, um trotz unzureichenden, nur durch einen „panier parasoleil“, d. h. eine Umkleidung des Apparatkörbchens durch „papier argenté“ bewirkten Strahlungsschutzes eine Ventilation des Thermometers zu erzeugen, welche zur Fernhaltung eines größeren Strahlungsfehlers genügte: bei dem weiteren Aufsteigen

mußte dieser nun in zunehmendem Maße die Temperatur fälschen, und zwar bis zu dem außerordentlichen Betrage von 30°! Es erwuchs deshalb die Aufgabe, diesen jede sichere Feststellung der Temperaturen in den höchsten erreichbaren Schichten der Atmosphäre geradezu unmöglich machenden Fehler auszuschließen. Zunächst lag es, die günstigen Erfahrungen mit den bei den höchsten bemannten Freifahrten bis 10800 m durch Berson und Süring bestens bewährten Prinzipien des Aspirationsthermometers, Schutz gegen Bestrahlung und massenhafte Lufterneuerung, auf den Registrierballon zu übertragen. Der erste in Berlin unter der Leitung des Verfassers am 11. Mai 1894 aufgestiegene Ballon „Cirrus“ trug einen Apparat, der ein mit doppeltem Strahlungsschutzrohr umgebenes Alkoholthermometer enthielt, dessen Stand auf einer mit lichtempfindlichem Papiere bespannten Urtrommel gleichzeitig mit dem eines Barometers dauernd photographiert wurde; außerdem wurde durch das Abfließen eines mit einem Ballastsäckchen beschwerten, auf einer Laufwerktrummel aufgewickelten dünnen Drahtes ein Zentrifugalventilator in Bewegung gesetzt, der einen starken Luftstrom an dem Thermometer vorbeiführte. Es ist hier nicht der Ort, um in eine kritische Untersuchung der mit diesem Apparat erzielten, trotz aller Vorkehrungen noch immer als „strahlungsverdächtig“ betrachteten Kurven einzutreten. Auch die in den „Wissenschaftlichen Luftfahrten“ gegebenen ausführlichen Erörterungen hierüber müßten heute einer scharfen Revision unterzogen werden, da sich inzwischen gezeigt hat, daß die Sonnenstrahlung nicht nur unsere Apparate, sondern auch die Luft selbst beeinflusst, indem unter der Wirkung eines „Strahlungsgleichgewichtes“ in der Tat eine wichtige Temperaturschichtung eintritt, die wir zurzeit als „Stratosphäre“ bezeichnen. Den Spuren nachzugehen, die mich schon bei den ersten Aufstiegen dieser Art stutzig machten und mir den Gedanken einer tatsächlichen „oberen Temperaturinversion“ schon in den Jahren 1894 bis 1896, also lange vor Teisserenc de Bort nahelegten, wird die Aufgabe einer in der Vorbereitung begriffenen besonderen Publikation über „Aerologie“ sein.

Hier sei nur erwähnt, daß alle Versuche, den Strahlungsfehler durch Beschirmung und durch eine kontinuierliche künstliche Ventilation zu beseitigen, fehlgeschlagen sind, oder wenigstens keine Sicherheit für ihr zweckentsprechendes Funktionieren während der nicht kontrollierbaren Aufstiege ergeben haben: man muß es deshalb als eine an die bekannte „Tücke des Objektes“ geknüpfte, die Wahrheit lange Zeit verschleiernde „Schicksalsironie“ betrachten, daß dieselbe Erkenntnis, welche die Ausführung korrekter Temperaturbeobachtungen im Luftballone ermöglicht, und damit überhaupt die „wissenschaftliche Luftfahrt“ geschaffen hatte, d. h. die Feststellung des temperaturfälschenden Einflusses der Sonnenstrahlung, dazu geführt hat, die große und fruchtbare Entdeckung der „oberen Temperaturinversion“ in der Atmosphäre zu erschweren und jahrelang zurückzuhalten!

Die bis zum Jahre 1902 an mehreren Stellen Europas ausgeführten Registrierballonaufstiege, die man des unvermeidbaren Strahlungseinflusses wegen auf Anregung des Verfassers meist in der Nachtzeit ausführte, oder deren Kurven man nur so weit auswertete, als die Auf- oder Abstiegsgeschwindigkeit der offenen Stoff- oder Papierballone eine als ausreichend erachtete Ventilation des Thermometers sicher zu stellen schien, litten sämtlich an dem grundsätzlichen Fehler des einer Gleichgewichtslage zustrebenden und in dieser mehr oder weniger lange verweilenden Aufstiegs und schlossen deshalb die thermische Erforschung der größeren Höhen aus. Auf der Basis dieser Erwägungen entstand dann bei dem



Verfasser der Plan einer Verwendung des elastischen und geschlossen aufsteigenden Gummiballones, der mit einem Schläge den Forschungsbereich nicht nur nach der Höhe um 20 und mehr Kilometer erweiterte, sondern auch durch Hergesells verständnisvolle Anpassung der Methode die bisher unerreichbaren gewaltigen Luftmassen über den Ozeanen einschloß.

Unter Beiseitelassung der zahlreichen Vorexperimente, die im Jahre 1901 ihren Abschluß gefunden haben, seien hier kurz die hauptsächlichsten Eigenschaften des Gummiballones aufgeführt.

Die Theorie des Gummiballones, die zuerst von Hergesell (Illustr. Aeron. Mitteilungen VII, 1903, S. 163) in mathematisch-physikalischer Form behandelt worden ist, bedingt eine gleichbleibende oder vermehrte Aufstiegs geschwindigkeit bis zum Zerplatzen: Hergesell fand dieselbe umgekehrt proportional den sechsten Wurzeln aus den zugehörigen Luftdrucken. Hieraus folgt, daß die Ventilation des aufsteigenden Ballones, die man durch das Produkt aus Vertikalgeschwindigkeit und Luftdichte mißt, infolge der zunehmenden Verminderung der letzteren in sehr großen Höhen unter die Grenze sinken wird, welche man als genügend für die Beseitigung des Strahlungseinflusses erachten muß, wenn man die Anfangsgeschwindigkeit zu klein wählt. Wenn diese z. B. 4 m p. s. beträgt, ist ihr Produkt mit der Luftdichte  $1.25 = 5$ , in 20000 m Höhe aber, obwohl sie auf 6 m p. s. gestiegen ist, nur noch 0.65 und deshalb kaum noch für ihren Zweck ausreichend. Hergesell stellt den Betrag von 1 als die untere zulässige Grenze auf und verlangt deshalb eine Anfangsgeschwindigkeit von 5.7 m p. s., wenn man die in 20000 m Höhe registrierten Temperaturen noch als „strahlungsfrei“ gelten lassen will. Dieser durchaus bewährten Regel wird auch überall tunlichst Rechnung getragen.

Außer dieser grundlegenden Eigenschaft hat der Gummiballon noch eine Reihe von Vorzügen vor den früher benutzten Methoden: sein Preis ist im Vergleich mit dem eines großen Stoffballones verhältnismäßig niedrig, da 1 kg Paragummi, das zu einem Aufstiege bis zu 12000 bis 13000 m Höhe ausreicht, durchschnittlich 40 % kostet; der Verbrauch von Wasserstoffgas ist auf wenige Kubikmeter beschränkt, deren Kosten deshalb gering sind; die Manipulationen bei dem Aufsteigen sind selbst bei windigem Wetter von zwei Personen auszuführen, und die großen Aufstiegs- und bei Verwendung eines Fallschirmes auch die Abstiegs geschwindigkeiten vermindern beträchtlich die zurückgelegten Entfernungen, erleichtern also die Wiederauffindung unter Vermeidung schwieriger Landungsgebiete, wie der See oder unkultivierten Auslandes. Diesen Vorzügen steht der einzige Nachteil gegenüber, daß ein geplatzter Gummiballon bei dem Niederfallen nicht so gut wahrgenommen wird, wie ein großer noch mit Gas gefüllter Stoffballon. Die Statistik, auf die später noch zurückgekommen werden soll, lehrt aber, daß in Kulturländern im Durchschnitt nur 5 % der emporgesandten Apparate verloren gehen, wobei die an einigen Aufstiegsstellen bevorzugte Verwendung eines zweiten, kleineren „Signalballones“ an Stelle des anderswo und besonders in Lindenberg beliebten Fallschirmes keinen erkennenswerten Unterschied macht.

Der erste Versuch mit einem Gummiballon erfolgte am 14. Februar 1901 am Aeronautischen Observatorium bei Reinickendorf West (Tegeler Infanterieschießplatz im Norden von Berlin); am 10. April desselben Jahres wurde ein solcher in Gegenwart eines speziellen Fachgenossen, des Herrn Dr. Alfred de Quervain, damaligen Assistenten von Teisserenc de Bort in Trappes, ausgeführt, wobei eine Höhe von 13125 m und eine niedrigste Temperatur von  $-44.5^{\circ}$

in 9550 m Höhe erreicht wurde. Nach weiteren Versuchen wurden der in Berlin versammelten „Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt“ am 22. Mai 1902 drei Gummiballonaufstiege vorgeführt. Dieselben begeisterten den mit anwesenden früheren Direktor der Berliner Sternwarte, Herrn Geheimen Regierungsrat Prof. Dr. Wilhelm Förster, zu einem schwungvollen poetischen Erguß, der unter dem Titel: „Das Lied vom Gummiballon“ in einer Berliner Zeitung erschien, dessen Wiedergabe ich mir nicht versagen kann.

### Das Lied vom Gummiballon.

Hinauf, hinauf zum Himmel mich erhebend,  
Bin ich ein Diener Eurer Geistesmacht;  
Auf Euren Wink der Menschenwelt entschwebend,  
Trag ich hinauf, was Euer Witz erdacht,  
Trag ich hinauf das zarte Spiel der Fragen,  
Die Ihr hoch oben dort dem Weltlauf stellt,  
Dort oben, wo auch Eurem kühnsten Wagen  
Vernichtung drohend in die Arme fällt!

Auch mir droht die Zerstörung; doch ich ende  
Erst nach Empfang der Antwort, die Euch frommt.  
Es ist mein Tod, durch den in Eure Hände  
Danach die Botschaft aus der Höhe kommt.

So flieg' ich hin, der Aufschwung wächst im Steigen,  
Bald ist das Ziel erreicht, das Werk getan:  
Natur und alle ihre Kräfte neigen  
Sich dem, was heller Menscheng Geist ersann!

Das „A und das O“ der Gummiballonmethode ist die Elastizität des Gummis: von ihr allein hängt die Erreichung großer Höhen ab: alles andere, Größe, Plattendicke und Gewicht des Ballones hat, wenn nur die Grundbedingung einer genügenden Tragkraft des aufsteigenden Ballones erfüllt ist, keinen bestimmenden Einfluß.

Der beste „Paragummi“, wie er in erster Linie von der Continental Caoutchouc- und Guttapercha-Compagnie in Hannover verwandt wird, welche sich an der Entwicklung der Gummiballonmethode die allergrößten Verdienste erworben hat, besitzt ein durchschnittliches spezifisches Gewicht von 0.935, schwankend zwischen 0.925 und 0.945, wobei die Imprägnierung desselben mit Farbstoffen im Interesse tunlichst guter Wahrnehmbarkeit eine Rolle spielt. Hiernach wiegt 1 m<sup>2</sup> Gummi bei einer Plattendicke von

0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	mm
93.5	187.0	280.5	374.0	467.5	561.0	654.5	748.0	841.5	935.0	g

Läßt man den etwa auf 2% zu veranschlagenden Gewichtszuwachs durch die für die Konstruktion erforderlichen Verstärkungen am „Nordpol“ und dem Füllansatz, sowie diesen selbst außer Betracht, so würde ein Ballon von 1 kg Gewicht bei den obigen Plattendicken folgenden Flächeninhalt, natürlichen Durchmesser und kubischen Inhalt haben:

Plattendicke	mm	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.00
Flächeninhalt . . . . .	m <sup>2</sup>	10.7	5.3	3.5	2.7	2.13	1.78	1.52	1.34	1.19	1.07
Natürlicher Durchmesser . . .	m	1.85	1.28	1.06	0.93	0.82	0.76	0.70	0.65	0.61	0.58
Kubischer Inhalt . . . . .	m <sup>3</sup>	3.35	1.12	0.63	0.42	0.29	0.23	0.18	0.15	0.12	0.10

1 m<sup>3</sup> Wasserstoffgas hat eine durchschnittliche Tragkraft von 1.1 kg: ein Ballon von 1 kg Gewicht muß deshalb mit 0.91 m<sup>3</sup> Gas gefüllt werden, um sich selbst zu tragen; er hat dann einen Durchmesser von 1.20 m und seine Hülle hat einen Flächeninhalt von 4.52 m<sup>2</sup>. Hieraus folgt, daß 1 m<sup>2</sup> dieser Hülle 221 g wiegt und diese eine Plattendicke von 0.207 mm besitzt. Nach Ausweis der obigen Tabelle würden demnach die Ballone mit 0.1 und 0.2 mm dicker Platte nur zu einem Teile zu füllen sein, um sich selbst zu tragen; dagegen müßten alle Ballone mit dickerer Platte als 0.207 mm so weit ausgedehnt werden, bis sie 0.91 m<sup>3</sup> Gas fassen, einen Durchmesser von 1.20 m, einen Flächeninhalt von 4.52 m<sup>2</sup> erhalten und dadurch auf eine Plattendicke von 0.207 mm gebracht werden. Aus dieser Überlegung folgt, daß weder der „natürliche“, d. h. ohne Ausdehnung des Gummis ermittelte Durchmesser, noch die Plattendicke einen Einfluß auf die mit dem Ballon erreichbare Steighöhe ausüben, und daß die von den Fabriken angegebenen, vielfach auch von wissenschaftlichen Instituten wiederholten Angaben des Ballondurchmessers völlig sinnlos sind. Hierzu kommt noch, daß die Feststellung des Durchmessers eines elastischen Ballones mit einer erheblichen Unsicherheit belastet ist. Aus diesen Gründen sollte in den Publikationen, besonders denen der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt, allein das Gewicht des Ballones genannt werden.

Die Herstellung der Gummiballone geschieht nach zwei verschiedenen Methoden, entweder durch Zusammenkleben und Klopfen der frisch geschnittenen Ränder von sogenannten „Patentplatten“, die nach einer Schablone, der beabsichtigten Größe des Ballones entsprechend, zu Kugelsegmenten zurechtgeschnitten sind. Eines Klebemittels bedarf es hierbei nicht, da frische Schnittränder des unvulkanisierten Patentgummis durch Aneinanderpressen und Klopfen unlöslich aneinanderhaften. Um auch bei der letzten „Naht“ diese Vereinigung der Platten sicher herbeiführen zu können, bleiben die beiden „Pole“ der Kugel zunächst offen und werden erst nachher durch Aufkleben einer stärkeren Kappe auf den „Nordpol“ und eines Verstärkungsflansches mit dem Füllansatz abgeschlossen. Die Platte selbst wird durch eine Patentschneidemaschine aus dem Parablock geschnitten, wobei sich für nicht zu große Flächen eine ziemlich gute Gleichmäßigkeit der Dicke erzielen läßt; bei größeren Flächen und stärkeren Platten scheinen dem aber unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenzustehen, was daraus geschlossen werden muß, daß es der unbestritten an der Spitze der Fabrikation stehenden Continental Caoutchouc- und Guttapercha-Compagnie in Hannover trotz vielfacher Versuche bisher noch nicht gelungen ist, diese Aufgabe zu lösen. Das Bild Fig. 148 auf S. 156 liefert hierfür ein weniger schönes als lehrreiches und kostspieliges Beispiel. Übrigens ist auch die Schwierigkeit des Vulkanisierens größerer Platten, das durch Eintauchen oder Bestreichen derselben mit einem Gemisch von Chlorschwefel und Schwefelkohlenstoff geschieht, von Einfluß auf deren mehr oder weniger gleichmäßige Ausdehnungsfähigkeit. Bei der Gewinnung des Rohgummis läßt es sich nicht vermeiden, daß größere oder kleinere Ruß- oder Staubkörner in ihn eingeschlossen werden, die, an sich für die meisten Zwecke unschädlich, auch bei nachfolgenden Reinigungsverfahren nicht vollständig entfernt werden, und bei stärkerer Ausdehnung sehr dünner Platten herausfallen und nun ein Loch zurücklassen, das bei weiterer Ausdehnung häufig zum vorzeitigen Zerreißen des Gummiballones führt, aber auch ohne dieses dem Gase einen ungewollten Austritt gestattet: eine größere Anzahl derartiger Staublöcher kann dazu führen, daß der

Ballon durch den Gasverlust am weiteren Steigen und demnach an dem für die Methode essentiellen Platzen verhindert wird. Zur Vermeidung dieser höchst unerwünschten Erscheinung hat man ein anderes Fabrikationsverfahren angewandt, das sich bei der Herstellung vieler anderer Gummiwaren, wie Gummihandschuhe und Gummifinger, bestens bewährt hatte: man löst den Gummi in Benzol völlig auf und läßt die Lösung so lange stehen, bis man annehmen kann, daß alle Staubkörner zu Boden gefallen sind. Nun taucht man einen Körper der gewünschten Form, an dessen Oberfläche die Gummilösung nicht haftet, ein- oder mehreremale in die Lösung ein und erzielt bei sachgemäßer Behandlung einen homogenen nahtlosen Überzug in der gewünschten Plattendicke. Infolge der Dehnbarkeit des Gummis kann man nach dem Trocknen den formgebenden Körper durch eine entsprechend vorgesehene Öffnung aus der Hülle entfernen, ohne ihn zerbrechen zu müssen. Für die Herstellung von Gummiballonen war eine Glasform erforderlich, der man eine birnförmige Gestalt gab: die Schwierigkeiten, Glaskugeln von größerem Durchmesser herzustellen, beschränkten die Anwendung der sonst recht brauchbaren Methode, da auch der sonst naheliegende Ausweg, kleinere Ballone von größerer Plattendicke herzustellen, durch das wiederholte Eintauchen und dabei nicht zu vermeidende ungleichmäßige Abfließen des flüssigen Gummis die Herstellung gleichmäßiger Plattenstärken außerordentlich verunsicherte. Man hat deshalb diese „Tauchmethode“ vornehmlich auf kleinere Ballone, besonders Pilotballone, beschränkt.

Auf Veranlassung des leider zu früh verstorbenen früheren Direktors der Continental-Compagnie in Hannover, Professor Prinzhorn, der an der technischen Durchbildung der Gummiballonmethode den allergrößten Anteil genommen hatte, wurden zwei dünnere geschnittene Platten derartig fest in der ganzen Fläche aufeinandergedreht, daß sie überall völlig zusammenklebten. In Anbetracht der außerordentlich geringen Wahrscheinlichkeit, daß die in den beiden Platten vorhandenen Staubkörner unmittelbar übereinander liegen, wurde durch das Herausfallen derselben bei starker Ausdehnung nur in den seltensten Fällen ein die ganze Platte durchsetzendes Loch erzeugt. Diese deshalb als „LF“ (lochfrei) bezeichnete neue Platte hat, wenn sie auch den bedenklichen Fehler nicht völlig beseitigte, so doch das bisher außerordentlich häufige und zeitraubende „Ausflicken“ des in der Füllung begriffenen Ballones durch Aufkleben von kleinen Gummipflättchen, „Schönheitspflästerchen“ genannt, außerordentlich vermindert.

Am Aeronautischen Observatorium wurden seit dem Jahre 1901 247 Aufstiege mit Gummiballonen ausgeführt, aus deren Registrierungen Anhaltspunkte für das Verhalten der Ballone gewonnen werden können. Von denselben waren 142 (57.4%), deren Ballone aus einfacher geschnittener Patentplatte mit geklopften Nähten hergestellt waren, während bei 94 (38.2%) LF-Platte verwandt worden war. Die mit den ersteren erreichte mittlere Höhe betrug 13440 m, die der letzteren 13611 m: man erkennt daraus, daß der Höhenzuwachs durch die LF-Platte ein geringfügiger ist und nur 171 m, entsprechend 1.25%, beträgt. Wesentlich günstiger gestaltet sich das Verhältnis, wenn man die Fälle des Platzens des Ballones bei den beiden Plattensorten vergleicht: von Ballonen aus einfacher Platte platzten 44.3%, von denen aus LF-Platte aber 75.4%. Als „nicht geplatzt“ wurden 6.3% bei der einfachen Platte festgestellt, während das bei LF-Platte nicht ein einziges Mal beobachtet wurde. Von den zahlreichen Fällen, bei denen es infolge von Instrumentenstörungen oder Unsichtbarkeit des Ballones nicht möglich

war, das Platzen sicher festzustellen, die bei den LF-Plattenballonen 24.6 %, bei den einfachen Platten 49.4 % betragen, dürfte wohl etwa die Hälfte noch unter die geplatzen zu rechnen sein: so ergibt sich für die LF-Platte der Wert von 87.7 %, für die einfache Platte von 69.0 %. Der Überschuß der LF-Platte in bezug auf die wichtigste Funktion des Gummiballones, in der größten Höhe zu platzen und die Ventilation des Thermometers auch nicht für kurze Zeit unterbrechen zu lassen, ist doch zu beträchtlich, um nicht als höchst wertvoll erachtet zu werden. Gummiballone anderer Fabriken sind in Lindenberg nur ausnahmsweise in Benutzung genommen worden, da alle Versuche ergeben haben, daß sie keinerlei Vorteile gegenüber denen der Continental-Hannover aufwiesen. Von sechs Ballonen der Firma Saul in Aachen platzten vier, von drei der russischen Firma Treugolnik in St. Petersburg, die „gewalzte“ Platte verwendet, zwei, von zwei der Pariser Firma Paturel keiner: selbstverständlich sind diese Zahlen zu klein, um irgendwelche vergleichenden Schlüsse aus ihnen zu ziehen.

Die Aufgabe der Gummiballone, tunlichst große Höhen zu erreichen, hängt, wie oben gesagt, vornehmlich von der Güte des Gummis, d. h. von seiner Elastizität ab, und diese wird, gleiches Material vorausgesetzt, sehr wesentlich durch die mehr oder weniger vollkommene Vulkanisation des Kautschuks beeinflusst. Von besonderem Einfluß ist dieser Prozeß bekanntlich auf die Ausdehnbarkeit des Gummis bei tiefen Temperaturen, denen unsere Gummiballone in extremem Maße ausgesetzt werden. Bei der außerordentlichen Durchsichtigkeit einer stark ausgedehnten Kautschukplatte muß man annehmen, daß deren Absorptionsfähigkeit für Wärmestrahlen eine verhältnismäßig geringe ist. Die Schwierigkeiten, die Gastemperatur in einem derartigen Ballone eindeutig zu messen, die vornehmlich darin beruhen, daß die sonst den Ausschluß der Wärmestrahlungswirkung ermöglichende massenhafte Lufterneuerung im geschlossenen Ballone kaum ausführbar erscheint, haben uns zwar trotz mehrfacher Versuche des Verfassers und anderer bisher in Unkenntnis über diese tatsächliche Temperatur gelassen, aber sicherlich muß es als eine vollkommen willkürliche Behauptung von Dines in England bezeichnet werden, daß die Gastemperatur „wenigstens um 50° C höher“ sei als die der äußeren Luft. Eine am 7. Mai 1914 auf Anordnung des Verfassers in Lindenberg vorgenommene Registrierung derselben ohne Ventilation ergab als Höchstüberschuß in der Höhe von 16000 m den Betrag von 44.2°, von welchem sicherlich zwei Drittel auf den Strahlungseinfluß auf das gegen diesen nur unvollkommen geschützte Thermometer entfallen: es befindet sich unter diesen Umständen unter sehr ähnlichen Verhältnissen wie ein unventiliertes Thermometer an einem in der Gleichgewichtslage „schwimmenden“ Ballone, bei dem, wie z. B. bei den ersten S. 174 erwähnten französischen Registrierballonaufstiegen, festgestellt wurde, der Strahlungseinfluß 30° C betragen hatte. Hierzu kommt, daß die Hülle des mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 7 m p. s. aufsteigenden und niederfallenden Ballones eine starke Ventilation erfährt, die, wie bei dem Aspirationsthermometer, die von der Hülle absorbierte Strahlungswärme dauernd „fortschwemmt“.

Es ist bekannt, daß vulkanisierter Gummi durch die Sonnenstrahlung ganz erheblich beeinflusst wird und bei längerer Einwirkung seine Elastizität vollständig einbüßt: man muß die Ballone deshalb sorgfältig im Dunkeln aufbewahren. Andererseits ist neuerdings beobachtet worden, daß durch die Einwirkung ultravioletter Strahlen eine Art Nachvulkanisierung des Gummis erfolge: da die Dauer der meisten Gummiballonaufstiege eine Stunde selten übersteigt, dürfte die ver-

derbliche Wirkung der Sonnenstrahlung einen beträchtlichen Einfluß auf die Elastizität kaum ausüben und vielleicht durch die angenommene günstige Wirkung der in den höheren Luftschichten reichlicher vorhandenen ultravioletten Strahlen ausgeglichen werden.

Eine methodische Untersuchung der Ausdehnungsfähigkeit der Gummiballone wurde im Auftrage des Verfassers bei der Ausstellung des Kgl. Aeronautischen Observatoriums Lindenberg auf der Internationalen Luftfahrtausstellung (IIa) in Frankfurt a. M. im Jahre 1909 vorgenommen, über welche der im Auftrage des Observatoriums die Versuche ausführende Dr. Tetens im V. Bande der „Ergebnisse der Arbeiten des Aeronautischen Observatoriums“ berichtet hat; es sei deshalb auf diese Zusammenstellung hingewiesen. Hier mögen nur einige für die Gummiballontechnik wichtige Angaben folgen.

Nach den Ausführungen auf S. 178 kann man, wenn man das Gewicht des Gummiballones und die von ihm zu tragende Last kennt, diejenige Plattendicke berechnen, die er während des Aufstiegs und auch im Moment seines Platzens erreicht hat. Gehen wir von dem dort angeführten Beispiele eines Ballones von 1 kg Gewicht aus, der  $0.91 \text{ m}^3$  Wasserstoffgas gebraucht, um sich selbst zu tragen, und dabei eine Plattendicke von  $0.207 \text{ mm}$  hat. Belastet man ihn durch den Registrierapparat und den Fallschirm nebst Schnüren usw. mit  $700 \text{ g}$ , und gibt ihm, um ihn mit einer ausreichenden Geschwindigkeit aufsteigen zu lassen, eine „Tragkraft“ von  $1 \text{ kg}$ , so beziffert sich das ganze zu hebende Gewicht auf  $2.7 \text{ kg}$ , wozu  $2.45 \text{ m}^3$  Wasserstoffgas erforderlich sind. Durch Einfüllung dieses Quantums, was zur Überwindung der Hüllenspannung unter einem Überdruck von etwa  $40$  bis  $60 \text{ mm}$  Wassersäule geschehen muß, wird der bisherige Durchmesser des Ballones von  $1.20 \text{ m}$  auf  $1.67 \text{ m}$  und sein Flächeninhalt auf  $8.72 \text{ m}^2$  vergrößert, die  $1 \text{ kg}$  wiegen;  $1 \text{ m}^2$  wiegt also  $114.3 \text{ g}$  und seine Plattendicke ist auf  $0.122 \text{ mm}$  vermindert. Würde er nun so weit aufsteigen, daß der Luftdruck nur  $\frac{1}{10}$  des unten herrschenden von etwa  $760 \text{ mm}$ , also  $76 \text{ mm}$  betrüge, so würde sich sein Gasinhalt verzehnfachen, also  $24.5 \text{ m}^3$  betragen und der Ballon einen Durchmesser von  $3.60 \text{ m}$  und einen Flächeninhalt von  $40.70 \text{ m}^2$  haben:  $1 \text{ m}^2$  würde demnach  $24.6 \text{ g}$  wiegen, und die Plattendicke würde  $0.0262 \text{ mm}$  oder  $\frac{1}{38} \text{ mm}$  betragen. Unter mittleren Temperaturverhältnissen entspricht ein Luftdruck von  $76 \text{ mm}$  einer Höhe von  $16000 \text{ m}$ .

Eine „Platzdicke“ von  $0.026 \text{ mm}$  ist nun nach mehrfachen Feststellungen, wie die vom Verfasser im VIII. Bande (1912) der „Arbeiten des Aeronautischen Observatoriums“, S. XIII bis XV gegebenen, durchaus nicht als ein ungewöhnlich günstiges Resultat zu bezeichnen, da wiederholt solche von  $0.020$  bis  $0.015 \text{ mm}$  beobachtet worden sind: am 14. September 1912 erreichte ein Gummiballon aus LF-Platte von  $1210 \text{ g}$  Gewicht und einer Plattendicke von  $0.35 \text{ mm}$  eine Höhe von  $22900 \text{ m}$  ( $27 \text{ mm}$  Luftdruck) und dabei eine „Platzdicke“ von nur  $0.0134 = \frac{1}{75} \text{ mm}$ ; am 5. August 1909 stieg ein Gummiballon von  $1610 \text{ g}$  Gewicht und  $0.33 \text{ mm}$  starker Platte, in dessen Innerem sich ein zweiter Ballon von  $790 \text{ g}$  Gewicht und  $0.54 \text{ mm}$  starker Platte befand, auf  $24480 \text{ m}$  Höhe, entsprechend einem Luftdruck von  $23 \text{ m}$ : bei dem Platzen betrug seine Plattendicke  $0.015 = \frac{1}{67} \text{ mm}$ , während der innere Ballon infolge seiner dickeren Platte und schwächeren Füllung gleichzeitig eine Plattendicke von nur  $0.03 = \frac{1}{33} \text{ mm}$  hatte. Am 12. August 1910 stieg ein Ballongespann, dessen einer Ballon ein Gewicht von  $2210 \text{ g}$  und  $0.33 \text{ mm}$  dicke Platte, dessen anderer ein solches von  $1195 \text{ g}$  und  $0.35 \text{ mm}$  dicke Platte hatte, auf  $25050 \text{ m}$  Höhe ( $21 \text{ mm}$  Luftdruck): bei dem Platzen hatte der größere Ballon eine Plattendicke

von  $0.0149 = \frac{1}{67}$  mm, der kleinere von  $0.0152 = \frac{1}{66}$  mm; letzterer platzte nicht und diente als Fallschirm und Signalballon. Noch größere Höhen sollen an verschiedenen auswärtigen Observatorien erreicht worden sein: so in Uccle und Batavia 30000 und in Pavia gar 37000 m! Im ersteren Falle hat der Gummiballon von 1500 mm „natürlichem“ Durchmesser, 0,3 mm Plattendicke und 2020 g Gewicht, der mit einem Gasinhalt von  $4.2 \text{ m}^3$  aufgestiegen war, einen Luftdruck von 8.7 mm, entsprechend  $\frac{1}{87}$  des am Erdboden herrschenden Druckes von 760 mm, erreicht: sein Aufstiegsinhalt ( $4.2 \text{ m}^3$ ) ist demnach um das 87fache =  $366 \text{ m}^3$ , sein Aufstiegsdurchmesser von 2 m um das 4.44fache (8.88 m), sein Aufstiegsflächeninhalt ( $12.56 \text{ m}^2$ ) um das 19.9fache ( $248 \text{ m}^2$ ) vermehrt und das Gewicht eines Quadratmeters der Platte, bei dem Aufsteigen 162 g, verminderte sich auf  $\frac{1}{19.9}$  (8.2 g);

ebenso die Aufstiegsplattendicke 0.173 mm auf  $\frac{1}{19.9}$ , d. h. auf  $0.00872 = \frac{1}{114}$  mm! Da man keinen Grund hat, an der Tatsächlichkeit der Höhenangaben zu zweifeln, muß man feststellen, daß es unter noch unbekanntem Umständen Gummipplatten gibt, welche diese äußerste Verdünnung ertragen: hieraus ergibt sich im Interesse der aerologischen Wissenschaft die Forderung an die Gummiwarenfabriken, diese Ausnahmefälle zur Regel zu machen, indem sie die Gründe für die gelegentlich so außerordentliche Elastizität ermitteln und technische Maßnahmen zur willkürlichen Herstellung des gleichen Verhaltens treffen. Es wäre eine schöne Aufgabe für einen „Wohltäter der Wissenschaft“, für diesen Zweck einen namhaften Preis von einigen tausend Mark zu stiften!

Die Überlegung liegt nahe, welche Höhen man mit dem zurzeit vorhandenen Gummimaterial, das eine Verdünnung der Platte auf etwa  $\frac{1}{65}$  mm aushält, erreichen könnte. Hierüber gibt folgendes Rechnungsbeispiel Aufschluß. Ein Ballon von 6 m natürlichem Durchmesser, der  $112.99 \text{ m}^3$  Inhalt und einen Flächeninhalt von  $113.10 \text{ m}^2$  hat, wiegt, wenn seine Plattendicke 0.5 mm beträgt ( $1 \text{ m}^2 = 467.5 \text{ g}$ ), 52.9 kg. Mit 1 kg Apparatgewicht und 4.1 kg Tragkraft aufsteigend, sind demnach 58 kg zu heben, wozu bei einer mittleren Tragkraft des Wasserstoffgases von 1.1 kg pro Kubikmeter  $52.7 \text{ m}^3$  Wasserstoff erforderlich sind: der Ballon ist also nur zur Hälfte gefüllt. Diese  $52.7 \text{ m}^3$  Gas dehnen sich bei dem Aufsteigen des Ballones 2.15fach aus ( $\frac{112.99}{52.7}$ ), bis er voll wird, was bei  $\frac{760}{2.15} = 350.4$  mm Druck (etwa 6000 m Höhe) erfolgt. Von hier aus beginnt die Ausdehnung des Gummis. Würde der Ballon bis zur Höhe von 40000 m steigen, wo der Luftdruck 1.92 mm beträgt, d. h.  $\frac{1}{184}$  des bei Beginn der Gummiausdehnung herrschenden ( $\frac{350.4}{1.92} = 184$ ), so würde sein Volumen von  $112.99 \text{ m}^3$  um das 184fache vermehrt werden und demnach auf  $20800 \text{ m}^3$  zunehmen: sein Durchmesser würde dann 34.2 m, sein Flächeninhalt  $3680 \text{ m}^2$  sein.  $1 \text{ m}^2$  der Ballonhülle würde demnach  $\frac{52.9 \text{ kg}}{3680 \text{ m}^2} = 14.3 \text{ g}$  wiegen, und deren Plattendicke würde  $0.0154 = \frac{1}{65}$  mm betragen. Abgesehen von der zurzeit noch bestehenden, oben näher erläuterten Unmöglichkeit, einen Gummiballon von 6 m Durchmesser zu konstruieren, würde dieses Experiment bei einem Durchschnittspreis von 40  $\mathcal{M}$  für das Kilogramm Gummi den nicht ganz geringfügigen Betrag von 2116  $\mathcal{M}$  allein für den Ballon kosten. Dazu kämen noch die Unzuträglichkeiten bei dem Aufsteigen eines halbvollen Gummiballones, die

besonders in starken Pendelungen infolge der sich durch den Luftwiderstand bildenden oberen Dalle bestehen, welche die Kurven des Registrierapparates arg verschmieren würden.

Will man die, wie oben erwähnt, bereits tatsächlich festgestellte minimale Platzdicke von etwa  $\frac{1}{114}$  mm zugrunde legen, so wird man z. B. mit einem Ballon von 3 m Durchmesser und 0.5 mm Plattendicke, der  $14.12 \text{ m}^3$  faßt und bei einem Flächeninhalt von  $28.27 \text{ m}^2$   $13.22 \text{ kg}$  wiegt, unter Vermehrung der zu hebenden Last für Apparat und Tragkraft um  $3.78 \text{ kg} = 17 \text{ kg}$  ein Quantum von  $15.4 \text{ m}^3$  Wasserstoff nötig haben, das den Ballon eben prall füllt. Man umgeht auf diese Weise die Nachteile eines nicht ganz gefüllten Ballones. Der Ballon würde einen Durchmesser von 3.08 m und einen Flächeninhalt von  $30.0 \text{ m}^2$  besitzen, und seine Plattendicke würde statt 0.5 mm nur 0.473 mm betragen, also nur unbedeutend vermindert sein. Bei 40 000 m Höhe = 1.92 mm Luftdruck würde sein Volumen um das 396fache  $\left(\frac{760}{1.92} = 396\right)$  vermehrt sein, d. h.  $15 \times 396 = 6100 \text{ m}^3$  betragen; sein Durchmesser würde 22.90 m, sein Flächeninhalt  $1646 \text{ m}^2$  sein, und  $1 \text{ m}^2$  der Hülle würde  $\frac{13.22 \text{ kg}}{1646 \text{ m}^2} = 8.1 \text{ g}$  wiegen und seine Plattendicke würde  $0.00862 = \frac{1}{116}$  mm betragen. Die Kosten für den Ballon beliefen sich auf  $13.22 \times 40 = 528.80 \text{ M.}$  Unter der Voraussetzung der angenommenen großen Ausdehnungsfähigkeit wäre demnach mit erschwinglichen Kosten die Erreichung einer Höhe von 40 km durchaus möglich, und die grundsätzliche Wichtigkeit, welche der Erforschung des Temperaturverlaufes in den höheren Schichten der Stratosphäre unbedingt innewohnt, würde die Vornahme derartiger Versuche wohl rechtfertigen. Allerdings muß festgestellt werden, daß in Lindenberg dreimal Gummiballone von 3 m Durchmesser aufgestiegen sind, die aber aus unbekanntem Gründen nur Höhen von 3088, 16308 und 17400 m erreicht haben: vermutlich sind die wiederholt erwähnten Ungleichmäßigkeiten der Ausdehnung bei großen Platten für das frühzeitige Platzen der Ballone verantwortlich zu machen.

Auf eine weitere Untersuchung der Gummiballone muß an dieser Stelle verzichtet werden. Dagegen seien noch einige statistische Ergebnisse aus den seit dem Jahre 1900 an beiden aeronautischen Observatorien in Reinickendorf-Berlin und Lindenberg zur Ausführung gekommenen 317 Registrierballonaufstiegen mitgeteilt.

Dieselben verteilten sich folgendermaßen:

Jahr	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	Summe
Zahl der Aufstiege . . . . .	6	32	16	17	14	19	20	19	24	29	29	25	25	42	317
Nicht wieder gefunden . . . .	—	1	—	—	—	—	1	3	—	—	2	1	—	8	16
Kurven nicht auswertbar . . .	—	4	1	1	3	4	2	2	4	3	1	—	5	—	30

Hiernach wurden 5.06 % aller Ballone nicht wiedergefunden und 9.5 % lieferten unauswertbare Kurven; 85.5 % haben ihren Zweck mehr oder weniger vollständig erfüllt.

Die Gründe, welche die Aufstiegsresultate vermindern oder die Brauchbarkeit der Registrierkurven mehr oder weniger herabsetzen oder ganz aufheben, können teils im Verhalten der Ballone liegen, die entweder vorzeitig oder gar nicht



platzen, wobei sie im letzteren Falle zur Fälschung der Temperaturwerte durch die Sonnenstrahlung Veranlassung geben, oder in Störungen der Registrierapparate. Diese erfolgen sowohl durch Stehenbleiben der Uhren als auch durch Hängenbleiben der Registrierfedern aneinander; am verderblichsten sind die bei dem Aufsteigen erfolgenden Schäden und die nachträglichen Zerstörungen der Kurven durch Wasser oder Schlamm, auch durch allzu langes Liegen im Freien und gelegentlich durch das willkürliche Eingreifen eines mit übermäßigem Reinlichkeitssinne begabten Finders, der es für seine Pflicht hält, die „schmutzige Rußschicht“ von der Registriertrommel sorgfältig abzuwischen.

Bei den Aufstiegen des Aeronautischen Observatoriums wurden in der ersten Zeit uhrlose kleine Apparate verwendet, die nach Angaben des Verfassers konstruiert waren: indem entweder das Aneroidbarometer oder das Thermometer eine Drehung der Registriertrommel bewirkte, zeichnete das andere Element auf der berußten Trommel eine einzige Kurve, die sowohl den Druck als auch die Temperatur darstellte. Außer der beträchtlichen Gewichts- und Kostenersparnis hatten diese Apparate den Vorteil, daß weder durch Stehenbleiben der (nicht vorhandenen) Uhr, noch durch Klemmung der Schreibfedern (da nur eine vorhanden war) Störungen eintreten konnten. Im Interesse tunlichster Gleichartigkeit der bei den internationalen Experimenten erfolgenden Simultanaufstiege wurde das System später wieder aufgegeben, zumal man Wert auf die Feststellung der Vertikalgeschwindigkeiten legte, um den oben schon erwähnten „Ventilationsfaktor“ und damit das Fehlen von Strahlungseinflüssen feststellen zu können.

Eine weitere Konstruktion des Verfassers, bei der zum Zwecke der Erzielung rechtwinkliger Koordinaten eine Kettenführung auf einem Rollbände angewandt wurde, hat sich in der Praxis wegen ihrer Empfindlichkeit gegen Erschütterungen und ihrer konstruktiven Kompliziertheit nicht bewährt und wurde deshalb gleichfalls aufgegeben.

Später wurden ausschließlich Apparate von Teisserenc de Bort und von Hergesell-Bosch benutzt, bis vom Jahre 1911 an eine neue, äußerst vereinfachte Konstruktion des Verfassers zur Anwendung kam, die sich durchaus gut bewährt hat; dieselbe wird weiter unten näher beschrieben werden.

Bei den 317 Registrierballonaufstiegen des Observatoriums von 1900 bis einschließlich 1913 wurden 53mal Apparate von Teisserenc de Bort, 134mal solche von Hergesell-Bosch und 161mal solche von Assmann benutzt; in vielen Fällen wurden zwei Apparate verschiedener Konstruktion gleichzeitig verwendet. Ein Stehenbleiben der Uhren während des Aufstiegs fand bei den Hergesell-Boschschen in 39%, bei den Teisserenc de Bortschen in 11,3% und bei den Assmannschen in 6,8% der Fälle statt. Apparatstörungen kamen bei Hergesell-Bosch in 5,2%, bei Teisserenc de Bort in 5,7% und bei Assmann in 8,1% aller Fälle vor. Letzteres Ergebnis ist durch die bei den Ausprobierungen des neuen Apparates naturgemäß nicht fehlenden „Kinderkrankheiten“ stark beeinflusst: bei den letzten 41 Aufstiegen desselben ist keine einzige Störung mehr vorgekommen, auch die Uhr nicht stehen geblieben. Durch Zerstörung der Registrierungen wurden 2,5% aller Aufstiege unbrauchbar gemacht.

Über die mit Gummiballonen erreichten Ergebnisse geben folgende Zusammenstellungen Aufschluß.

Von 188 einfachen, mit Fallschirmen versehenen Gummiballonen (mit Ausschluß der Doppelballone, auch „Tandems“ oder — nach Köppen — „Gespanne“

genannt) sind 111 = 59% geplatzt, 11 = 5,8% nicht geplatzt und bei 66 = 35% ließ sich das Platzen nicht feststellen. Über den Einfluß des Gewichtes der verwandten Ballone auf die erreichten Höhen gibt folgende Übersicht Auskunft:

Ballongewicht	g	unter 700	700-800	800-1000	1000-1200	1200-1400	1400-1600
Zahl der Aufstiege . . . . .		4	10	14	30	11	70
Mittlere erreichte Höhe . . . m		13 182	12 570	9 617	14 041	14 705	13 313
Größte Höhe . . . . . m		17 000	17 840	15 540	17 150	22 900	22 150
Geringste Höhe . . . . . m		9 937	6 390	2 995	8 310	11 900	3 790
Geplatzt . . . . .		2 (50%)	10 (100%)	7 (50%)	24 (80%)	10 (91%)	32 (46%)
Nicht geplatzt . . . . .		0	0	2	0	0	7
Unbestimmt . . . . .		2	0	5	6	1	31

Ballongewicht	g	1600-1800	1800-2000	2000-2200	2500-3000	3450	über 4000
Zahl der Aufstiege . . . . .		7	27	9	1	2	3
Mittlere erreichte Höhe . . . m		12 562	14 226	13 718	18 070	15 200	12 285
Größte Höhe . . . . . m		18 830	19 960	19 160	18 070	16 400	17 400
Geringste Höhe . . . . . m		5 810	10 420	8 880	—	14 000	3 088
Geplatzt . . . . .		4 (57%)	16 (59%)	2 (22%)	1	2	1
Nicht geplatzt . . . . .		0	0	1	—	—	0
Unbestimmt . . . . .		3	11	6	—	—	2

Läßt man die nur verhältnismäßig selten benutzten Ballongewichte außer Betrachtung, so ergibt sich keine ausgesprochene Beziehung zwischen dem Gewichte und den erreichten Höhen: die Mittelbildung verwischt auch durch einzelne besonders hohe oder besonders niedrige Aufstiege die charakteristischen Ergebnisse zu stark.

Über den Einfluß der den Ballonen bei dem Aufsteigen gegebenen Tragkraft — auch „Auftrieb“ genannt — auf die erreichten Höhen gibt folgende Zusammenstellung Aufschluß:

Tragkraft	kg	0,5	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
Mittlere Höhe . . . m		8244	11 565	12 817	10 597	13 925	13 314	12 850	13 808	15 431	14 111
Größte Höhe . . . m		9937	12 730	15 650	17 430	18 570	17 150	22 900	18 830	18 250	20 650
Geringste Höhe . . m		6550	10 400	6 291	2 939	6 390	6 040	7 930	5 810	10 760	11 630
Zahl der Aufstiege . . .		2	2	7	7	13	31	18	14	5	9

Tragkraft	kg	2,6	2,8	3,0	3,2	3,6	3,8	4,0	4,2	5,1
Mittlere Höhe . . . m		14 356	10 502	11 411	15 352	12 092	10 650	13 595	14 610	17 400
Größte Höhe . . . m		21 733	14 530	17 260	19 020	14 700	—	13 620	—	—
Geringste Höhe . . m		6 120	-3 790	1 570	10 420	11 030	—	13 570	—	—
Zahl der Aufstiege . . .		13	4	11	6	5	1	2	1	1

Der besseren Vergleichbarkeit wegen sind nur Aufstiege mit einfachen Gummiballonen — mit Ausschluß der Tandems — gezählt, bei denen die Tragkraft notiert worden war (152 Aufstiege). Unter Vernachlässigung der nur in wenigen Fällen vertretenen erkennt man, daß die mittleren Höhen mit der Tragkraft bis zu 2,2 bis 2,6 kg zunehmen, darüber aber wieder abzunehmen scheinen, und daß auch die größten erreichten Höhen den gleichen Gang erkennen lassen. Immerhin läßt sich erkennen, daß die Ansicht von Rempp nicht zutrifft, nach welcher ein schwacher Auftrieb bessere Aussichten auf die Erreichung größerer Höhen geben solle.

Die Beziehung zwischen der Aufstiegeschwindigkeit und den erreichten Höhen wird durch die folgende Zusammenstellung beleuchtet, der sämtliche Auf-

stiege mit geschlossenen Gummiballonen, 270, mit Einschluß der Tandems und Doppelballone zugrunde gelegt worden sind.

Aufstiegsgeschwindigkeit m p. s.	1.0	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
Mittlere Höhe . . . . . m	6291	13 650	11 311	15 848	11 838	13 974	13 093	15 056
Größte Höhe. . . . . m	—	—	13 797	21 733	18 610	19 564	18 440	19 760
Geringste Höhe . . . . . m	—	—	7 275	12 600	5 810	4 780	7 770	10 640
Zahl der Aufstiege . . . . .	1	1	3	4	17	19	24	19

Aufstiegsgeschwindigkeit m p. s.	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
Mittlere Höhe . . . . . m	14 620	13 746	13 250	13 417	16 126	15 370	19 355
Größte Höhe. . . . . m	19 430	25 050	20 650	16 600	24 480	17 680	22 900
Geringste Höhe . . . . . m	6 390	6 120	3 790	11 530	12 400	13 066	15 810
Zahl der Aufstiege . . . . .	31	31	33	6	7	2	2

Auch hier zeigt sich, daß im allgemeinen die Höhen mit der Aufstiegsgeschwindigkeit zunehmen; besonders deutlich scheinen die größten erreichten Höhen in diesem Sinne zu wachsen.

Die Methode, zwei neben- oder übereinander befestigte Gummiballone zu verwenden, die man als „Tandem“ oder „Gespann“ bezeichnet — Versuche, die übrigens zuerst vom Verfasser im Juli 1902 angestellt worden sind —, beruht darin, einen schwächer gefüllten kleineren Ballon, der nicht platzt und allein nicht imstande ist, den Registrierapparat zu tragen, an Stelle des in Lindenberg bevorzugten Fallschirmes zu benutzen. Außerdem soll er aber den Apparat durch seine Tragkraft bei der Landung vor zu hartem Aufstoßen und Beschädigungen schützen und, an seiner Halteschnur gefesselt, über dem Orte stehen bleiben, an dem der Apparat liegt, dadurch als „Signalballon“ dessen Auffindung erleichternd. Diese Methode, durch Hergesell für die Aufstiege auf dem Meere in zweckmäßigster Weise ausgebildet, und für diesen wichtigen Teil der aerologischen Forschung unentbehrlich, hat bei Landaufstiegen keine besonderen Vorteile vor der Fallschirmmethode, vielmehr den Nachteil, daß bei windigem Wetter der Apparat durch den Ballon über weite Strecken des Landes, oder durch Sümpfe und Wasser geschleppt, und seine Kurven dabei arg beschädigt oder völlig unbrauchbar gemacht werden. Die Koppelung zweier Ballone mit ungleicher Tragkraft hat meist ungleichförmige Bewegungen und Pendelungen bei dem Aufsteigen zur Folge, wodurch nicht selten die Registrierungen ungünstig beeinflusst werden. Natürlich wird bei der Methode vorausgesetzt, daß nur der „Tragballon“ platzt, nicht aber auch der „Signalballon“, da in diesem Falle der Absturz des Apparates fast ungedämpft erfolgen müßte: die Praxis hat aber gelehrt, daß dieser Fall durchaus nicht selten vorkommt. Ebenso bedenklich ist es, wenn nach dem Platzen des Tragballones der andere, seinem Zwecke zuwider zu stark gefüllte Ballon langsam weitersteigt und dann alle Folgen der Sonnenstrahlung auf das Thermometer hervorruft. Auch solche Fälle sind einigemal vorgekommen. Die Verluste bei Tandemaufstiegen, von denen 36 ausgeführt worden sind, betragen 2, entsprechend 5,6% und sind deshalb nicht kleiner als bei den übrigen Gummiballonen, bei denen von 256 der Verlust 14, entsprechend ebenfalls 5,6% betragen hat.

Die Beziehung der Aufstiegsgeschwindigkeiten bei Tandemballonen zu den erreichten Höhen zeigt folgende Übersicht:

Aufstiegsgeschwindigkeit m p. s.	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	8.5
Mittlere Höhe . . . . . m	10 199	15 617	12 802	19 440	15 559	16 258	16 258	14 700	22 900
Größte Höhe . . . . . m	—	18 570	17 400	—	19 430	25 050	20 650	16 600	—
Geringsste Höhe . . . . . m	—	15 700	10 030	—	10 500	6 120	9 690	12 800	—
Zahl der Aufstiege . . . . .	1	3	5	1	9	7	7	2	1

Die bei gleichen Aufstiegsgeschwindigkeiten erreichten mittleren Höhen sind fast durchweg nicht unbeträchtlich größer als die der einfachen Ballone bei den gleichen Geschwindigkeiten; die größten Höhen werden auch hier bei den stärkeren Aufstiegsgeschwindigkeiten erreicht.

Um die von den „Signalballonen“ erwarteten Vorteile ohne die Gefahr des Platzens beider Ballone und die aus den Pendelungen eines Tandemaufstiegs entstehenden Nachteile zu erreichen, hat der Berichterstatter Versuche mit „Innenballonen“ vorgenommen, bei denen der größere Außenballon einen stark erweiterten Füllansatz hat, durch welchen man einen kleineren leeren Ballon hindurchschieben und zunächst für sich bis zu einem beabsichtigten Grade mit Gas füllen und abbinden kann. Nach dem Platzen des Außenballones führte der frei gewordene Innenballon den Apparat unbeschädigt zur Erde und konnte auch noch als Signalballon dienen. Sämtliche zwölf in dieser Weise aufgelassenen Ballone wurden wiedergefunden; die Höhen entsprachen denen der anderen Ballone; einer erreichte mit einer Aufstiegsgeschwindigkeit von 7.5 m p. s. die Höhe von 24480 m.

Über die Beziehung zwischen der dem Gummiballone erteilten Tragkraft zu den Aufstiegsgeschwindigkeiten gibt folgende Zusammenstellung Aufschluß, die aus 170 Aufstiegen gewonnen wurde, bei denen beide Faktoren bekannt sind. Ohne Zweifel müßte diese Beziehung eine derartige sein, daß der größeren Tragkraft auch die größere Aufstiegsgeschwindigkeit entspricht, wenn einerseits die Größe, die Gestalt und die Oberflächenbeschaffenheit bei sämtlichen Ballonen die gleiche wäre, und andererseits in der durchmessenen Luft keine Vertikalbewegungen stattfänden, und auch eine wechselnde Belastung des Ballones durch Regen, Schnee, Rauhreif usw. nicht erfolgte. Da diese Bedingungen kaum jemals erfüllt werden, und auch die thermische Schichtung der Atmosphäre Änderungen des Luftgewichtes hervorruft, sind die Beziehungen zwischen der Tragkraft und der Aufstiegsgeschwindigkeit von verschiedenen nicht festzustellenden Faktoren abhängig. Hier sollen nur die Erfahrungen in Mittelwerten angeführt werden, um ein angenähertes Maß dafür zu erhalten, wie sich diese in der Praxis gestalten.

Mittlere Tragkraft und mittlere Aufstiegsgeschwindigkeit bei 170 Gummiballonaufstiegen.

Mittlere Aufstiegs- geschwindigkeit in m p. s.	1.0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	Mittel
Zahl der Fälle . . . . .	1	3	7	12	19	17	29	32	32	7	7	2	2	—
Mittlere Tragkraft . kg	1.0	2.0	2.2	2.1	2.6	2.2	2.1	1.9	2.1	2.3	1.9	2.6	1.9	2.1

Mittlere Tragkraft in kg	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	5.1	Mittel
Zahl der Fälle . . . . .	1	6	5	13	33	21	17	11	11	12	6	16	7	1	5	1	2	1	1	—
Mittlere Aufstiegs- geschwindigkeit m p. s.	4.0	4.3	5.5	5.6	5.9	5.8	5.6	5.1	5.8	5.6	5.9	5.9	5.1	5.5	5.7	6.0	5.6	5.5	4.5	5.4

Es ergibt sich, daß die mittlere Tragkraft aller Ballone 2.1 kg und die mittlere Aufstiegsgeschwindigkeit 5.4 m p.s. betragen hat; die Zunahme sowohl der Tragkraft als auch der Aufstiegsgeschwindigkeit in der unteren, und deren Abnahme an den oberen Grenzen muß wegen der geringen Zahl der Fälle als unzuverlässig gelten; zwischen 4.0 und 6.5 m p.s. und 1.4 bis 3.0 kg, wo die Fälle zahlreicher sind, ist kein ausgesprochener Gang in den Beziehungen zu erkennen.

Unter den Vorzügen der Gummiballone spielt auch die verhältnismäßig kurze Dauer des ganzen Aufstieges bis zur Landung und, damit zusammenhängend, die geringere Entfernung ihres Landungsortes eine Rolle.

Die folgende Zusammenstellung gibt die hierüber am Aeronautischen Observatorium gemachten Erfahrungen wieder.

	Einfache Ballone			Tandemballone			Innenballone		
	geplatzt	nicht geplatzt	unbestimmt	geplatzt	nicht geplatzt	unbestimmt	geplatzt	nicht geplatzt	unbestimmt
Zahl . . . . .	100	10	41	8	1	7	4	0	2
Mittlere Dauer in Minuten .	80	124	89	97	65	101	43	—	45
Zahl . . . . .	141	13	114	19	21	21	7	0	6
Mittlere Entfernung in km .	70	112	70	66	56	51	44	—	42

Die mittlere Dauer eines Aufstieges war demnach bei den Innenballonen die kürzeste (43 Minuten), ebenso die mittlere Entfernung des Landungsortes (45 km); bei den geplatzen einfachen Ballonen waren beide erheblich kürzer, 80 Minuten bzw. 70 km, gegenüber 124 Minuten bzw. 112 km bei den nicht geplatzen. Die geplatzen Tandemballone hatten 97 Minuten Dauer und 66 km Entfernung. Bei den Ballonen, deren Platzen nicht festgestellt werden konnte, waren die entsprechenden Werte wenig verschieden von denen der geplatzen: vermutlich war auch von diesen der größere Teil wirklich geplatzt. Bei 16 geschlossenen Stoffballonen betrug die mittlere Dauer des Aufstiegs 106 Minuten, also erheblich mehr als bei den Gummiballonen.

Es ist hier nicht der Ort, um in wissenschaftliche Untersuchungen über die bei den Registrierballonaufstiegen gewonnenen Ergebnisse einzutreten; deshalb soll nur eine kurze statistische Übersicht über das wichtigste Problem der hohen Atmosphäre, dessen Aufstellung als eine unmittelbare Frucht der Gummiballonaufstiege zu gelten hat, über die Höhenlage und Temperatur der „oberen Inversion“ oder nach der Bezeichnung Teisserenc de Borts der „Stratosphäre“, gegeben werden.

Tabelle 13 gibt nach Jahren und Monaten geordnet die Anzahl derjenigen Gummiballonaufstiege, bei denen unzweifelhaft die Stratosphäre erreicht worden ist, und dazu die mittleren Höhen und Temperaturen an der Grenze zwischen der Troposphäre und der Stratosphäre, für welche die erste deutliche Verminderung des bis dahin herrschenden vertikalen Temperaturgradienten als Kennzeichen diente.

Bei 216 Gummiballonaufstiegen wurde die Stratosphäre 162 mal, d. h. in 75 % aller Fälle gefunden, während sie in 25 % nicht erreicht wurde. In Anbetracht der sehr ungleichen Anzahl der Fälle kann natürlich eine Mittelbildung in den nur schwach vertretenen Jahren ein zuverlässiges Bild nicht geben. Die mittlere Höhe und Temperatur aus allen 162 Aufstiegen ergibt sich zu 10481 m und — 56.0°; die Schwankung der Höhe liegt bei den mit wenigstens 10 Aufstiegen vertretenen 9 Jahren von 1905 bis 1913 zwischen den Werten von 11962 m im Jahre 1906

Tabelle 13. Höhenlage und Temperatur an der unteren Grenze der Stratosphäre bei 162 Registrierballonaufstiegen mit Gummiballonen in den Jahren 1900 bis 1913.

Jahr	Gesamtzahl der Gummiballonaufstiege	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Mittlere		Zahl
		Höhe	Temperatur	Höhe	Temperatur	Höhe	Temperatur	Höhe	Temperatur	Höhe	Temperatur	Höhe	Temperatur	Höhe	Temperatur	
1900	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
1901	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
1902	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
1903	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
1904	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
1905	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
1906	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11
1907	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
1908	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
1909	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
1910	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21
1911	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21
1912	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17
1913	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19
Summe	216	8	10	10	14	21	14	22	17	11	14	11	10	—	—	162
Mittlere Höhe . . . . .	10383	9748	9573	9748	9558	10474	11101	10870	11073	11137	10955	10094	10184	10481	—	—
Mittlere Temperatur . . . . .	—59.3	—58.9	—58.9	—56.4	—56.8	—56.8	—54.9	—53.3	—54.1	—54.9	—55.7	—58.9	—56.4	—56.0	—	—
Nachtaufstiege . . . . .	0	0	0	1	1	1	2	2	1	0	0	0	0	—	—	8
Mittlere Höhe . . . . .	—	—	—	10432	8670	13000	11537	10415	12000	—	—	—	—	11001	—	—
Mittlere Temperatur . . . . .	—	—	—	—57.0	—47.8	—62.8	—56.8	—56.1	—54.4	—	—	—	—	—56.0	—	—
Vormittagsaufstiege	1	1	1	0	2	2	1	1	1	0	1	0	—	—	—	10
Mittlere Höhe . . . . .	8898	11450	11450	10110	11148	11148	9000	12800	10000	—	12024	—	—	10468	—	—
Mittlere Temperatur . . . . .	—54.4	—57.4	—57.4	—52.1	—63.2	—63.2	—44.7	—53.5	—51.0	—	—62.1	—	—	—55.4	—	—
Nachmittagsaufstiege	0	2	2	1	3	2	1	4	—	3	4	2	1	—	—	24
Mittlere Höhe . . . . .	—	9660	9660	12030	11020	8778	10419	10384	14975	10795	11977	8693	10006	10696	—	—
Mittlere Temperatur . . . . .	—	—63.9	—63.9	—62.2	—63.5	—48.1	—51.1	—50.6	—55.6	—51.5	—56.9	—57.8	—56.3	—54.0	—	—
8 a.-Aufstiege . . . . .	7	7	7	8	8	16	10	15	14	8	9	9	9	—	—	120
Mittlere Höhe . . . . .	10596	9282	9282	9377	8983	10402	11302	10955	10806	11278	10382	10405	10204	10331	—	—
Mittlere Temperatur . . . . .	—60.0	—57.6	—57.6	—55.9	—56.0	—56.7	—55.8	—53.6	—54.2	—56.1	—53.5	—54.7	—55.3	—55.8	—	—

und 10093 m im Jahre 1911, die mittlere Temperaturschwankung zwischen  $-60.5^{\circ}$  im Jahre 1908 und  $-50.9^{\circ}$  im Jahre 1912: wenn diese auch mit den Extremen der mittleren Höhen nicht zusammenfallen, so liegt doch das tiefste Jahresmittel der Temperatur mit einem verhältnismäßig großen Höhenmittel (11 101 m), und das höchste Temperaturmittel nahezu mit dem kleinsten Höhenmittel (10 127 m) zusammen, sodaß eine Beziehung zwischen den beiden Werten nicht zu verkennen ist. Die etwas gleichmäßigere Verteilung der Fälle über die Monate gibt den Mittelwerten in bezug auf eine jährliche Periode ein etwas größeres Gewicht: in den Monaten Februar, März und April liegt die Stratosphäre zwischen 9000 und 10000 m, in den Monaten Juni, Juli, August und September über oder nahe bei 11 000 m Höhe; im Oktober und November sinkt dieselbe bis zu 10000 m und bleibt in dieser Höhe im Dezember und Januar. Die Temperatur liegt im Januar und Februar bei  $-59^{\circ}$ , steigt im März schnell auf  $-56^{\circ}$ , fällt im April und Mai nur unbedeutend bis auf  $-57^{\circ}$  und steigt im Juni und Juli bis zu ihrem höchsten Stande von  $-53^{\circ}$ ; von da an nimmt sie gleichmäßig ab bis zum Oktober auf  $-56^{\circ}$ , im November schnell bis  $-59^{\circ}$  und steigt im Dezember wieder auf  $-56^{\circ}$ . Hiernach fallen in der wärmeren Jahreszeit hohe Temperaturen der Stratosphäre mit großen Höhen zusammen, während im Frühjahr hohe Temperaturen mit verhältnismäßig niedrigen Höhen verbunden sind. Die geringe Anzahl der Fälle macht die Mittelwerte des Januar unsicher.

Die Grundfrage bei der Bewertung der Aufstiegsergebnisse, ob in der Tat durch die Gummiballonmethode jeder Einfluß der Sonnenstrahlung auf das Thermometer als ausgeschlossen gelten darf, hat mich veranlaßt, die Aufstiege nach der Tageszeit zusammenzustellen, indem alle Nachtaufstiege, d. h. solche, welche keiner Sonnenstrahlung ausgesetzt waren, von den Tagaufstiegen getrennt und letztere wieder in drei Gruppen geordnet wurden, die sich auf die „normale“, international vereinbarte Aufstiegszeit um 8 a., ferner auf die Vormittagsstunden von 9 a. bis 12 a. und schließlich auf die Nachmittagsstunden gegen 1 und 2 p. beziehen. Zwar ist die Zahl der Fälle bei den Nacht- und den Vormittagsaufstiegen nicht groß genug, um zuverlässige Mittelwerte zu geben, aber man dürfte doch annehmen, daß eine grundsätzliche Differenz der Temperaturen trotzdem schon zum Ausdruck kommen werde. Die Tabelle läßt erkennen, daß die mittlere Temperatur der unteren Grenze der Stratosphäre bei den Nachtaufstiegen ( $-56.0^{\circ}$ ) nur um  $0.2^{\circ}$  niedriger liegt als bei den 8 a.-Aufstiegen ( $-55.8^{\circ}$ ) und mit dem Mittelwerte sämtlicher Aufstiege ( $-56.0^{\circ}$ ) streng zusammenfällt. Die Vormittagsaufstiege ergeben  $-55.4^{\circ}$  und die Nachmittagsaufstiege  $-54.0^{\circ}$ . Wenn man nicht annehmen will, daß auch an dieser Schichtgrenze eine kleine tägliche Periode der Temperatur tatsächlich vorhanden sei, was durchaus nicht unwahrscheinlich ist, so würde die Möglichkeit eines Strahlungseinflusses durch den mittleren Betrag von  $2^{\circ}$  zum Ausdruck kommen. Betrachtet man aber die extremen Einzeltemperaturen in den verschiedenen Gruppen, so ergibt sich, daß bei den Nachtaufstiegen nur in einem Falle eine Temperatur unter  $-60^{\circ}$  ( $-62.8^{\circ}$ ) und ebenso nur einmal eine solche von über  $-50^{\circ}$  ( $-47.8^{\circ}$ ) vorgekommen ist, und die Mehrzahl zwischen  $-55$  und  $-58^{\circ}$  gelegen hat; bei den 8 a.-Aufstiegen kommen Temperaturen unter  $-60^{\circ}$  in 23 %, unter  $-65^{\circ}$  in 8 %, unter  $-70^{\circ}$  in 2 % der Fälle vor; die absolut niedrigste Temperatur  $-73.9^{\circ}$  (im September 1908) fiel ebenfalls auf den 8 a.-Termin. Temperaturen über  $-45^{\circ}$  kamen in 7.5 %, unter  $-40^{\circ}$  gar nicht vor. Bei den Vormittagsaufstiegen kamen Temperaturen unter  $-60^{\circ}$  in 20 %, unter  $-55^{\circ}$  in 50 %, über  $-45^{\circ}$  in 20 % vor;

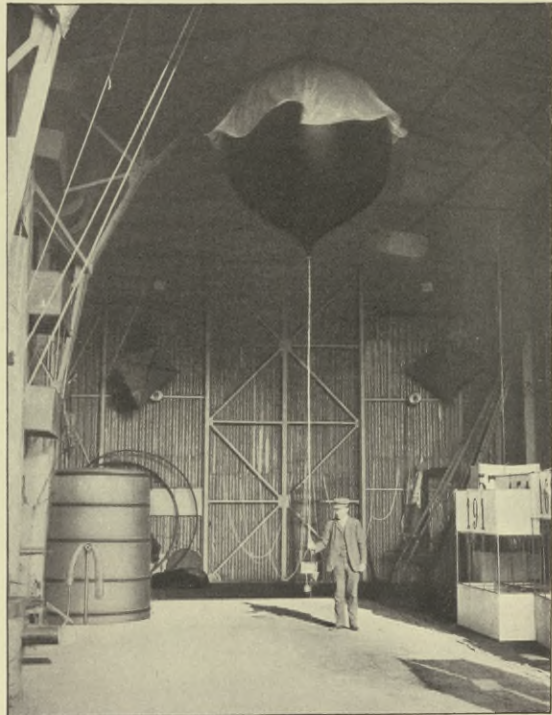
von den Nachmittagsaufstiegen hatten 17% eine Temperatur unter  $-65^{\circ}$ , 29% unter  $-60^{\circ}$ , dagegen 21% über  $-50^{\circ}$ , nur 8% über  $-45^{\circ}$ , und nur 4% über  $40^{\circ}$ : die absoluten Extreme waren  $-71.4^{\circ}$  und  $-38.7^{\circ}$ . Trotz der verhältnismäßig geringen Anzahl der Fälle (24) läßt sich ein Überwiegen höherer Temperatur zur Zeit der stärksten Sonnenstrahlung nicht erkennen, sodaß man keinen Grund haben dürfte, Strahlungsfehler anzunehmen.

#### Technik der Registrierballonaufstiege.

Die Gummiballonmethode hat die früher mit den großen Stoffballonen erforderlichen Maßnahmen außerordentlich vereinfacht: das geringe Volumen der Ballone gestaltet ihre Füllung und ihr Aufsteigen zu einem mit zwei Personen ausführbaren Experiment, das bei zweckmäßigen Einrichtungen auch bei starkem Winde gelingt. Die Lindenberger Ballonhalle hat an ihren vier Seiten breite Schiebetore, von denen jedesmal das am besten im Lee gelegene zur Hinausführung des Ballones benutzt wird: ein Gehilfe hält den Ballon an seiner Fesselung, ein zweiter folgt mit dem Apparat; nach einem kurzen Marsche mit dem Winde läßt der erste den Ballon so weit aufsteigen, daß er nur noch von dem zweiten Gehilfen am Apparate gehalten wird, und dieser benutzt eine Windpause, in der sich der Ballon tunlichst über den Erdboden erhoben hat, um ihn ohne Erschütterung frei zu geben.

Während der Füllung mit Wasserstoffgas, die entweder aus dem Gasbehälter oder auch aus einer Gasflasche erfolgt, wird der Ballon sorgfältig auf etwa vorhandene kleine Staublöcher nachgesehen, welche sofort mit einem kleinen Gummipflaster und Gummilösung verklebt werden. Mittels eines Ballastsäckchens oder einer Schale mit Gewichten wird die Tragkraft des Ballones festgestellt, und dann der Füllansatz fest zugebunden, wozu, um ein Einschneiden zu verhindern, ein schmales Band benutzt wird. Bis zum Mai 1911 wurde ein über dem Ballon ausgebreiteter Fallschirm mit 8 bis 10 Schnüren benutzt, an denen der Apparat hing; um ein Hinausschlüpfen des Ballones bei dem Auflassen zu verhindern, bei dem er nicht selten starke „Verbeugungen“ im Winde ausführt, wurden in Schlaufen, die am „Nordpol“ und an vier Stellen des „Äquators“ aufgeklebt waren, Schnüre eingebunden, die an entsprechenden Stellen des Fallschirmes locker befestigt waren. Bei der Bemessung der Länge der Trageschnüre mußte die voraussichtliche Durch-

Fig. 166.



Gummiballon mit oberem Fallschirm in der Ballonhalle.



messerzunahme des Ballones bei dem Aufsteigen berücksichtigt werden. Die Größe des Fallschirmes wurde nach dem von ihm bei dem Abstiege zu tragenden Apparatgewichte bemessen. Fig. 166 zeigt einen in dieser Weise hergerichteten Ballon in der Ballonhalle, Fig. 167 fertig zum Aufsteigen im Freien. Bei einem in dieser Weise gefesselten Ballon muß bei seiner Ausdehnung ein Gleiten der Halteschnüre auf der Hülle erfolgen, die bei starker Verdünnung derselben leicht zu einem vorzeitigen Platzen führen könnte. Aus diesem Grunde wurde seit 1911

Fig. 167.



Aufstieg eines Gummiballones mit oberem Fallschirme.

eine andere Methode zur Anwendung gebracht, bei der in den entsprechend verstärkten Füllansatz des Ballones ein leichter Holzstöpsel (Fig. 168) eingebunden wurde, an dem eine ausreichend kräftige Halteschnur befestigt war, an welcher der Apparat hing. Fig. 169 zeigt einen in dieser Weise hergerichteten Ballon im Ausgange der Ballonhalle. Der Fallschirm lag nun nicht mehr auf dem Ballone, sondern hing zusammengefaltet unterhalb desselben und trug an seinen Schnüren den Apparat. Hierbei ergab sich aber das Bedenken, daß der nach dem Platzen zu einem formlosen Lappen gewordene Ballon schneller fallen könnte als der durch den Fallschirm getragene Apparat, und demnach die Gefahr vorlag, daß er auf den Apparat fallen und die Zeichnung der Abstiegskurven stören könne; jedenfalls war anzunehmen, daß die infolge des Luftwiderstandes hin und

Fig. 168.

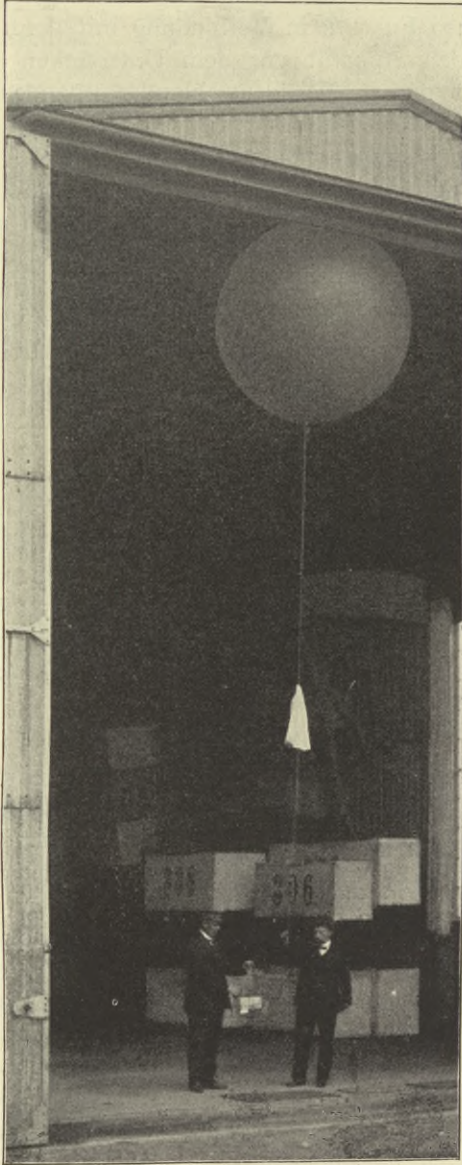


Füllansatzverschluß.

her flatternde Ballonhülle Erschütterungen hervorrufen werde. Die Störungen ließen sich nur dadurch beseitigen, daß man den geplatzten Ballon vom Fallschirme und dem Apparate trennte. Diese Aufgabe wurde in folgender Weise mit bestem Erfolge gelöst.

In den Fallschirm wurden zwei leichte Leisten (Drachenleisten) eingenäht, an deren oberen Enden je ein leichter Metallhaken befestigt ist, die gekreuzt durch eine Achse miteinander verbunden sind und so eine Schere bilden: solange der Fallschirm geschlossen ist, wird, wie Fig. 170 erkennen läßt, ein in ihr befindlicher

Fig. 169.



Gummi-Registrierballon mit unterem ausklinkbarem Fallschirme.

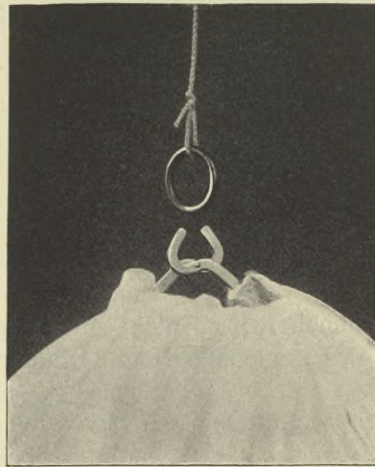
Ring sicher festgehalten, aber sofort losgelassen, sobald sich der Fallschirm entfaltet hat, wie Fig. 171 zeigt. Das

Fig. 170.



Ausklinkbarer Fallschirm, geschlossen.

Fig. 171.



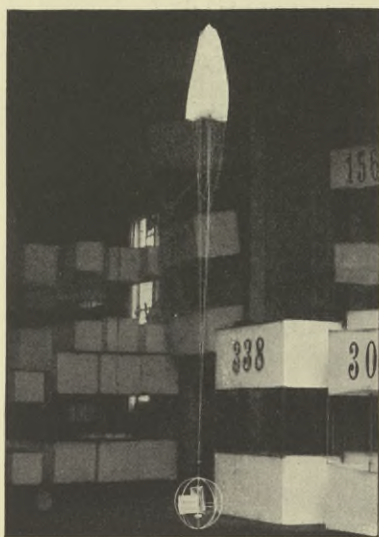
Ausklinkbarer Fallschirm, geöffnet.

tritt ein, sobald der Ballon geplatzt ist und der Apparat zu fallen beginnt, wobei sich nach kurzer Zeit infolge des Luftwiderstandes der Fallschirm öffnet: die formlose Ballonhülle flattert zu Boden und der um deren Gewicht entlastete Apparat sinkt mit dem Fallschirm langsam abwärts. Um die Möglichkeit aus-

zuschließen, daß das bei Regen oder in den Wolken den Fallschirm benetzende Wasser in den niedrigen Temperaturen gefriert und dadurch dessen Entfaltung verhindert, ist an einer der beiden Leisten ein leichter Ring von 12 cm Durchmesser aus Aluminiumdraht befestigt, der ein völliges Schließen auch trotz der Belastung durch den Apparat ausschließt. Diese Vorrichtung hat sich dermaßen gut bewährt, daß sie seitdem ausschließlich in Verwendung genommen wird. Fig. 169 zeigt den am Ballon hängenden Fallschirm und ebenso Fig. 172 in Verbindung mit dem an ihm hängenden Registrierapparate. Um den Apparat vor dem Untersinken im Wasser zu bewahren, was in Anbetracht der in Norddeutschland vorhandenen vielen kleineren oder größeren Seen leicht zu befürchten wäre, ist der Fallschirm durch Einnähen eines Wulstes von „Kapok“ schwimmfähig gemacht worden.

Die übrigen, zum Teil schon erwähnten Aufstiegsmethoden mit Tandems oder Innenballonen sollen nicht weiter erörtert werden, da sie seit mehreren Jahren aus der Praxis des Aeronautischen Observatoriums ausgeschaltet worden sind. Über die Verfolgung der Registrierballone durch Visierung mittels Theodoliten wird im Abschnitt „Pilotballone“ das Erforderliche erwähnt werden.

Fig. 172.



Auslinkbarer Fallschirm und Registrierapparat.

#### Die Apparate der Registrierballone.

Wie schon auf S. 184 erwähnt, werden am Observatorium neuerdings nahezu ausschließlich die vom Verfasser konstruierten einfachen und leichten Registrierapparate benutzt, welche deshalb näher beschrieben werden sollen. Die Gründe, die mich zu einer Neukonstruktion veranlaßt haben, waren folgende:

1. Bei den meisten Apparaten, wie bei den von Teisserenc de Bort konstruierten, befindet sich das als Barometer dienende luftleere Bourdonrohr in dem inneren, der Lufterneuerung entzogenen Raume des Gehäuses, während das Thermometer dem durch die Vertikalbewegungen des

Ballones erzeugten Luftstromes ausgesetzt ist. Die nach einer empirischen Formel erfolgende Temperaturkorrektur des Barometers beruht auf der Annahme, daß dieses die gleiche Temperatur besäße wie das Thermometer, was aller Wahrscheinlichkeit nach nicht zutrifft, da die im Gehäuse eingeschlossene Luft schwerlich den Änderungen der Lufttemperatur ebenso schnell zu folgen vermag als das stark ventilierte Thermometer, und außerdem ein Strahlungseinfluß wegen der fehlenden Lufterneuerung angenommen werden muß. Der Betrag des Temperaturunterschiedes zwischen diesen beiden Teilen ist unbekannt, und wesentlich aus diesem Grunde hat Teisserenc de Bort lange Zeit hindurch auf die Anbringung dieser Korrektur verzichtet. Der Hergesell-Boschsche Apparat vermeidet zwar diesen Fehler, indem das Barometer außerhalb des Gehäuses angebracht ist, aber es ist in einer für eine ausgiebige Lufterneuerung ungünstigen Stellung befestigt, bei der die Entstehung von Luftwirbeln zu erwarten ist (s. Fig. 176). Außerdem befindet es sich zu nahe an dem ziemlich großmassigen Schutzkasten

der Registriertrommel, der infolge ungenügender Ventilation seines Innenraumes abweichend temperierte Luft enthält und teils hierdurch, teils durch Strahlungswirkung die Temperatur des nahen Bourdonrohres, vielleicht auch noch die des Thermometers, beeinflussen dürfte.

2. Die Vergrößerung der Bewegungen des Bourdonrohres sowie des Thermometers durch zweiarmige Hebel erscheint geeignet, infolge der unvermeidlichen „Achsenluft“ Unsicherheiten der Aufzeichnungen hervorzubringen.

3. Die Apparate waren mit einem Gewicht von durchschnittlich 670 bis 700 g, mit Korbausrüstung rund 1000 g, zu schwer.

4. Dieselben waren bei einem Preise von 200 *M* zu teuer.

ad. 1. Den ersten Übelstand beseitigte ich dadurch, daß ich das Barometer tunlichst weit von dem kleinmassigen Uhrgehäuse entfernte und es dem gleichen Luftstrom exponierte, wie dem Thermometer, sodaß die Temperaturen beider Körper als gleich gelten können. Luftwirbelbildung wurde dadurch ausgeschlossen, daß das gekrümmte Rohr mit seinen verjüngten Seitenkanten dem Luftstrom exponiert wurde.

ad. 2. An Stelle der zweiarmigen Hebelvergrößerungen verwandte ich einen einzigen einarmigen Hebel, der die Bewegung des Barometers und des Thermometers direkt ohne alle Zwischenachsen auf die Registriertrommel überträgt. Da die Bewegungen sowohl des Bourdonrohres als des Bimetallthermometers nicht in einem Kreisbogen, sondern in kaum definierbaren Raumkurven erfolgen, die bei jedem Apparate verschieden sein können, so müssen dieselben bei der Prüfung des Apparates ermittelt werden, was ohne Schwierigkeit geschehen kann, sodaß sie der Auswertung der Kurven zugrunde gelegt werden können.

ad. 3. Durch Fortfall der Platine und mehrerer die Hebelachsen tragenden Säulen und Ersatz dieser Teile durch einen temperaturunempfindlichen stark versteiften Rahmen aus Nickelrundstahl ließ sich das Gewicht des Apparates auf 230 g, mit Schutzkörbchen auf 320 g, vermindern.

ad. 4. Der Preis des Apparates, der durch die Firma Bernhard Bunge in Berlin nach meinen Vorschriften angefertigt wird, beträgt nur 80 *M*.

Der Vorteil der Gewichtsverminderung wird noch weiter dadurch erhöht, daß zur Erzielung gleichen Auftriebes und gleicher Höhen leichtere Gummiballone erforderlich werden: da 1 g Gummi bei dem durchschnittlichen Kilogrammpreise von 40 *M* 4  $\frac{2}{3}$  kostet, beträgt die Gummikostensparnis gemäß der Gewichts Differenz von 680 g zwischen den Hergesell-Boschschen Apparaten und dem neuen Barothermographen 27,20 *M*. Ferner gestattet das geringere Gewicht die Wahl eines erheblich leichteren Fallschirmes, wodurch eine weitere Ersparnis am Ballongewichte möglich wird. Dem geringeren Durchmesser des Ballones entspricht ein geringerer Luftwiderstand bei dem Aufsteigen, sodaß man seine Tragkraft (seinen freien Auftrieb) vermindern kann, ohne seine Aufstiegsgeschwindigkeit herabzusetzen: man kann demnach auch an Gas sparen.

Die Fig. 173 und 174 geben Seitenansichten des Apparates. Die Uhr von 52 mm Durchmesser ist in horizontaler Achse in dem sehr steifen Nickelstahlrahmen des Apparates sicher gelagert, sodaß die bei der freistehenden Achse der anderen Apparate häufig anzutreffende Schiefstellung vermieden wird, welche dazu führt, daß nicht nur die Basislinie von einer Geraden abweicht, sondern auch die Kurven verzerrt werden. Das Bourdonrohr *B* ist an einer Winkelstahlsäule befestigt, sein freies Ende geht in einen dünnen, 3 mm breiten und 0.2 mm starken Arm aus hartem Neusilber *F* über, der in eine feine, aber sorgfältig gerundete Spitze ausläuft, die leicht federnd auf der Registrierfläche aufliegt. Als Thermometer dient

Fig. 173.

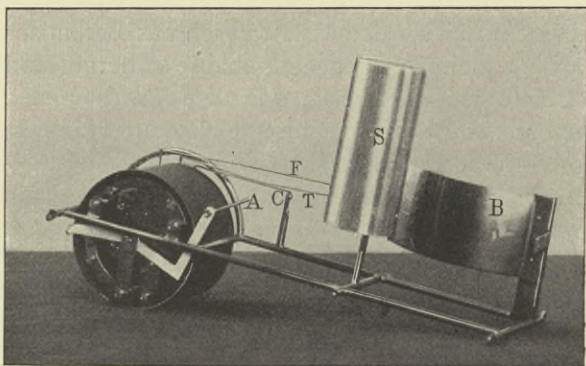
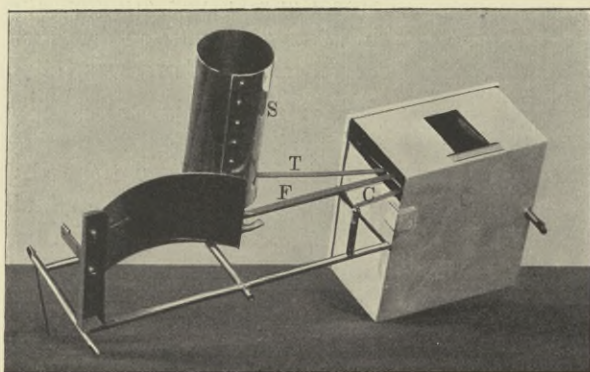


Fig. 174.



Registrierapparat für Sondierballone nach Assmann.

ein sehr dünnes Bimetallthermometer, das durch Verlöten eines Stahl- und eines Messingringes von 20 mm Höhe und 20 mm Durchmesser hergestellt wird. Die Dicke des Ringes beträgt 0.25 mm, seine freien Ränder sind zugeschärft, zum Schutz gegen das Rosten ist es leicht galvanisch vergoldet. In den Figuren ist es nicht sichtbar. Seine Befestigung an einer kurzen, kräftigen Rundstahlsäule erfolgt durch zwischengelagerte Elfenbeinstücke in der Weise, daß eine Wärmeleitung vom Rahmen oder vom Strahlungsschutzrohr ausgeschlossen ist. Das freie Ende des Thermometeringens ist ebenso wie das Bourdonrohr fest mit einem hart gehämmerten Neusilberarme *T* versehen, der dessen Bewegungen vergrößert und diese mit einer feinen Spitze auf der Rußfläche der Registriertrommel aufzeichnet. Die Thermographenfeder bewegt sich unter der des Barographen fort, sodaß eine Kollision beider ausgeschlossen ist. Die kurze Basisfeder *C* ist am Rahmen befestigt. Eine Abstellvorrichtung *A* gestattet, die drei Federn von der Schreibfläche fernzuhalten. Die Uhr und die sie umgebende Registrierfläche ist mittels eines leichten Aluminiumkastens gegen den Regen und gegen Berührung ausreichend geschützt. Das Strahlungsschutzrohr ist 70 mm lang und überragt das Thermometer um 50 mm, sodaß dieses erst bei einem Höhenwinkel von gegen  $70^\circ$  von der Sonne getroffen werden könnte. Bei der horizontalen Lage der Schreibfederarme bewirkt deren Gewicht, daß selbst dann eine Berührung der Rußfläche erfolgt, wenn die Federung und damit die Reibung an der Schreibfläche eine geringe ist; in dem gleichen Sinne wirkt bei dem Aufsteigen des Ballones der Druck der gegen ihre Fläche gepreßten Luft. In An-

der des Barographen fort, sodaß eine Kollision beider ausgeschlossen ist. Die kurze Basisfeder *C* ist am Rahmen befestigt. Eine Abstellvorrichtung *A* gestattet, die drei Federn von der Schreibfläche fernzuhalten. Die Uhr und die sie umgebende Registrierfläche ist mittels eines leichten Aluminiumkastens gegen den Regen und gegen Berührung ausreichend geschützt. Das Strahlungsschutzrohr ist 70 mm lang und überragt das Thermometer um 50 mm, sodaß dieses erst bei einem Höhenwinkel von gegen  $70^\circ$  von der Sonne getroffen werden könnte. Bei der horizontalen Lage der Schreibfederarme bewirkt deren Gewicht, daß selbst dann eine Berührung der Rußfläche erfolgt, wenn die Federung und damit die Reibung an der Schreibfläche eine geringe ist; in dem gleichen Sinne wirkt bei dem Aufsteigen des Ballones der Druck der gegen ihre Fläche gepreßten Luft. In An-

betracht der verhältnismäßig geringen Amplitude der Federbewegung auf der nur 30 mm breiten Schreibfläche hatte ich zunächst beabsichtigt, die Kurven durch eine photographische Vergrößerung für die Auswertung bequemer zu machen, und hatte deshalb eine Glimmerplatte als Unterlage des Rußes gewählt: die in der Durchsicht glasklare Kurve ist sehr gut geeignet, um mittels eines einfachen Tageslichtvergrößerungsapparates auf Bromsilberpapier in beliebigem Betrage vergrößert zu werden. Ich bin jedoch von diesem Verfahren wieder abgegangen, da es sich herausgestellt hat, daß die äußerst feinen und scharfen Kurven mit Hilfe einer Lupe ohne alle Schwierigkeit ausgewertet werden können: so lag kein Grund vor, an Stelle der erheblich glatteren Metallfolie eine Glimmerplatte zu nehmen, die außer etwas stärkerer Reibung noch den Nachteil besitzt, daß von ihrer Oberfläche der Ruß infolge einer Benetzung durch Wasser leichter abgespült wird als von der Aluminiumfolie, die bei längerem Liegen im Freien unter dem Einflusse feuchter Luft oder einer Regenbenetzung eine Art von „Selbstfixierung“ erfährt, welche die Kurven sichtbar erhält. Das Thermogramm ergibt für den Meßbereich von  $100^{\circ}$  30 mm, das Barogramm für 800 mm Druckänderung ebensoviel, sodaß auf einen Grad 0,33 mm und auf ein Druckmillimeter 0,0375 mm entfallen, Beträge, welche bei der Reinheit der Kurven mittels einer Lupe noch mit ausreichender Genauigkeit ausgemessen werden können. Da eine Trommelumdrehung einem Wege von 182 mm entspricht und in einer Stunde ein solcher von 60 mm zurückgelegt wird, reicht die Registrierfläche für drei Stunden aus, ohne eine Durchkreuzung der Kurven nötig zu machen. Nach Beendigung eines Umlaufes wird die Uhr automatisch angehalten, sodaß eine nachträgliche Verschmierung der Kurven vermieden wird.

Der Apparat ist im Umfange seines Rahmengestells mit einem 110 mm hohen Kasten aus dünnem, hochpoliertem Neusilberblech umgeben (Fig. 175), der das Thermometerschutzrohr noch um 15 mm überragt und oben und unten völlig offen ist, sodaß eine ungehinderte Ventilation seiner Wandungen sowie des Barometers und Thermometers in einer deren beiden Seitenflächen parallel verlaufenden Richtung stattfindet; da diese Teile bei aufsteigender wie absteigender Bewegung des Ballones dem Luftstrom ihre schmalen und zugeschärften Kanten entgegenstellen, ist die Entstehung von Wirbeln ausgeschlossen; dabei findet eine ausgedehnte Flächenberührung mit der vorbeistreichenden Luft statt. Von der Hinzufügung eines Haarhygrometers wurde bei diesem Apparat abgesehen, obwohl ein mit einem solchen versehenes Exemplar konstruiert worden war. Bei der bekannten Unsicherheit des Haarhygrometers, besonders bei tiefen Temperaturen, die Kleinschmidt nachgewiesen hat, habe ich es vorgezogen, auf die Registrierung der relativen Feuchtigkeit zu verzichten, zumal die Gefahr von gegenseitigen Störungen der Federn bei den kleinen Ausmaßen des Apparates schwer zu beseitigen wäre. Der Apparat wird, wie Fig. 175 zeigt, in einem Kugelkörbchen aus dünnen Rohrstäben befestigt, das durch eine 2 m lange Schnur an dem Fallschirm aufgehängt wird. Um die bei dem schnellen Aufsteigen eines Gummiballones durch den Luftwider-

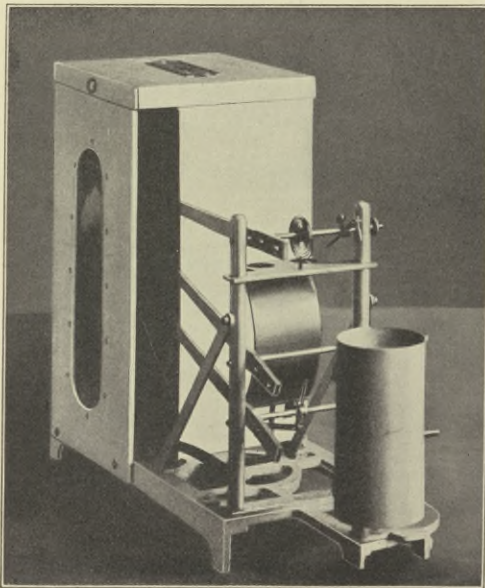
Fig. 175.



stand hervorgerufenen vertikalen Bewegungen des Apparates abzuschwächen, wird dicht über demselben ein kurzes Stück Gummischlauch eingeschaltet, das aber bei der Freilassung des Ballones nicht angespannt werden darf. Der Apparat wiegt mit Nickelpapierhülle und Schutzkörbchen nebst „Belohnungsplakat“ und einem in einem Pergamentumschlage steckenden Briefe, der Anweisungen über die Behandlung des Apparates und sonstige Maßnahmen enthält, 320 g. Er wurde, wie in allen ähnlichen Fällen, in einem ersten Exemplar nach den Angaben und unter der Aufsicht des Berichterstatters durch den etatsmäßigen Mechaniker des Observatoriums Klose ausgeführt und nach eingehender Untersuchung und mannichfacher Verbesserung dem Mechaniker Bernhard Bunge in Berlin SO, Oranienstraße 20, zur fabrikmäßigen Herstellung übergeben.

Der Registrierapparat Hergesell-Bosch ist in Fig. 176 abgebildet und bedarf keiner näheren Beschreibung; das Thermometergefäß ist bis auf die ihm

Fig. 176.

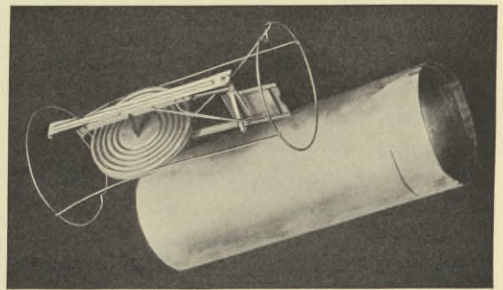


Registrierapparat für Sondierballone nach Hergesell-Bosch.

fehlende Vergoldung das gleiche wie bei dem Assmannschen Apparate, ebenso das Bourdonbarometerrohr. Er hat ein in der Figur nicht sichtbares, aus einem einzigen Haare bestehendes Hygrometer.

Das Extrem der Leichtigkeit stellt der in Fig. 177 abgebildete Registrierapparat von Dines dar, dessen Registrierungen auf der rechts sichtbaren

Fig. 177.



Registrierapparat für Sondierballone nach Dines.

kleinen Metallplatte von Briefmarkengröße erfolgen, zu deren Auswertung ein besonderes Mikroskop erforderlich ist. Die allzu leichte Bauart dieses Apparates und der allein durch ein Aluminiumrohr bewirkte, offenbar unzureichende Schutz gegen Sonnenstrahlung erscheint nicht geeignet, die Zuverlässigkeit seiner Angaben zu gewährleisten: mehrere mit ihm in Lindenberg ausgeführte Aufstiege haben zu keinem Ergebnis geführt, da die Apparate ausnahmslos verloren gegangen sind. Bei den in England erfolgenden zahlreichen Aufstiegen wird, wie dort üblich, ausschließlich dieser englische Apparat benutzt, dessen Zuverlässigkeit ohne weiteres angenommen wird. Eine methodische Vergleichung desselben mit den in anderen Ländern üblichen Apparaten erscheint deshalb äußerst notwendig.

Der Inversionsindikator nach Assmann soll die Höhenlage und Temperatur der „oberen Inversion“ oder „unteren Grenze der Stratosphäre“ in denjenigen

Fällen anzeigen, in denen auf die Wiederauffindung eines mit einem Gummiballone emporgeschickten Registrierapparates nicht zu rechnen ist, wie bei Polar-Expeditionen und in anderen unzugänglichen Gebieten. Die Konstruktion, die einem ähnlichen Plane von Sigsfeld entsprungen ist, beruht darauf, daß durch Entzündung von Rauchpatronen verschiedener Färbung große weithin sichtbare Rauchwolken erzeugt werden, einerseits sobald die Temperatur zu steigen beginnt, andererseits wenn eine oder mehrere vorher bestimmte Temperaturen erreicht sind. Wird z. B. bei einer Temperatur von  $-40^{\circ}$  eine Rauchwolke entsprechender Färbung erscheinen, deren Höhenlage man wie bei den einfach visierten Pilotballonen aus der bekannten Aufstiegs geschwindigkeit und der verflossenen Zeit ermittelt, nach einiger Zeit eine andere für  $-50^{\circ}$  geltende Rauchwolke, eine weitere für  $-55^{\circ}$  aber ausbleiben, so würde man daraus schließen können, daß dort eine Isothermie zwischen  $-50$  und  $-55^{\circ}$  liegt, die sich aber als Inversion herausstellt, sobald das für Temperaturzunahme gültige Signal, z. B. ein bengalisches Feuer, erscheint. Die entsprechenden Kontakte eines Trockenelementes werden durch ein größeres löffelförmiges Bimetallthermometer geschlossen. Die mit Glühlampen angestellten Versuche haben ein zufriedenstellendes Ergebnis geliefert, das auch auf der Wiener Konferenz der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt im Mai 1912 demonstriert wurde. In Anbetracht der Gefahren, die bei praktischer Erprobung des Apparates über einem bewohnten Lande bestehen, insofern bei vorzeitigem oder zu spätem Eintreten der Zündungen leicht ein Brand entstehen könnte, haben weitere Versuche bisher nicht stattgefunden. Einer später von Mr. Cave in London ergangenen Bitte um Überlassung eines derartigen Instrumentes glaubte ich bei den damaligen guten Beziehungen zu den englischen Fachgenossen entsprechen zu sollen, wobei ich den Vorschlag machte, den Apparat auf hoher See auszuprobieren, wo höchstens die Walfische in Gefahr gebracht würden. Infolge der veränderten Verhältnisse sind keine Nachrichten über den Apparat eingegangen.

#### Anleitung zur Prüfung des Assmannschen Registrierapparates für Sondierballone.

Die wichtigste Anforderung, die man an einen Registrierapparat zu stellen hat, der, dem kontrollierenden Auge des Beobachters entrückt, in Höhen emporgeschickt wird, die diesem wohl für immer unerreichbar bleiben werden, und der somit den Beobachter ersetzen soll, ist die tunlichste Zuverlässigkeit seiner Aufzeichnungen. Ein Registrierapparat ist aber, wie der Beobachter, ein Individuum und besitzt ebenso „persönliche Fehler“, deren sorgfältige Ermittlung, abgesehen von der Zuverlässigkeit der Konstruktion, das alleinige Mittel darstellt, um die Korrektheit der Aufzeichnungen zu sichern. Am Aeronautischen Observatorium ist deshalb dieser Aufgabe stets die größte Sorgfalt zugewendet worden, und eine besondere Anleitung für die Prüfung wurde im amtlichen Auftrage durch den Observator Dr. Reger ausgearbeitet, die im Wortlaute hier folgen möge.

Die kleinen Ausmaße, in denen die Registrierung beim Apparat erfolgt, verlangen nicht nur bei der Auswertung, sondern auch bei der vorhergehenden Prüfung große Sorgfalt. Vor allem ist darauf zu sehen, daß der Apparat schon vor der Prüfung in gebrauchsfertigem Zustande ist, und daß zwischen Prüfung und Aufstieg auch nicht die geringste Änderung mehr erfolgt. Thermometer und Barometer müssen gut befestigt sein. Es ist schon vorher dafür zu sorgen, daß



die beiden Federn auch bei veränderter Lage nicht in Kollision miteinander geraten können. Wenn die Gefahr einer solchen besteht, so sind die Federn schon vor der Prüfung dementsprechend zu biegen. Beim Thermometer ist auch darauf zu achten, daß der Schreibhebel (Feder) bei tieferen Temperaturen nicht mit dem Strahlungsschutz in Berührung kommt, daß also letzterer genügend ausgeschnitten ist.

Die sämtlichen Federn sind schon vor der Prüfung daraufhin zu untersuchen, ob ihre Reibung auf der Registriertrommel nicht zu groß oder zu gering ist. Sehr wichtig ist endlich, daß die Trommel senkrecht auf der Drehungsachse sitzt, damit die Abwicklung der Basislinie eine gerade Linie liefert. Man erkennt das daran, daß die Trommel überall gleichweit vom Uhrande absteht.

Etwa zwei Tage vor der Prüfung selbst bringt man den Apparat unter den Rezipienten der Luftpumpe und erniedrigt den Druck so tief wie möglich, am besten sogar zweimal mit dazwischen liegender Pause, damit das Bourdonrohr an Steifigkeit verliert, und dadurch die elastische Nachwirkung verringert wird. Die Prüfung selbst erfolgt am besten ein oder zwei Tage vor dem Aufstiege. Es ist dringend zu empfehlen, zuerst die Temperaturprüfung vorzunehmen. Sie geschieht wie gewöhnlich im Alkoholbade, das durch Kohlensäureschnee unter fortgesetztem Durchmischen durch Rühren mit dem Alkoholthermometer bis gegen  $-70^{\circ}$  abgekühlt wird. Stufen von  $10$  zu  $10^{\circ}$  genügen, da die Ausschläge sich nahezu proportional den Temperaturdifferenzen ändern. Das Bourdonrohr, welches dabei von selbst in das Bad eintaucht, und dessen Feder natürlich auch mitschreiben muß, liefert gleichfalls mit den Temperaturstufen veränderliche Ausschläge. Diese geben die Werte für die Aufstellung einer Korrektionsformel zum Barometer. Man hat deshalb darauf zu sehen, daß auch die Barometerfeder einwandfrei und brauchbar registriert.

Nachdem das Instrument durch Trocknen auf die Zimmertemperatur gebracht ist, kann man sogleich zur Druckprüfung unter dem Rezipienten übergehen. Nach Ablesung des augenblicklichen äußeren Druckes entleert man den Rezipienten in Stufen von  $50$  mm bis auf etwa  $50$  mm Druck. Bei jeder Stufe ist eine Pause von vier bis fünf Minuten zu machen und am Rezipienten etwas zu klopfen. Ebenso klopft man am Quecksilberbarometer vor der Ablesung, damit die Kuppe gleichmäßig wird. Für die Druckprüfung empfiehlt sich ganz vorzüglich die Gaede-Kapselluftpumpe von Leybold in Köln (Fig. 41, S. 59).

Das Zurückgehen vom tiefsten Druck bis zum äußeren Druck soll ungefähr ebenso lange dauern als in der Praxis der Abstieg des Apparates aus jener Druckhöhe bis zum Boden dauert, d. h. im Durchschnitt eine Stunde. Man hat ungefähr dieses Tempo, wenn man in  $50$  mm-Stufen zurückgeht und für jede Stufe etwa vier Minuten verwendet (davon eine Minute Einlassen von Luft, drei Minuten Wartezeit). Diese Eichung beim Zurückgehen ist nachher für die Auswertung des Registrierballonabstieges brauchbar. Je nach der Beschaffenheit des Bourdonrohres weicht sie mehr oder weniger von der ersteren Eichung bei abnehmendem Druck ab.

Die Prüfungskurven werden nun von der Trommel abgenommen und mit Spirituslack fixiert. Die Trommel wird für den Aufstieg wieder neu bezogen. Nun muß aber das Instrument nochmals unter den Rezipienten und in das Kältebad. Bei Auswertung einer Registrierung sind nämlich zwei gleichzeitig mit Temperatur- und Druckfeder gemachte Marken nötig, die über das ganze Feld reichen, damit man überall auf der Registrierung zusammengehörige Punkte von

Druck und Temperatur bestimmen kann. Da aber die Schreibfedern in starrer Verbindung mit den Registrierelementen sind, so können die Marken einwandfrei und ohne Beschädigung der Elemente nur durch Druck- und Temperaturerniedrigung gemacht werden. Man muß dabei die Trommel so fest klemmen, daß auch der sogenannte „tote Gang“ ausgeschaltet ist, damit die Marken auch wirklich gleichzeitig werden. Vorteilhaft ist es, sie an eine Stelle der Trommel zu bringen, die voraussichtlich die Mitte der nachherigen Registrierung wird, damit man beim Abstechen weder vom Anfang noch vom Ende zu weit entfernt ist.

Es erübrigt nun noch, die Prüfungsergebnisse graphisch darzustellen, d. h. die Eichkurven zu zeichnen. Die Ablesungen am Prüfungsthermometer sind zuerst mit den eventuellen Korrekturen zu versehen. Sodann mißt man auf der Registrierung die senkrecht zur Basislinie genommenen Ordinaten ab, welche zu den einzelnen Temperaturwerten gehören. Hierzu ist ein zuverlässiger Millimetermaßstab und eine Lupe nötig, da auf Zehntelmillimeter abgelesen werden muß. In gleicher Weise wird bei der Druckprüfung verfahren. Die am Quecksilberbarometer abgelesenen Werte sind auf 0° zu reduzieren. Eine zweckentsprechende graphische Darstellung der beiden Prüfungsregistrierungen erhält man durch fünffache Vergrößerung der Ordinaten, sodaß also ein tatsächlicher Ausschlag von 1 mm gleich 5 mm auf der Eichkurve wird. Für die als Abszissen aufzutragenden Temperatur- und Druckwerte nimmt man am besten Abstände von 10 mm pro 2° C bzw. 20 mm Hg.

Gegen Temperatureinflüsse sind auch die Bourdonbarometer nicht vollständig kompensiert: die bei einem Aufstiege registrierten Druckwerte bedürfen daher einer Reduktion, für welche Hergesell und Kleinschmidt die Formel:  $dp = -\Delta T (A - 0.00046 p)$  aufgestellt haben. Dabei bedeutet  $dp$  die anzubringende Korrektur,  $\Delta T$  die Differenz zwischen Lufttemperatur und Eichungstemperatur des Barometers,  $p$  den jeweiligen Druck. 0.00046 ist eine Instrumentalkonstante, die für den Assmannschen Apparat immer die gleiche bleibt,  $A$  eine bei jeder Prüfung zu ermittelnde Konstante.

Man sieht im Verlaufe der Temperaturprüfung, daß bei jeder Temperaturerniedrigung auch die Druckfeder einen kleinen Ausschlag macht, obwohl der Druck ungeändert bleibt. Diese Ausschläge rühren eben davon her, daß das Barometer gegen Temperatureinfluß nicht unempfindlich ist. Sie setzen uns instand, die Konstante  $A$  in obiger Formel zu bestimmen. Die Auflösung nach  $A$  ergibt:

$$A = -\frac{dp}{\Delta T} + 0.00046 p.$$

Dabei ist  $dp$  die kleine Druckdifferenz gegen den eben herrschenden Luftdruck  $p$ ,  $\Delta T$  die dazu gehörige Temperaturdifferenz gegen die Anfangstemperatur. Die für jede Temperaturstufe ermittelten  $A$  müßten streng genommen übereinstimmen. Aber in der Praxis ergibt sich, daß sie es erst bei hinlänglich großem  $\Delta T$  tun. Wenn man nicht eine andere Korrektionsformel wählen will, so muß man die Konstante  $A$  eben bei möglichst großen Temperaturdifferenzen ermitteln.

Die Auswertung der Registrierkurven erfolgt, nachdem die Rußschicht mittels eines Spirituslacks „fixirt“ ist, in der Weise, daß mittels der Schreibfedern an allen charakteristischen Punkten derselben Bogen für die Druck- und die Temperaturkurven geschlagen und diese mit identischen Ziffern numeriert werden.

Danach werden, wie auf S. 170 u. f. für den Marvinapparat genauer beschrieben, die Abstände dieser Punkte von der Null- oder Basislinie mittels einer Lupe sorgfältig abgemessen und an der Hand der Eichkurven des gleichen Apparates deren ziffernmäßige Werte ermittelt.

### Die Pilotballonaufstiege.

Unter der Bezeichnung „Pilotballon“ versteht man einen meist kleineren Ballon, welcher, ohne irgend einen Apparat zu tragen, zu dem Zwecke aufsteigt, um die Richtung und die Geschwindigkeit des Windes in den von ihm durchmessenen Höhen zu bestimmen, was mit Hilfe einer dauernden Visierung durch Winkelmeßinstrumente geschieht. Nachdem in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts durch P. Schreiber in Chemnitz, Kremser und v. Sigsfeld in Berlin Papierballone von etwa 1 m<sup>3</sup> Inhalt hierzu benutzt worden waren, deren scheinbare Durchmesser zur Ermittlung ihrer Entfernung vom Aufstiegsorte während des Fluges festgestellt wurden, verwendet man nach der Einführung der Gummiballone nahezu ausschließlich solche für diesen Zweck. Der Gebrauch des Pilotballones ist natürlich auf „sichtiges“ Wetter beschränkt, und, wenn es sich um größere Höhen handelt, auch auf die Abwesenheit einer geschlossenen oder wenig durchbrochenen niedrigen Wolkendecke: letzteres aus dem Grunde, weil ein bei größerer Entfernung schon schwer wahrnehmbarer Ballon kaum wieder aufzufinden ist, wenn er auf einige Zeit in einer Wolke verschwunden war.

Außer der rein praktischen Zwecken dienenden Ermittlung der horizontalen Luftbewegung in größerer Erstreckung der Atmosphäre glaubte man auch aus diesen Feststellungen wichtige Folgerungen über den Bau, die Anordnung und Fortbewegung der atmosphärischen Wirbel ziehen zu können, da durch die Bahn eines den Luftströmungen widerstandslos folgenden Ballones jedes Druckgefälle in subtilster Weise sichtbar gemacht wird. Ferner aber lag es nahe, außerdem noch Aufschluß über die in anderer Weise kaum feststellbaren Vertikalbewegungen der Luft zu erhalten, um auf diese Weise in die noch wenig bekannten dynamischen Vorgänge der Atmosphäre und ihre Wirkungen auf die Kondensation des Wasserdampfes zu Wolken und Niederschlägen Licht zu bringen und auf diesem Wege auch der Witterungsprognose ein wertvolles neues Hilfsmittel zu verschaffen.

Das im vorhergehenden Abschnitte über Gummiballone im allgemeinen Gesagte findet natürlich auch im wesentlichen für die Pilotballone Anwendung; Näheres möge man in der gründlichen Untersuchung von Prof. Tetens „Gummipilotballons“ im VI. Bande der „Ergebnisse der Arbeiten des Kgl. Aeronautischen Observatoriums“ (1910), S. 191 bis 206 der Abhandlungen einsehen, in der außer durch Tabellen auch durch graphische Darstellungen alle in Betracht kommenden Verhältnisse in einer für den praktischen Gebrauch bequemen Weise erläutert worden sind. Hier seien nur die wesentlichsten Punkte kurz besprochen.

Da der Pilotballon außer seinem eigenen kein weiteres Gewicht zu tragen hat, bemißt man seine Wasserstofffüllung dermaßen, daß er eine tunlichst große Höhe erreicht, ehe er platzt. Die Grenze des Aufsteigens hängt natürlich von dem Gewichte des Ballones bzw. von der Masse des in seiner Hülle befindlichen Gummis ab, insofern als das Verhältnis zwischen dem Flächeninhalt und dem kubischen Inhalt eines Ballones mit der Zunahme des Ballongewichtes immer günstiger wird: ein Gummiballon von 0.2 mm starker Platte und 10 g Gewicht

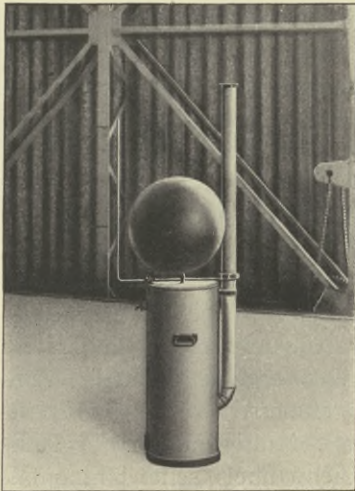
braucht, um sich selbst zu tragen, 9.1 Liter Wasserstoffgas; mit diesem Quantum gefüllt, erhält er einen Durchmesser von 26 cm und einen Flächeninhalt von 0.21 m<sup>2</sup>; danach wiegt 1 m<sup>2</sup> der Hülle, das bei einer Plattendicke von 0.2 mm 187.0 g beträgt, jetzt nur noch 47.7 g und ihre Plattendicke ist auf 0.051 ( $\frac{1}{19.6}$ ) mm von 0.2 mm herabgegangen. Dagegen braucht ein Ballon von 100 g Gewicht und gleicher Plattendicke 91 Liter Gas, um sich zu tragen, die ihm einen Durchmesser von 55.8 cm und einen Flächeninhalt von 0.98 m<sup>2</sup> geben: 1 m<sup>2</sup> der Hülle wiegt dann 102 g und ihre Plattendicke ist nur auf 0.11 ( $\frac{1}{9}$ ) mm herabgegangen. Unter gleichen Elastizitätsverhältnissen des Gummis wird er daher in erheblich größerer Höhe platzen als der kleinere Ballon. Hierzu treten noch die Anforderungen, die man an die Steiggeschwindigkeit des Ballones zu stellen beabsichtigt, nach denen die Tragkraft, d. h. der Füllungsgrad des Ballones bemessen werden muß: mit der stärkeren Füllung ist aber eine weitere Verdünnung der Platte verbunden, die naturgemäß das durch das Platzen des Ballones begrenzte Höhenergebnis herabsetzt. In vielen Fällen, in denen die Erreichung größerer Höhen zwecklos wäre, da eine geschlossene Wolkendecke in der Höhe von einigen tausend Metern jede weitere Visierung ausschließen würde, bedient man sich der Kostenersparnis wegen leichter Ballone.

Hergesell, der, wie oben bei den Registrierballonen bereits erwähnt wurde, zuerst die physikalischen Grundlagen eines Gummiballonaufstiegs untersuchte, hatte gefunden, daß sich in ruhender Luft die Aufstiegs geschwindigkeit bei einem solchen nur in sehr geringem Betrage ändert. Durch Versuche hat er dann eine einfache Beziehung der Tragkraft  $A$  und des Gewichtes  $B$  des Gummiballones zu der Aufstiegs geschwindigkeit  $v_0$  ermittelt, die Tetens in seiner oben zitierten Arbeit durch die Formel  $u_0 = 0.063 v_0 + 0.045 v_0^2$  ausdrückt, in der  $u_0$  die von Hergesell verwandte Funktion bedeutet. Bemißt man nun die Verhältnisse von Tragkraft und Ballongewicht dermaßen, daß man die Aufstiegs geschwindigkeit in bequemen runden Werten in Sekundenmetern erhält, so ergeben beliebige Zeitintervalle des Aufstiegs unmittelbar den in ihnen durchmessenen Weg, also die relative Höhe des Ballones, und man kann nun durch Multiplikation der Höhe mit der Kotangente des gleichzeitig beobachteten Höhenwinkels seine horizontale Entfernung, demnach seine horizontale Geschwindigkeit während des Zeitintervalls ermitteln. Mit Hilfe der von Prof. Tetens berechneten, im VII. Bande der „Arbeiten des Observatoriums“, 1911, veröffentlichten Tafeln, die das Zehn- bis Hundertfache der Tangenten und Kotangenten für jeden Zehntelgrad geben, läßt sich diese Rechnung schon während der Verfolgung des Ballones leicht ausführen. Auf diese Weise ist es möglich, mit einem einzigen Winkelmeßinstrumente die Ballonbahn festzulegen, indem man durch die Ablesung der Azimutalwinkel, die von der Nordrichtung aus über den ganzen Kreis gezählt werden, zugleich deren Richtung ermittelt. So muß z. B. ein Ballon von 22 g Gewicht bis zu einer Tragkraft von 43.1 g gefüllt werden, um eine Aufstiegs geschwindigkeit von 2 m p. s., also 120 m in der Minute zu erhalten; ein Ballon von 50 g Gewicht bedarf hierzu einer Tragkraft von 56.4 g, ein solcher von 100 g Gewicht von 71.0 g. Um ihn mit 3 bzw. 4 m p. s. (180 bzw. 240 m in der Minute) steigen zu lassen, bedarf ein Ballon von 50 g Gewicht einer Tragkraft von 146.5 bzw. 288.3 g, ein solcher von 100 g Gewicht von 163.9 bzw. 298.3 g. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, außer dem leicht zu ermittelnden Ballongewichte auch die Tragkraft festzustellen, mit welcher der Aufstieg erfolgt.

Technik der Pilotballonaufstiege.

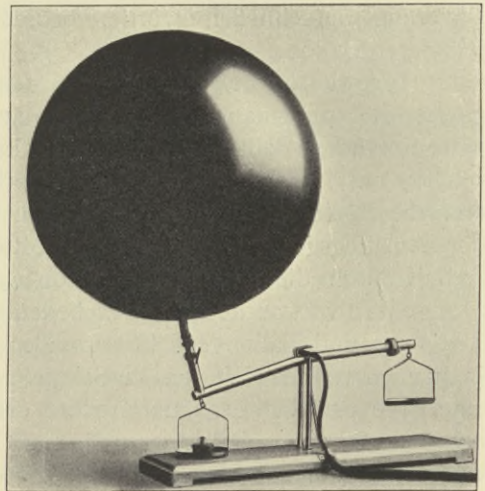
Für die Füllung ist tunlichst reines Wasserstoffgas erforderlich, da jede Verminderung der Tragkraft desselben durch eine größere Menge, also stärkere Ausdehnung der Ballonhülle bei dem Beginn des Aufsteigens ausgeglichen werden muß, und deshalb eine geringere Höhe erreicht würde. Da die meisten Ballone einen Druck von 60 bis 100 mm Wassersäule für die Füllung nötig haben, um die Elastizität des Gummis zu überwinden, verwendet man am besten elektrolytisch erzeugtes Wasserstoffgas, das in Stahlflaschen komprimiert ist und durch ein Reduzierventil unter mäßigem Überdruck ausgelassen wird. In Gegenden oder Orten, wo komprimiertes Gas nicht zu haben ist, verwendet man am bequemsten den von der Firma Richard Gradenwitz in Berlin hergestellten Gaserzeuger aus Calciumhydrür, das zum Preise von 6 bis 7 *M* pro Kilogramm von den chemischen Fabriken zu erhalten ist. In Anbetracht des hohen Preises wird man, da 1 kg

Fig. 178.



Calciumhydrür-Gaserzeuger nach Gradenwitz.

Fig. 179.



Gas-Füllwage nach Dr. de Quervain.

Calciumhydrür 1 m<sup>3</sup> Wasserstoffgas ergibt, vermeiden, mit größeren Ballonen zu arbeiten: da für einen Ballon von 50 g Gewicht 45,6 Liter zum Heben des eigenen Gewichtes und für seine Tragkraft von 56,4 g 51 Liter Wasserstoffgas, zusammen also 102 Liter erforderlich sind, um mit 120 m p. m. zu steigen, betragen die Füllungskosten nur etwa 60 bis 70 ⚡; für einen Ballon von 100 g Gewicht und 240 m p. m. Aufstiegsgeschwindigkeit, der hierzu 363 Liter nötig hat, aber schon 2,36 *M*. Das Calciumhydrür bewahrt man für längere Transporte am besten unter Petroleum in gut verlöteten Blechbüchsen auf. Fig. 178 zeigt diesen Gaserzeuger und seinen Gebrauch: der Kessel desselben wird bis zum Niveau des links sichtbaren kleinen Überlaufhahnes mit gewöhnlichem Wasser gefüllt, und das Calciumhydrür in nußgroßen Stücken von oben in das an ihm angebrachte Druckrohr eingeworfen, das am unteren Teile in geneigter Richtung in den Kessel führt, sodaß die eingeworfenen Stücke auf den Boden desselben hinabgleiten, wo sie unter stürmischer Entwicklung das Wasserstoffgas erzeugen und es in den über dem Wasser befindlichen Raum und durch

den am Deckel befindlichen Stützen in den an ihm festgebundenen Gummiballon eintreten lassen. Um das Eindringen von Wasser in den Ballon auszuschließen, ist ein horizontales Drahtsieb in den Kessel eingefügt. Mittels eines horizontal verschiebbaren Maßstabes mißt man den Durchmesser des Ballones, indem man ihn leicht an die Kante des Steigrohres andrückt und ihn an der gegenüberliegenden Stelle mit der Meßplatte in Berührung bringt. Natürlich könnte man das Gas auch mittels eines Gummischlauches auf die gleich zu beschreibende „Füllwage“ überleiten und so die Tragkraft direkt ermitteln, während ohne eine solche aus dem festgestellten Durchmesser sein Inhalt und unter Berücksichtigung der Tragkraft des Gases und des bekannten Gewichtes des Ballones dessen Tragkraft zu berechnen ist. Diesen Umweg vermeidet man durch die Benutzung der von Dr. de Quervain in Zürich konstruierten „Füllwage“, wie sie durch Fig. 179 dargestellt wird.

Ein aus einem Messingrohre, das an einer Seite geschlossen ist, bestehender Wagebalken ist auf einer Schneide empfindlich gelagert und trägt an seinem Drehpunkte ein horizontales Schlauchmundstück, über das ein nicht zu kurzer und möglichst weicher Gummischlauch gezogen ist, der mit dem Reduzierventil der Gasflasche, eventuell auch mit dem Gaserzeuger verbunden ist. An dem einen Ende des Wagebalkens sitzt ein zweites Schlauchmundstück mit Hahn, das gut konisch eingeschliffen und durch einen Bayonetverschluß abgedichtet ist und samt dem Hahne vom Wagebalken leicht abgenommen werden kann. Nachdem man durch kurzes Öffnen der Gasflasche die in dem Schlauche und Rohre befindliche Luft durch Gas ersetzt hat, befestigt man den durch Zusammenrollen tunlichst von Luft befreiten Gummiballon bei geschlossenem Hahne an dem Wagebalken und ermittelt dessen Gewicht durch Auflegen von Gewichten auf der entgegengesetzten Schale; nachdem diese im Gleichgewichte ist, beschwert man die unter dem Ballone befindliche Schale mit dem für die Tragkraft in Aussicht genommenen Gewichte und öffnet nun das Reduzierventil der Gasflasche vorsichtig, um das Gas nur langsam in den Ballon eintreten zu lassen: dieser richtet sich, nachdem er sein eigenes Gewicht trägt, auf und wird, nachdem die Wage wieder im Gleichgewichte ist, mitsamt dem abgeschlossenen Hahne abgenommen, fest zugebunden und dann vom Mundstück abgezogen. Der gefüllte Ballon wird dann durch einen Gehilfen in die Nähe des Windenhauses getragen und nach Verständigung mit den zur Verfolgung bereiten Beobachtern genau mit einer vollen Minute, die notiert wird, freigegeben. Nun beginnt sofort die Visierung des Ballones mittels eines oder mehrerer Theodoliten, die entweder in der Nähe des Windenhauses auf festen Basisplatten aufgestellt sind, oder von einer oder mehreren der auf S. 83 und 84 beschriebenen und abgebildeten trigonometrischen Stationen.

Die erste Aufgabe ist es, den in den bodennahen Schichten meist starke Seiten- und Vertikalbewegungen ausführenden Ballon tunlichst schnell in das Gesichtsfeld des Theodoliten zu bringen, der zu diesem Zwecke einen Diopter oder „Sucher“ mit großem Gesichtsfelde besitzt. Sobald das gelungen ist, darf ihn der Beobachter nicht mehr aus dem Gesichtsfelde verlieren, sondern muß durch stetes Nachdrehen der Höhen- und Azimutschrauben suchen, ihn stets in möglichster Nähe des Fadenkreuzes zu halten, um ihn tunlichst genau im Momente des durch einige Vorsignale angekündigten akustischen Beobachtungssignales zwischen den Schenkeln des Fadenkreuzes zu haben. Der zweite Beobachter liest die beiden entsprechenden Winkel ab, ehe der visierende Beobachter eine Änderung der Einstellung vorgenommen

hat, und notiert sie in ein vorgerichtetes Blankett. Die Beobachtungsintervalle sind meist halbe oder ganze Minuten. Die Visierung wird beendet, wenn der Ballon nicht mehr sichtbar ist, sei es, daß er in Wolken geraten, oder daß er der Sonne zu nahe gekommen ist, wo eine Beobachtung wegen der zu befürchtenden Blendung des Auges ausgeschlossen ist, sei es, daß er sich zu weit entfernt hat, um noch wahrgenommen werden zu können, oder daß er geplatzt ist. Die bei der Gummiballonmethode mit der Höhe eintretende beträchtliche Durchmesserzunahme erweitert die Sichtbarkeit gegenüber von Ballonen mit unveränderlichem Durchmesser nicht unbeträchtlich. Es ist wiederholt gelungen, sie bis zu Entfernungen von 40 km zu verfolgen. Auf die durch Hergesell und andere angewandte Methode der Benutzung von zwei Ballonen, die durch eine Schnur von bekannter Länge miteinander verbunden sind, oder eines an dem Ballone hängenden größeren Körpers, bei der die scheinbare Länge der Entfernung zwischen diesen beiden gemessen wird, soll hier nicht eingegangen werden, da sie bis zum April 1914, mit dem diese Darstellungen abschließen, am Observatorium nicht zur Anwendung gekommen war.

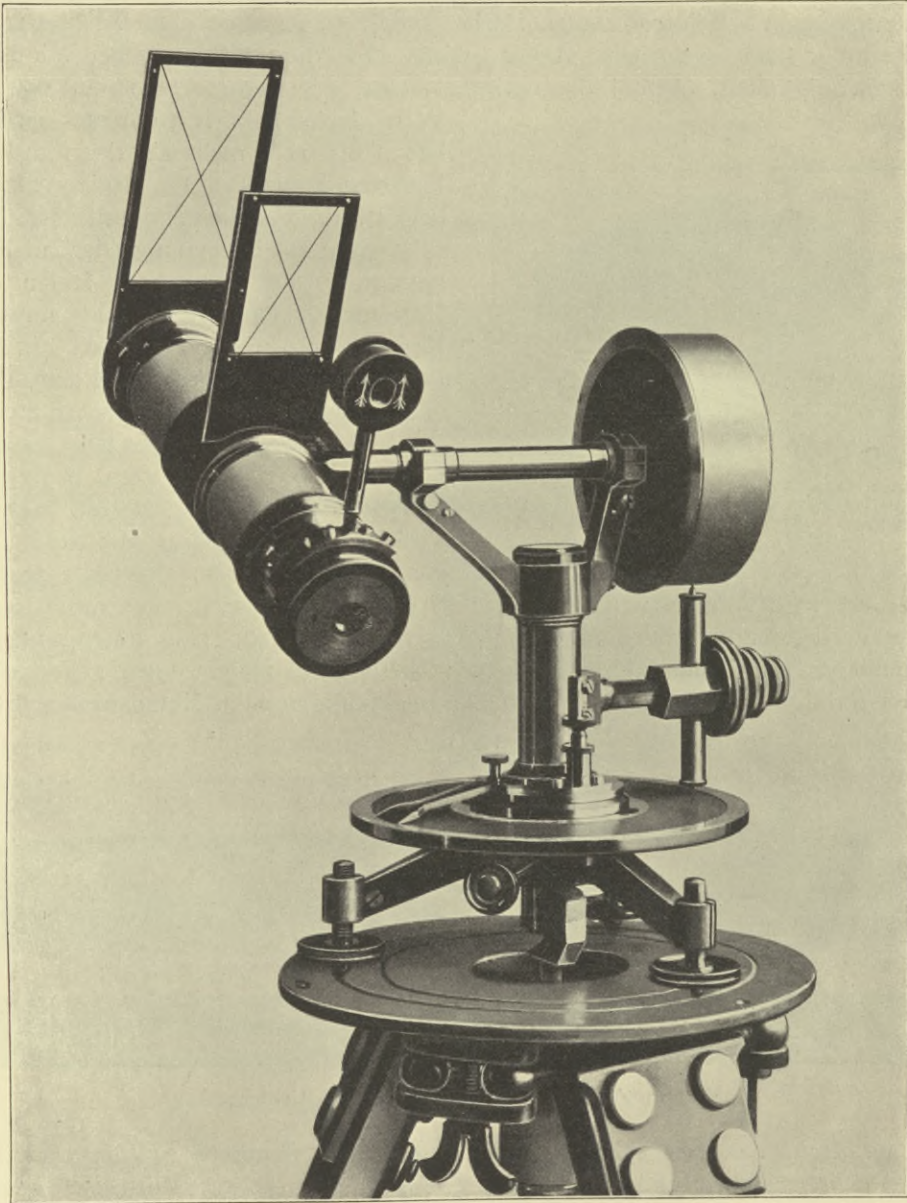
Die Verfolgung der Pilotballone durch Visierung kann, wie oben schon angedeutet, auf Grund der Untersuchungen von Hergesell mit einem einzigen Theodoliten erfolgen, wenn man auf die Ermittlung von Vertikalbewegungen der Luft verzichtet. Diese Beobachtungen erheischen die Verwendung von zwei voneinander tunlichst weit entfernten trigonometrischen Stationen. Auf S. 83 bis 85 sind die am Aeronautischen Observatorium vorhandenen, je 2,7 km voneinander entfernten Stationen besprochen worden; sie sind durch Fernsprecher miteinander verbunden, durch welche auch die Zeitsignale für die streng simultanen Beobachtungen erfolgen, die von der im Windenhouse stehenden, auf S. 76 abgebildeten Uhr elektrisch betätigt werden. Sie bestehen in fünf je um eine Sekunde voneinander getrennten kurzen Tönen, deren letzter mit der vollen halben oder ganzen Minute genau zusammenfällt. Sobald die Beobachter den ersten Ton des in ihrer Nähe aufgehängten Fernsprechers vernehmen, zählen sie „eins“, bringen, weiter mitzählend, den visierten Ballon zwischen die Schenkel des Fadenkreuzes, wo sie ihn bis zur „Fünf“ tunlichst sorgfältig eingestellt halten. In den Zwischenzeiten können die Fernsprecher zur Übermittlung von Anfragen oder Anweisungen zwischen den Stationen dienen. Die Einrichtung von drei Stationen mit identischen Instrumenten, den weiter unten zu beschreibenden großen Bambergischen Theodoliten, ist zu dem Zwecke erfolgt, um je nach der Flugrichtung der Ballone die für die Visierung geeignetste Basislinie benutzen zu können; in der Mehrzahl der Fälle werden die beiden Stationen „Windenhaus“ und „Emilienthal“ benutzt, deren letztere fast genau nördlich von der ersteren liegt, während sich die Station „Feldscheune“ ost-südöstlich vom Windenhouse befindet. Bei den vorherrschend westlichen Winden bleiben die Ballone der Basislinie Windenhaus—Emilienthal ziemlich fern, was der Sicherheit der Beobachtungen förderlich ist. Gelegentlich wurden auch für besondere Zwecke Visierungen an allen drei Stationen ausgeführt.

#### Apparate zur Pilotballonvisierung.

Die wichtigsten Hilfsmittel der Pilotballonvisierung sind die hierzu dienenden Winkelmeßapparate, die Theodoliten, denen deshalb eine eingehendere Beschreibung mit Abbildungen gewidmet werden soll, welche durch den mit den trigono-

metrischen Arbeiten des Observatoriums speziell beauftragten und als früheren Astronomen auch mit besonderer Sachkenntnis tätigen Observator Prof. Dr. Tetens für den Zweck dieses Buches verfaßt worden ist.

Fig. 180.



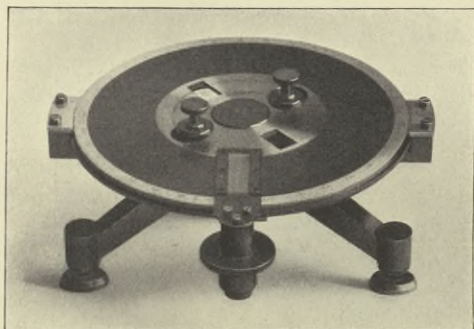
Goniograph von Wurtzel, für Wolken- und Polarisationsbeobachtungen eingerichtet.

1. Goniograph. Dieser Theodolit ist vom Mechaniker Rosenberg in Berlin ausgeführt worden. Ihm lag ein mehrere Jahre früher von Dr. Wurtzel zur Beobachtung von Sternschnuppen konstruiertes primitiveres Instrument zugrunde, das 1897 auf Anregung des Vorstehers des Meteorologischen Observatoriums in



Potsdam, Prof. A. Sprung, zum Zwecke der Pilotballonverfolgung vervollkommnet wurde (Fig. 180). Um dem Fernrohr ein möglichst großes Gesichtsfeld zu geben, wurde ein Kometensucherobjektiv von 1 Zoll Öffnung und ein besonders großes Okular — beides von der Firma Steinheil in München — gewählt. Das Gesichtsfeld beträgt auf diese Weise  $9^\circ$ , die Vergrößerung ist allerdings nur fünffach, sodaß die Verfolgung von Pilotballonen auf sehr große Entfernungen nicht leicht ist. Da das Fernrohr keine gebrochene Achse besitzt, stößt die Verfolgung bei Windstille auf Schwierigkeiten, obwohl die optische Achse des Fernrohres 15 cm von der

Fig. 181.

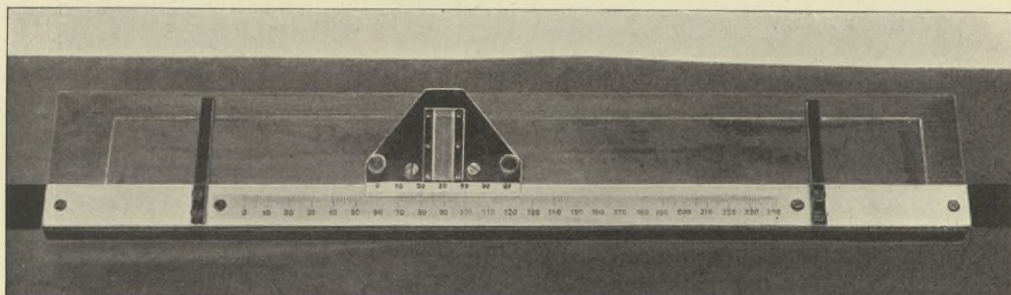


Apparat zur Ableitung der Azimutwinkel am Goniographen.

Vertikalachse des Instrumentes entfernt ist, 5 bis 6 cm mehr als der Rand des Horizontalkreises. Die Horizontalachse liegt 15 cm über dem Azimutkreise. Vorrichtungen zur Klemmung oder zur Feinbewegung des Fernrohres fehlen dem Instrument. Der Hauptgesichtspunkt der Konstruktion war, nur einen einzigen Beobachter für die Verfolgung eines Pilotballones zu benötigen. Falls ein zweiter zur Verfügung steht, oder falls die Verfolgung des Ballones dem Beobachter Pausen zum Ablesen gestattet, kann die Position des Fernrohres mit Notizen an den beiden Kreisen abgelesen werden.

Registriert wird Azimut und Höhenwinkel gleichzeitig durch eine kurze wagerechte Verschiebung zweier Metallspitzen, von denen die eine unten auf eine innerhalb des Horizontalkreises gelegene Scheibe, die andere oben gegen einen zylinderförmig um den Rand des Höhenkreises aufgespannten Metallstreifen drückt

Fig. 182.



Apparat zur Ableitung der Höhenwinkel am Goniographen.

und auf deren beruhten 35 mm breiten Oberflächen deutliche Spuren hinterläßt. Dieses Weiterschieben erfolgt durch eine geringe Drehung einer Mutter; eine neben ihr angebrachte Scheibe mit zwei spiralförmigen Ausschnitten erlaubt es, nach jeder Registrierung die beiden Spitzen etwas zurückzuziehen, um den Ballon dann bis zur nächsten Marke ohne Registrierung weiter zu verfolgen. Besondere Anschläge dienen dazu, vor und nach jeder Beobachtungsreihe die Nullstellung beider Kreise herbeizuführen und zu registrieren. Die beiden am Observatorium vorhandenen Theodoliten sind mit Fadenkreuzen zur Visierung mit bloßem Auge ausgestattet

worden, und zwar der eine für Wolkenmessungen, der andere für Polarisationsmessungen, wozu außer den beiden Fadenkreuzen noch ein Savartsches Polariskop aufmontiert worden ist. Um diese Einrichtungen vorzuführen, ist der schon auf S. 131 (Fig. 118) erwähnte Apparat hier abermals abgebildet. Zum Ablesen der Registrierungen sind zwei Hilfsapparate (Fig. 181 und 182) beigegeben, die es erlauben, bis auf eine Bogenminute genaue Ablesungen zu erhalten, nachdem vorher die berußten Platten durch einen Lacküberzug fixiert worden sind.

2. Ballontheodolit von Dr. de Quervain, konstruiert von J. und A. Bosch. Nachdem auf Anregung von Prof. Hergesell bereits im Jahre 1899 in Straßburg mit gewöhnlichen geodätischen Theodoliten der Sternwarte Ballonvisierungen ausgeführt waren, stellte die Firma J. und A. Bosch dort einige Jahre später nach Angaben des Herrn Dr. de Quervain einen eigens für Pilotballone konstruierten Theodoliten her (Fig. 183). Derselbe besitzt ein Fernrohr mit gebrochener Achse von 4 cm Objektivöffnung, einer 25fachen Vergrößerung und einem Gesichtsfelde von etwa  $1.5^\circ$ ; oberhalb und unterhalb des Objektivs befindet sich je ein knopfförmiges Korn zu einer Visiervorrichtung für das bloße Auge gehörig. Die Teilkreise sind sehr deutlich ablesbar — der Horizontalkreis hat 17 cm Durchmesser, der Vertikalkreis 13 cm —, sie besitzen eine Zahnung mit einer durch Federkraft eingreifenden, aber auch leicht auszuschaltenden Feinbewegungsschraube. Das ganze Instrument ist hoch, leicht und übersichtlich gebaut. Man kann es zum Transport an der den Oberbau tragenden Säule anfassen; die Horizontalachse liegt 23.5 cm über dem Horizontalkreise. Damit der Theodolit in Ausnahmefällen auch von einem einzigen Beobachter benutzt werden kann, was namentlich dann sehr wohl möglich ist, wenn der Pilotballon schon größere Entfernungen und damit geringere scheinbare Beweglichkeit erreicht hat, sind für den Horizontalkreis zwei gegenüberliegende Ablesestellen vorhanden, ebenso ist der Vertikalkreis auf beiden Seiten geteilt.

Fig. 183.

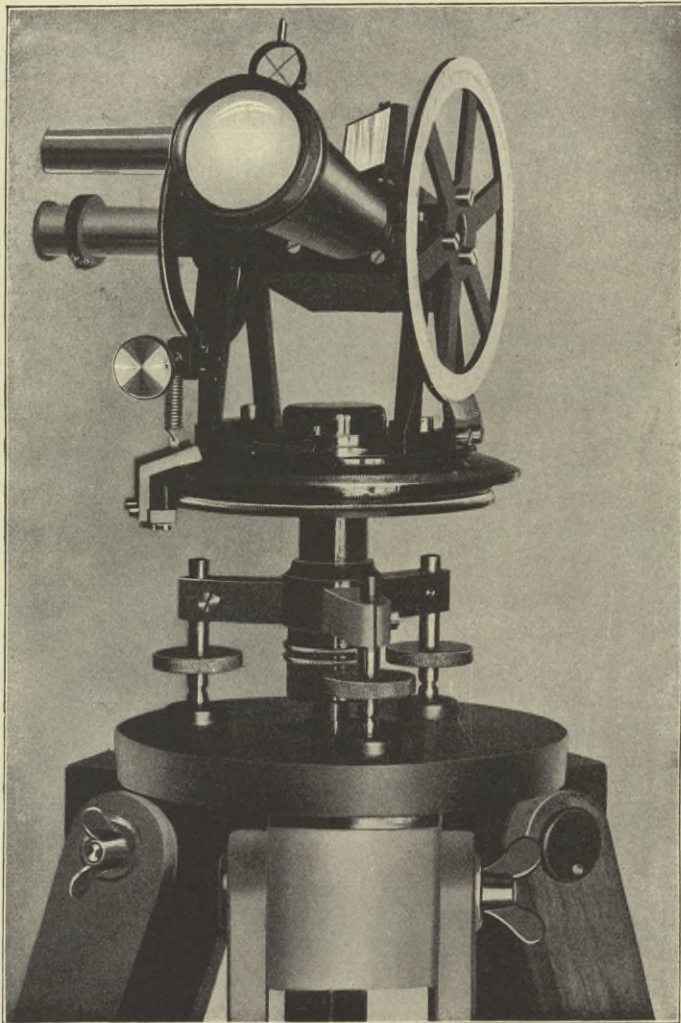


Ballontheodolit von de Quervain-Bosch.

3. Theodolit von Bernhard Bunge. Diese Form der Pilotballontheodoliten (Fig. 184) ist 1908 nach Angaben des Observatoriums konstruiert, seitdem allmählich noch weiter vervollkommenet und bereits in einer beträchtlichen Anzahl von Exemplaren über alle Erdteile verbreitet. Sie zeichnet sich durch gedrängten Bau, Leichtigkeit, bequeme Versandbarkeit und verhältnismäßig niedrigen Preis aus. Die Fußschrauben sind nur 9 cm voneinander entfernt. Die beiden Teilkreise haben 12 cm Durchmesser. Die Horizontalachse liegt 8 cm über dem Horizontalkreise, dessen beide Träger mit ihren kreisbogenförmigen Unterteilen auf der mit drei Nonien

ausgestatteten Alhidadenscheibe aufgeschraubt sind, in deren Mitte eine Dosenlibelle Platz findet. Das Fernrohr hat ein Objektiv von 4 cm Öffnung. Durch Einschaltung eines dreimal total reflektierenden Prismas ist eine Brennweite von etwa 35 cm gewonnen. Das Gesichtsfeld beträgt  $1.6^\circ$ , die Vergrößerung ist 20fach. Auf dem Prismengehäuse ist unter  $45^\circ$  ein Spiegel angebracht, der zusammen mit einem auf dem Objektiv befestigten Fadenkreuz und einer am Okular sitzenden

Fig. 184.



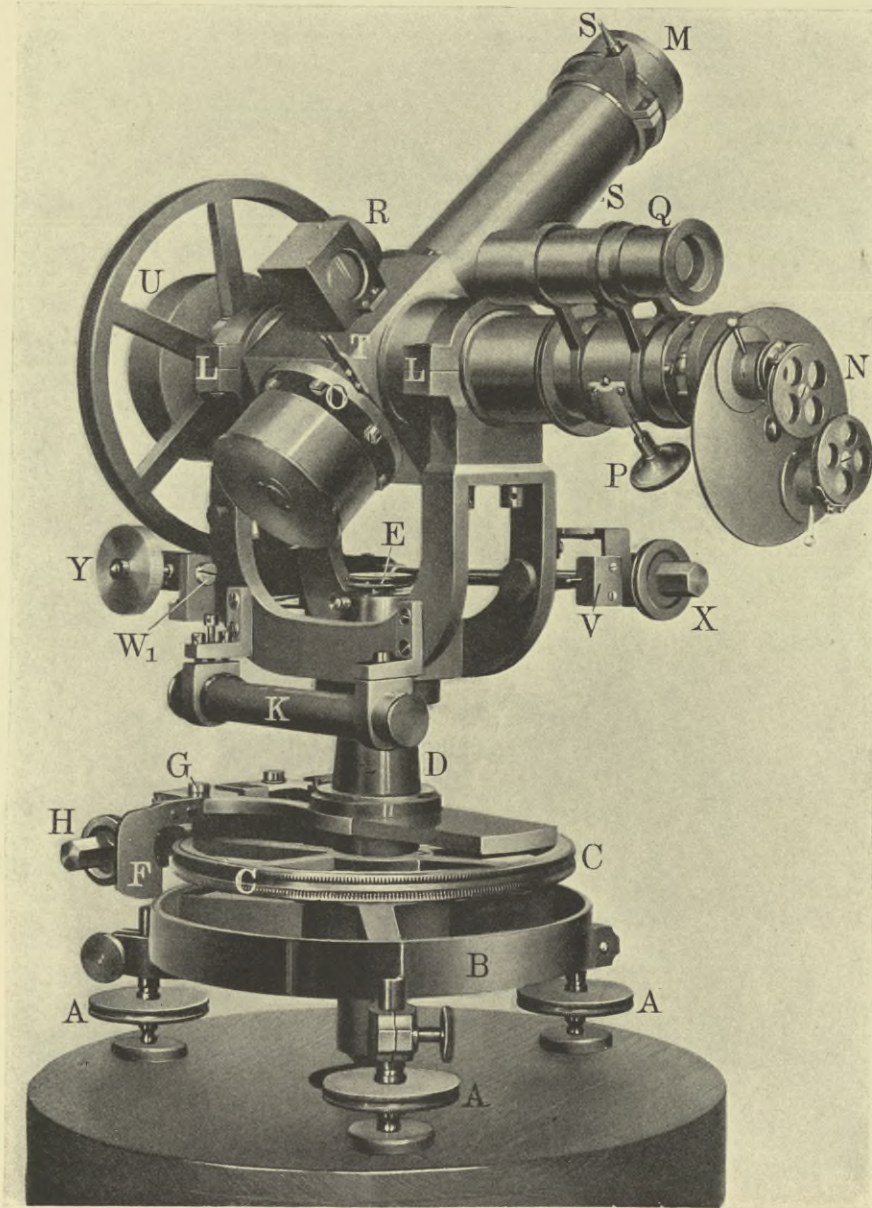
Ballontheodolit von Bunge, Modell des Königl. Aeronautischen Observatoriums.

feinen Öffnung einen Sucher bildet; dieser leistet bei der ersten Einstellung und in den ersten Minuten der Verfolgung gute Dienste, solange nämlich das verfolgte Objekt noch mit bloßem Auge zu erkennen ist.

Um den Ballon zuerst in das etwa  $5^\circ$  umfassende Gesichtsfeld dieses gebrochenen Suchers zu bringen, benutzt man eine einfache ungebrochene Zielvorrichtung, deren Visier auf dem Sucherspiegel, und deren Korn auf dessen Fadenkreuz sitzt.

Zur Feinbewegung des Fernrohres dienen die üblichen beiden Zahnkreise, in die zwei Tribschrauben eingreifen. Durch einfache Federn werden zwei Ruהלager für diese hebelartig gelagerten Schrauben geschaffen, dem Eingreifen und der freien Bewegung der beiden Kreise entsprechend.

Fig. 185.

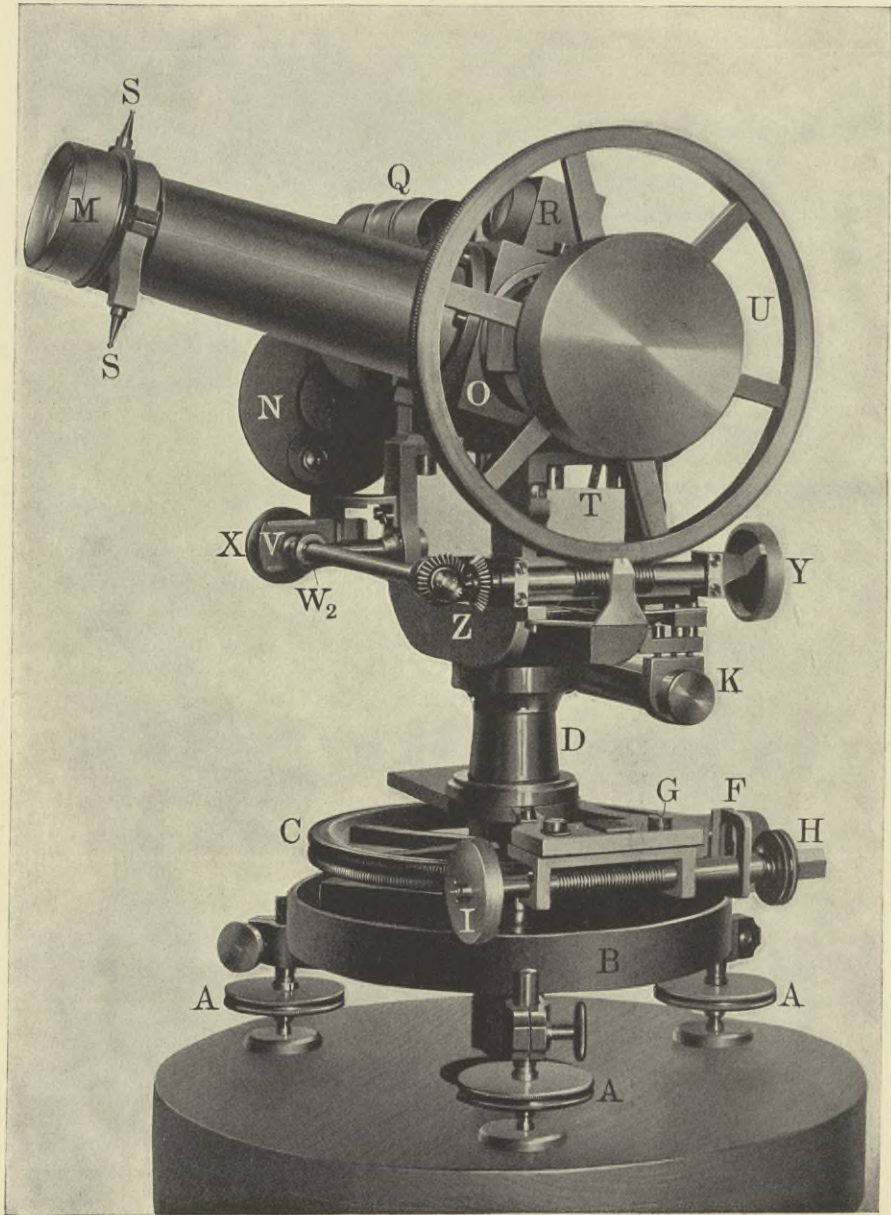


Ballontheodolit von Bamberg.

4. Theodolit von Carl Bamberg. Als sich bei den mit einem einzigen Theodoliten verfolgten Pilotballonen bisweilen unwahrscheinliche Bahnformen ergaben, schien es geboten, die dabei mögliche Fehlerquelle, nämlich Abweichungen von der gleichmäßigen Aufstiegs geschwindigkeit, mit der bei den einfachen Ver-

folgungen gerechnet wird, durch Doppelvisierungen auszuschalten. Auch boten die auf diese Weise zu ermittelnden Vertikalbewegungen der Atmosphäre ein selbständiges Untersuchungsinteresse. Es wurden demnach im Jahre 1909 drei gegen 3 km

Fig. 186.



Ballontheodolit von Bamberg.

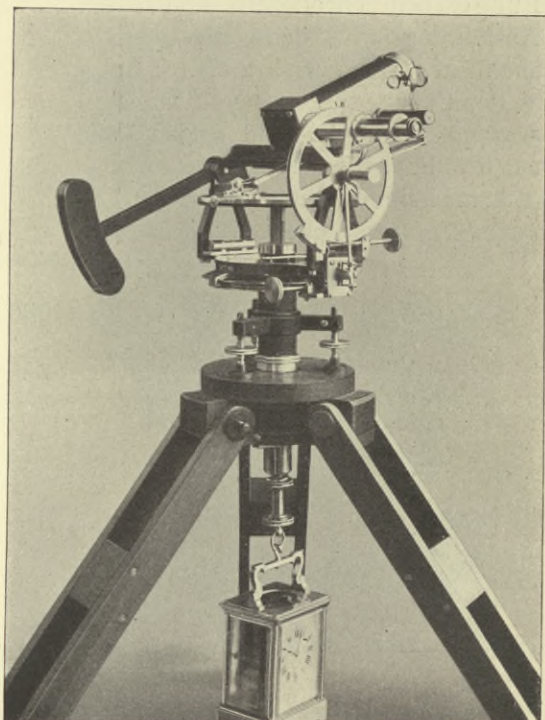
voneinander entfernte Stationen des Observatoriums mit je einem für diesen Zweck von der Firma Carl Bamberg in Friedenau nach den Angaben des Observatoriums ausgeführten größeren Theodoliten ausgestattet (Fig. 185 und 186). Diese Theodoliten sind wesentlich massiver und genauer gearbeitet, und daher auch wesentlich kost-

spieliger als die beiden zuletzt beschriebenen. Die Fußschrauben sind 19 cm voneinander entfernt, die Teilkreise haben 16 cm Durchmesser. Das Objektiv hat, wie bei den beiden anderen, 4 cm Öffnung, das Gesichtsfeld beträgt 1.6°; es sind zwei Okulare, von 20 und 30facher Vergrößerung, mittels einer drehbaren Scheibe auswechselbar vorhanden; vor jedes kann mittels Revolverblende ein farbiges Glas vorgeschaltet werden. Neben dem Okularrohr liegt noch ein guter, ebenfalls als Fernrohr ausgebildeter Sucher von 4.5facher Vergrößerung mit einem Gesichtsfelde von 6.8°. 1910 wurde noch eine doppelte ungebrochene Visiervorrichtung zum ersten Einstellen mit bloßem Auge angebracht. Auch wurden die Einrichtungen zum Eingreifen

Fig. 187.

und Loslösen der beiden Feinbewegungsschrauben, sowie ferner die Kreisteilungen auf Grund der beim Gebrauch des Instruments gewonnenen Erfahrungen verbessert.

Fig. 188.



Registriertheodolit von Dr. Schoute.

Die beiden Bewegungsschrauben tragen Trommeln mit Minutenteilung. Um die hiermit gegebene Ablesegenauigkeit von  $\frac{1}{10}$  Bogenminute der exakten Bauart des Instruments entsprechend auszunutzen, war eine genaue Untersuchung der Zahnkreise erforderlich, deren Exzentrizitäts- und Teilungsfehler an einzelnen Stellen des Umfanges bis über 5 Bogenminuten anwachsen. Beim Horizontalkreis wurden für diese Untersuchung einige Kirchtürme am Horizont bei wechselndem Stande des Instruments eingestellt, während für den Vertikalkreis eine mit einem Mikroskop ausgestattete Hilfsvorrichtung konstruiert werden mußte.

5. Registriertheodolit nach Dr. Schoute. Während man mit dem Goniographen lediglich zur Ersparung eines zweiten Beobachters Azimut und Höhenwinkel registriert und insofern keinen augenblicklichen Vorteil erreicht, als es zur Gewinnung dieser Winkelwerte erforderlich ist, nachträglich die fixierten Registrierzeichnungen abzulesen, liefert der Schoutesche Theodolit (Fig. 187 u. 188) sogleich

eine, wenn auch in ziemlich kleinem Maßstabe gehaltene Darstellung der in den verschiedenen vom Pilotballon durchlaufenen Schichten vorhandenen Windverhältnisse, ohne überhaupt Azimut- und Höhenwinkelablesungen vorauszusetzen. Ein derartiges Instrument gestattet daher z. B., an Aufstiegsplätzen Fliegern oder Luftschiffern ein frisch gewonnenes Bild der atmosphärischen Bewegungen mit auf den Weg zu geben. Auch wird ein derartiges Aufzeichnungsinstrument für solche Beobachtungsstationen von besonderem Wert sein, an denen Mangel an Personal und an Zeit herrscht. Das vorhandene Exemplar des Observatoriums, eines der ersten dieser Art, ist von dem Mechaniker van Rest am Königlich Niederländischen Meteorologischen Institut in de Bilt angefertigt worden. Während das Instrument ursprünglich als seitlicher Anbau an einem Bungeschen Theodoliten konstruiert worden war, bildet es in der vorliegenden Ausführungsform, der voraussichtlich noch fernere Änderungen bevorstehen, ein einheitliches, wenn auch ziemlich kompliziertes Ganze. Man bemerkt an dem Instrument Horizontal- und Vertikalkreis mit den üblichen Zahnkränzen und ausschaltbaren Feinbewegungsschrauben. Die

Fig. 189.

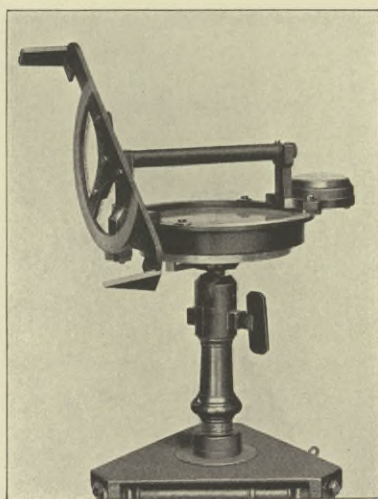
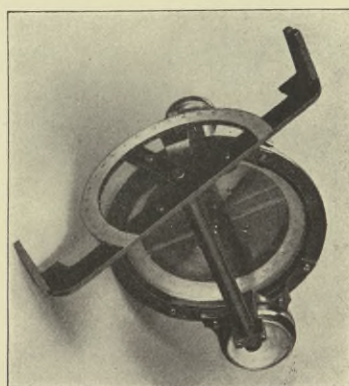


Fig. 190.



Meteoroskop von Meißner.

Horizontalachse des gebrochenen und mit Spiegelsucher versehenen Fernrohres — das ein Objektiv von 4 cm Öffnung, ein Gesichtsfeld von  $2^\circ$  und eine 22fache Vergrößerung besitzt — geht 5 bis 6 cm neben dem Mittelpunkte des Vertikalkreises vorbei, was zu keinen wesentlichen Fehlern Anlaß geben kann. Diese auffallende Konstruktion hat ihren Grund darin, daß durch den eigentlichen Mittelpunkt des Instrumentes ein mit einer Nadelspitze versehener Markierstab hindurchgehen muß, der, parallel dem Objektivende des Fernrohres geführt, die Marken stets genau entgegengesetzt der Richtung nach dem Pilotballon auf eine horizontal ausgespannte Papierscheibe einsticht. Diese Markierfläche senkt sich nach jeder Markierung um  $\frac{50}{60}$  mm, nachdem sie zu Beginn der Messungen genau in die Höhe des Mittelpunktes des Vertikalkreises gebracht worden ist. Nimmt man die Steigegeschwindigkeit des Ballones konstant an, z. B. 150 m p. m. oder  $\frac{150}{60}$  m p. s., so erkennt man leicht, daß einer Windstärke von diesem Betrage auch in horizontaler Richtung der obige Betrag von  $\frac{50}{60}$  mm als Distanz zweier aufeinanderfolgenden Marken auf dem Papier entsprechen muß. 1 m p. s. gibt also einen

Markenabstand von  $\frac{60}{150} \times \frac{50}{60} = \frac{1}{3}$  mm und man hat demnach einfach für 150 m p. m.-Aufstiegsgeschwindigkeit die Markenabstände in mm mit 3 zu multiplizieren, um die entsprechenden Windgeschwindigkeiten in m p. s. zu erhalten. Dieser Reduktionsfaktor ist bei dem vorliegenden Instrumente allgemein  $v/50$ , wenn  $v$  die Aufstiegsgeschwindigkeit des Pilotballons in m p. m. bezeichnet.

Die Markierung erfolgt durch eine beim Okular anzufassende Hebelübertragung. Jeder fünfte Punkt wird stärker markiert. Für die besonders bei starkem Winde nicht selten eintretenden Fälle, daß die Markierung bald bis über den Rand der Papierscheibe von 15 cm Durchmesser hinausgehen müßte, gibt der Erfinder des Instrumentes einen auf einer Hilfskonstruktion beruhenden Ausweg.

Dem Instrument ist eine Zylinderuhr beigegeben, die alle Minute fünf Schläge ertönen läßt, um den Augenblick zur Einstellung des Ballones anzugeben.

6. Meteoroskop von Meißner. Hier mag auch noch eine einfache Visier-  
vorrichtung kurz erwähnt werden, die in vielen Fällen gute Dienste leistet. Das ist ein als „Meteoroskop“ bezeichnetes Peilinstrument der Firma A. Meißner in Berlin (Fig. 189 u. 190). Die Zielvorrichtung besteht nur aus Visier und Korn, an deren Verbindungsstück der Höhenkreisbogen und die einfache Horizontalachse befestigt ist. Diese ruht in Lagern auf dem Gehäuseumfange eines Kompasses, dessen Magnetnadel  $8\frac{1}{2}$  cm lang ist und innerhalb eines geteilten Kreises spielt. Ein entgegengesetzt bezifferter Kreis ist unter dem Gehäuse angebracht und läßt sich mit einem Indexarm ablesen, der an dem das Ganze auf einem Stativ tragenden Kugelgelenke befestigt ist.

#### Auswertung der bei Pilotballonvisierungen gemachten Beobachtungen.

Je nach dem Zwecke, dem die Pilotballonaufstiege dienen sollen, hat die Auswertung der Visierungsbeobachtungen mit tunlichster Beschleunigung zu erfolgen, oder sie kann auf eine spätere Zeit verschoben werden: in allen denjenigen Fällen, in denen es sich um ein unmittelbar praktisches Bedürfnis handelt, wie Ermittlung der Windverhältnisse vor Luftfahrten aller Art, Verwendung der Ergebnisse für die synoptischen Zwecke der Wetterprognose, unter Umständen auch Kenntnis der Richtung und Geschwindigkeit des Windes bis zu größeren Höhen für artilleristisch-ballistische Zwecke, ist die schleunigste Auswertung eine Vorbedingung ihrer Verwendbarkeit. Für theoretisch-dynamische Untersuchungen dagegen liegt kein Grund zur eiligen Auswertung vor, zumal die sonst für die Wetterprognose gleichfalls höchst wertvolle Kenntnis von Vertikalbewegungen der Luft allein aus Doppelvisierungen geschöpft werden kann, deren Auswertung nicht nur wegen der Entfernung der Stationen voneinander, sondern auch wegen der nötigen Kombination zweier Beobachtungsreihen eine längere Zeit erfordert. Man wird deshalb für die eilige Gewinnung von Ergebnissen die einfachen Visierungen zu wählen haben, bei denen die Anwendung des Schouteschen Registrierteodoliten noch besondere Zeitersparnis gewähren würde, und die Doppelvisierungen den theoretischen Problemen vorbehalten. Hierzu kommt auch noch der Umstand, daß die Zuverlässigkeit der einfachen Visierungen bei weitem nicht an diejenige heranreicht, die bei Doppelvisierungen zu erreichen ist. Über diesen wichtigen und von vielen Fachgenossen behandelten Punkt hat Prof. Tetens unter dem Titel „Über die Sicherheit der Pilotvisierungen mittels eines einzigen Theodoliten“ im VI. Bande der „Ergebnisse der Arbeiten des Königlichen Aero-



nautischen Observatoriums“ (1910) auf S. 183 bis 190 der Abhandlungen eine sorgfältige Erörterung veröffentlicht, auf die hingewiesen sei. Es wird hierbei festgestellt, daß die bei Doppelvisierungen unter Zugrundelegung einer konstanten Aufstiegs geschwindigkeit ausgewerteten Einzelvisierungen sehr erhebliche Abweichungen der Aufstiegs geschwindigkeit erkennen lassen, die wahrscheinlich auf tatsächliche Vertikalbewegungen der Luft zurückzuführen sind. Dieselben treten bei der Auswertung der einfachen Visierungen als eine wesentliche Fälschung der horizontalen Bewegungsgröße hervor, die Beträge von  $-3.7$  bis  $+4.4$  m p. s. erreicht. Die Fälschung der Bewegungsrichtungen fällt meist weniger in das Gewicht, um so mehr aber die der Höhenschichtung, die bei einer Reihe von Vergleichen zwischen 50 und 377 m, d. h. zwischen 5 und 18 % der jeweiligen Höhe gefunden wurde, wenn man die Zeitmomente den Visierungen zugrunde legte. Noch viel beträchtlicher aber werden die Unsicherheiten der Richtungen und Geschwindigkeiten, wenn man von den Höhenschichten ausgeht und die Zeiten außer Acht läßt: hierbei kann der Richtungsfehler unter Umständen bis zu  $180^\circ$  anwachsen und auch die Geschwindigkeit erheblich gefälscht werden.

Über die Berechnung der Doppelverfolgungen von Ballonen liegt gleichfalls eine sorgfältige Arbeit von Prof. Tetens vor, die unter dem Titel „Formeln zur Berechnung der Doppelverfolgungen von Ballons“ im V. Bande der „Ergebnisse“, S. 171 bis 196 der Abhandlungen erschienen ist, aus welcher in Anbetracht ihres wesentlich mathematischen Inhaltes ein Auszug nicht gegeben werden kann, weshalb auf dieselbe verwiesen werden muß.

Am Observatorium ist folgendes von Prof. Tetens angegebene graphische Verfahren im Gebrauch. Auf kariertem Papier wird im Maßstabe von 1:10000, bisweilen auch 1:20000, die Basis in der richtigen Lage zu den parallel den Koordinatenachsen angenommenen Netzlinien aufgetragen. Die Kreisablesungen werden wegen der Instrumentalfehler korrigiert und so reduziert, daß sie die horizontalen Richtungswinkel und die Höhenwinkel angeben. Dann werden die Richtungswinkel für beide Stationen, die Endpunkte der Basis, aufgetragen. In ihren Schnittpunkten ergeben diese Linienpaare die Horizontalprojektion der Ballonbahn, aus der die den einzelnen Intervallen entsprechenden horizontalen Bewegungskomponenten oder die Geschwindigkeit und Richtung des Windes in den verschiedenen Schichten entnommen werden können. Zur Entnahme dieser Richtungen dient ein kleiner in Grade geteilter Vollkreis transporteur aus Zelluloid, der mit seinem Nullstrich in die durch das Papiernetz überall ersichtliche Nordrichtung gelegt wird. Um die den einzelnen Beobachtungsmomenten entsprechenden Höhen zu ermitteln, werden in jedem durch seine Horizontalprojektion festgelegten Ballonorte die Senkrechten zu den aufgetragenen Verbindungslinien dieser Ballonprojektion mit den beiden Beobachtungsorten gezogen. Legt man an diese Verbindungslinien in den Beobachtungsorten die gemessenen Höhenwinkel an, so schneiden diese auf jenen Senkrechten die relative Erhebung des Ballones über dem betreffenden Beobachtungsorte ab. Um dies einzusehen, braucht man sich nur den Ballon im Raume in dem für die Auswertung gewählten Maßstabe über der Zeichenfläche schwebend zu denken. Die Verbindungslinie zwischen diesem räumlichen Ballonorte und seiner vorhin aus den horizontalen Richtungswinkeln gefundenen Projektion steht senkrecht zur Zeichenebene, also auch senkrecht zu den beiden geraden Linien, welche die Beobachtungsorte mit dem Projektionspunkte

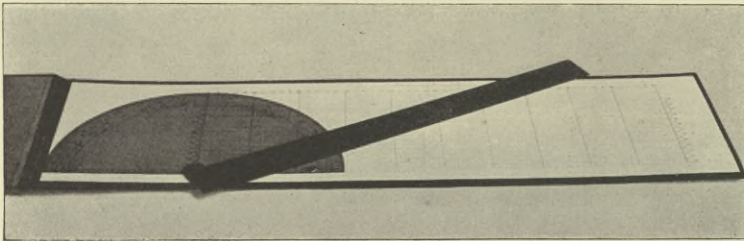
verbinden. Die beiden vertikalen rechtwinkligen Dreiecke: Ballon—Projektion des Ballonortes—Beobachtungsort denke man sich nun um ihre horizontalen Grundlinien in die horizontale Zeichenebene hinein umgeklappt, dann erkennt man sofort, daß sie in diesem Zustande mit den beiden zur Höhermittlung konstruierten Dreiecken identisch sind. Auf diese Weise erhält man aus jeder Beobachtung zwei Werte für die Höhe des Ballones über der Zeichenebene. Ist die Meereshöhe der beiden Beobachtungsorter gleich, so müssen diese beiden Höhenwerte übereinstimmen, anderenfalls muß ihr Unterschied dem Höhenunterschiede der Beobachtungsorter gleichkommen.

#### Hilfsapparate für die Auswertung der Ballonvisierungen.

Am Aeronautischen Observatorium sind einige Hilfsapparate im Gebrauch, über welche Prof. Tetens folgendermaßen berichtet.

Zur graphischen Auswertung der Beobachtungen wird eine von Professor Berson vorgeschlagene einfache Vorrichtung benutzt, welche ursprünglich für das durch den Direktor des Aeronautischen Observatoriums für die Motorluftschiff-Studiengesellschaft eingerichtete Netz von Pilotballonstationen konstruiert worden

Fig. 191.



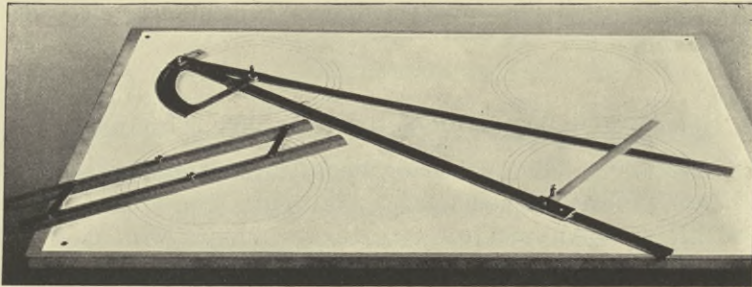
Auswertungsvorrichtung für Pilotballonvisierungen nach Berson.

war; sie wird von der Firma Gebr. Wichmann in Berlin nach Angaben des Observatoriums angefertigt (Fig. 191). Die vom Ballone zu jeder vollen Minute erreichten relativen Höhenwerte werden als äquidistante wagerechte Gerade wiedergegeben, die horizontale Entfernung wird an senkrechten Geraden abgelesen. Man stellt dazu ein im Mittelpunkte eines durchsichtigen Transporteurs drehbares Lineal auf den betreffenden Höhenwinkel ein und liest im Schnittpunkte der dazu gehörigen wagerechten Höhenlinie mit dem Lineal die horizontale Entfernung nach den senkrechten Geraden ab. Diese so ermittelten Beträge der horizontalen Entfernung werden dann auf einem Papierblatt in der dem gleichzeitig beobachteten Azimut entsprechenden Richtung vom Beobachtungspunkte aus aufgetragen. Abgesehen von der Notwendigkeit, einen Tisch zur Verfügung zu haben, läßt sich mit dieser Vorrichtung während des Aufstieges die Auswertung durch einen dritten bequem ausführen.

Dem gleichen Zwecke dient eine Vorrichtung, welche von dem schwedischen Luftschiffkapitän Glund angegeben ist und von der Firma Ludolph in Wilhelmshaven angefertigt wird (Fig. 192). Sie erfordert allerdings jedesmal ein mit aufgedruckter Kreisteilung versehenes Papierblatt, wie sie die Firma Gebr. Wichmann in Berlin nach Angaben des Observatoriums anfertigt. Für jeden beobachteten Ballonpunkt stellt man den einen Schenkel eines Metallwinkels auf

den dem beobachteten Azimut entsprechenden Teilungsstrich des gedruckten Kreises; mit dem Metallwinkel wird sodann der zugehörige Höhenwinkel eingestellt, worauf man einen mit einem Markierstifte versehenen Schlitten auf dem ersten Schenkel so lange verschiebt, bis eine hierzu senkrechte, mit 40 Minutenstrichen von 7mm Intervall versehene Teilschiene, deren Nullpunkt mit dem

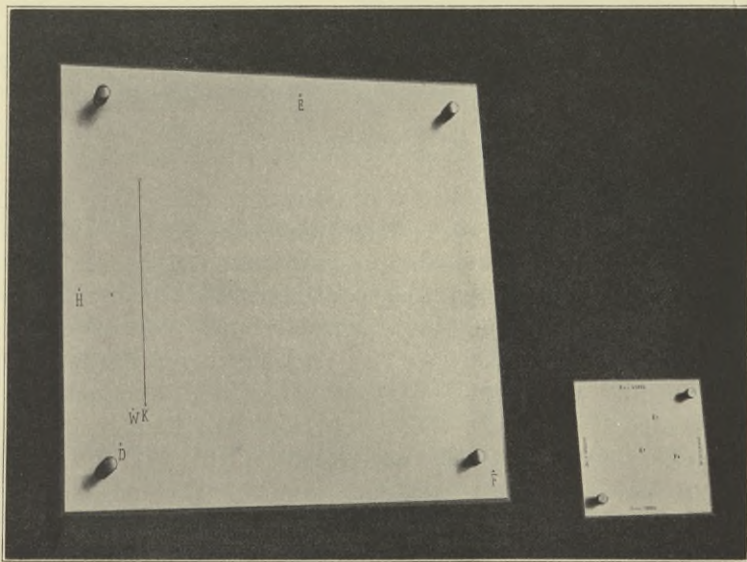
Fig. 192.



Ludolphsche Auswertungsvorrichtung für Ballonvisierungen.

Markierstift übereinstimmt, an der Kante des zweiten Schenkels die richtige, der betreffenden Beobachtung zukommende Minute nach dem Auflassen angibt. Der Markierstift gibt dann die Horizontalprojektion der Ballonbahn in einem Maßstabe

Fig. 193.



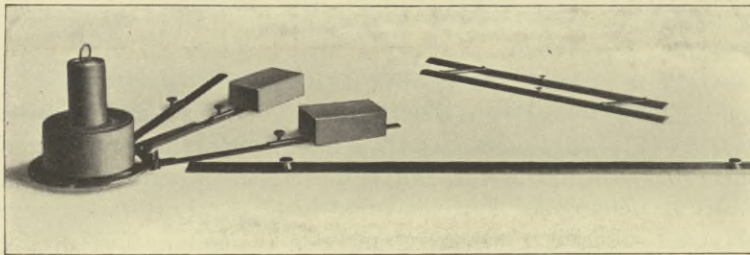
Basisschablone zur Auswertung von Doppelvisierungen.

an, bei dem der Aufstiegsweg in einer Minute durch eine lineare Strecke von 7mm wiedergegeben wird. Ein Ableselineal mit der hiernach für die Beträge von 120, 150, 180 und 200 mp.m. erforderlichen Teilung erlaubt es, unmittelbar die Windgeschwindigkeit in mp.s. von minutlich aufeinanderfolgenden Projektionsmarken abzulesen. Da es als Parallellineal ausgebildet ist, kann es auch dazu

benutzt werden, die zwischen je zwei der Projektionspunkte fallende Windrichtung vom Mittelpunkte des gedruckten Kreises aus auf dessen Peripherie abzulesen.

Für die graphische Auswertung von Doppelvisierungen, und ebenso von dreifachen Visierungen eignet sich eine Vorrichtung (Fig. 193), bei der die als Basispunkte in Frage kommenden Standorte schablonenartig in Aluminiumplatten fixiert sind. Eine kleinere Schablone im Maßstabe 1:100 000 dient in gleicher Weise zur gesicherten graphischen Ermittlung, um dann nach einfacheren Formeln, als sie das rein rechnerische Verfahren erheischt, zu einem gleich genauen Endresultat zu führen. Die beobachteten Azimut- und Höhenwinkel werden bei der graphischen Methode mit einem dreiarmligen Vollkreistransporteur in den abgestochenen Basispunkten aufgetragen, wobei zur Verlängerung der Visierlinien ein eisernes Meterlineal benutzt wird, falls die Verlängerungsstücke des Transporteurs, wie es meist

Fig. 194.



schon nach 10 bis 20 Minuten der Fall ist, nicht mehr bis zum Schneiden der Visierstrahlen ausreichen. Damit sich beim Auftragen der Winkel die Nullage des Transporteurs nicht verschiebt, wird er mit schweren Bleistücken sorgfältig gesichert (Fig. 194).

Die Pilotballonvisierungen wurden am Observatorium erst seit dem Jahre 1908 in das regelmäßige Programm der Arbeiten aufgenommen. In den nächsten Jahren kam es auch noch nicht zu regelmäßigen Aufstiegen, da die täglichen Drachenaufstiege, die nicht an die Witterung und Himmelsbedeckung gebunden sind, eine reiche und vollwertigere Ausbeute an Windbeobachtungen brachten. Erst als man durch methodische Untersuchungen die Bedeutung der Windverhältnisse in großen Höhen erkannte, die von den Drachen nicht, oder nur selten erreicht werden, und als man anfang, dem Studium der Vertikalbewegungen der Luft eine größere Aufmerksamkeit zu widmen, wurden am Observatorium die erforderlichen Einrichtungen in Gestalt von drei trigonometrischen Stationen mit langer Basis getroffen und die recht kostspieligen Instrumente, besonders die drei großen Bambergischen Theodolite beschafft. Eine kleine Übersicht über die bei den Aufstiegen erreichten Höhen zeigt die nachstehende Tabelle.

Von 790 Pilotballonaufstiegen wurden 148 durch Visierungen mit zwei Theodoliten verfolgt, 642 nur durch ein Instrument. Die für theoretische Untersuchungen besonders wichtigen Höhen über 5000 m wurden in 20,9% aller Aufstiege erreicht; die größte Höhe überschritt 14000 m. Als eine erste, allerdings recht wertvolle Frucht der Doppelvisierungen sind die vortrefflichen Arbeiten von Wilhelm Pepler zu erwähnen, die in den „Ergebnisse der Arbeiten des Königl. Aeronautischen

Jahr		Zahl aller Auf- stiege	Höhe mehr als								
			5000 m	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	14000
1908	einfach visiert . .	38	8	7	5	3	2	—	1	—	—
1908	doppelt „ . .	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1909	einfach „ . .	21	—	—	—	—	1	—	—	—	—
1909	doppelt „ . .	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1910	einfach „ . .	117	9	5	3	—	—	—	1	—	—
1910	doppelt „ . .	30	4	3	—	2	—	1	—	—	—
1911	einfach „ . .	165	2	—	1	—	—	—	—	—	—
1911	doppelt „ . .	9	2	1	—	—	—	—	—	—	—
1912	einfach „ . .	135	27	14	8	3	2	—	1	—	—
1912	doppelt „ . .	21	7	6	—	5	4	3	2	1	—
1913	einfach „ . .	166	63	37	23	13	6	—	4	—	—
1913	doppelt „ . .	88	43	27	20	13	10	6	4	3	1
	Summen . . .	790	165	100	60	39	25	10	13	4	1
	In Prozenten . . .	—	20.9	12.7	7.6	4.9	3.2	1.3	1.6	0.5	0.1
	Davon einfache . .	642	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	„ doppelte . .	148	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Observatorium“ unter den Titeln „Zur Kenntnis der vertikalen Luftbewegungen“, Bd. VII (1911), S. 243—251, „Zur Kenntnis der Temperatur-Inversionen“, Bd. VIII (1912), S. 255—262, ferner „Die Variabilität der Aufstiegsgeschwindigkeit von Pilotballons und ihre Beziehung zur Turbulenz und vertikalen Luftbewegungen“, Bd. VIII, S. 263—266, und schließlich „Bearbeitung der doppelten und dreifachen Pilotvisierungen im Jahre 1913“, Bd. IX (1913), S. 445—470 der Abhandlungen niedergelegt sind. Ihr Hauptergebnis ist der für die dynamischen Vorgänge der Atmosphäre sehr bedeutsame Satz, daß von Flächen geringerer horizontaler Strömungsgeschwindigkeit nach Flächen größerer eine Luftversetzung stattfindet. Hiernach befindet sich unterhalb einer „Windschicht“ die Luft in einer aufsteigenden, oberhalb derselben in einer absteigenden Bewegung.

### Wolkenbeobachtungen.

Die Beobachtung der Wolken nach ihrer Art, Höhe, Zugrichtung und Geschwindigkeit gehört seit den im großen Maßstabe ausgeführten Forschungen, die sich in dem „internationalen Wolkenjahre“ 1896/97 verdichteten, zum Programm der meisten größeren meteorologischen Observatorien und wird auch seitens der an den Beobachtungen im Rahmen der „Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt“ mitwirkenden Institute und Bergstationen mit mehr oder weniger Ausführlichkeit gepflegt. Das Aeronautische Observatorium war durch seine seit dem Jahre 1903 einmal, später zwei- bis dreimal täglich ausgeführten lückenlosen Drachen- und Fesselballonaufstiege in die Lage gesetzt, diese Beobachtungen in einer auf andere Weise nicht ausführbaren Vollständigkeit und Zuverlässigkeit anzustellen, indem das Eintauchen seiner Flugkörper in den Wolken sowie ihr Wiedererscheinen einwurfsfreie Feststellungen der Höhenlage der unteren Wolkengrenze ermöglicht, während die Richtung und Geschwindigkeit der Wolken durch die Beobachtung der Drachen und die Registrierung der Windgeschwindigkeit in exakter Weise bestimmt, und die Art der Wolken sorgfältig notiert wurde. Das in den Veröffentlichungen des Observatoriums hierüber wiedergegebene Material ist daher ein außerordentlich reichhaltiges. Es stellte sich aber doch heraus, daß eine Ver-

dichtung der Wolkenmessungen zwischen den Aufstiegsterminen, sowie eine Hereinziehung der höheren, von den Aufstiegen nicht oder nur selten erreichten Wolken von Wichtigkeit sei, weshalb seit einigen Jahren besondere Beobachtungen dieser Art in das Programm eingefügt und, soviel es die ohnehin schon starke Belastung des Personals gestattete, vorgenommen wurden. In ihrer einfachsten Form dient diesen Zwecken der bekannte Wolken Spiegel und der Bessonsche Wolkenrechen; letzterer ist auf einem ausreichend frei gelegenen Platze am westlichen Abhange des Windenhausberges aufgestellt. Eine Beschreibung dieser allgemein bekannten Instrumente kann hier entbehrt werden. Für subtilere Untersuchungen dienen die verschiedenen oben näher beschriebenen und abgebildeten Winkelmeßapparate des Observatoriums, vornehmlich des Theodoliten. Der Wurtzelsche Goniograph (S. 207, Fig. 180) hat für diesen Zweck eine besondere Einrichtung erhalten. Der Observator Prof. Tetens, dem dieser Teil der Beobachtungen unterstellt war, hat im VIII. Bande (1912) der Publikation des Observatoriums auf S. 213 bis 227 unter dem Titel „Methoden der Wolkenmessung“ eine sorgfältige Erörterung der Aufgabe und ihrer Lösung gegeben und sie im IX. Bande (1913) unter dem Titel „Über die Kombinierung von Wolkenmessungen“ weiter vertieft: auf beide sei deshalb hingewiesen. Eine Publikation der nach diesen Methoden angestellten, übrigens aus Mangel an Zeit noch wenig zahlreichen Beobachtungen, hat noch nicht stattgefunden. Die Nöte des Jahres 1914 dürften auch einer Erweiterung des Arbeitsprogramms nicht günstig gewesen sein.

### Windmessungen.

Die Messung der Richtung und Geschwindigkeit des Windes gehört zu den Aufgaben jeder auch kleineren meteorologischen Station, erfolgt aber am Aeronautischen Observatorium, das infolge seiner Drachenmethode gewissermaßen „vom Winde lebt“, in umfassender Weise. Der Sprung-Fueßsche Anemograph auf dem Windenhouse, der oben S. 75 und 76 beschrieben worden ist, zeichnet dauernd die Windverhältnisse auf; die an den Drachenregistrierapparaten befindlichen Anemometer (S. 151) registrieren die Windgeschwindigkeit in allen von den Hauptdrachen durchmessenen Höhen. Für besondere Untersuchungen sind kleine tragbare Anemometer vorhanden, wie der auf Fig. 195 dargestellte Fueßsche Taschenanemometer und das Morellsche Anemometer (Fig. 196) das auf dem Prinzip des Geschwindigkeitsregulators beruht, indem ein an der Achse des Anemometers verschiebbar befestigtes Pendelpaar infolge der Zentrifugalkraft im Verhältnis zur Umdrehungsgeschwindigkeit der Achse emporgehoben und sein Stand auf die Zeigerachse übertragen wird. Der Apparat gibt demnach nicht, wie das Robinsonsche Schalenkreuz, nur Windsummen an, sondern läßt auch kürzere Stöße und Geschwindigkeitsänderungen des Windes erkennen.

Mit der Ausbildung der Flugtechnik wuchsen aber die Anforderungen an die Untersuchung der Windverhältnisse ganz beträchtlich, und man wandte sich überall mit Eifer der neuen Aufgabe zu, außer der Richtungs- und Geschwindigkeitskomponente des Windes auch dessen „Struktur“ zu bestimmen, wobei den Vertikalbewegungen der Luft eine wichtige Rolle zufällt. Die vielfachen Beziehungen, welche das Observatorium zur praktischen Luftfahrt hat und mit großer Vorliebe pflegt, gaben Veranlassung, auch dieser Frage erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden, und der Verfasser fand in dem auch als Luftfahrer bewährten Herrn Dr. Gerdien

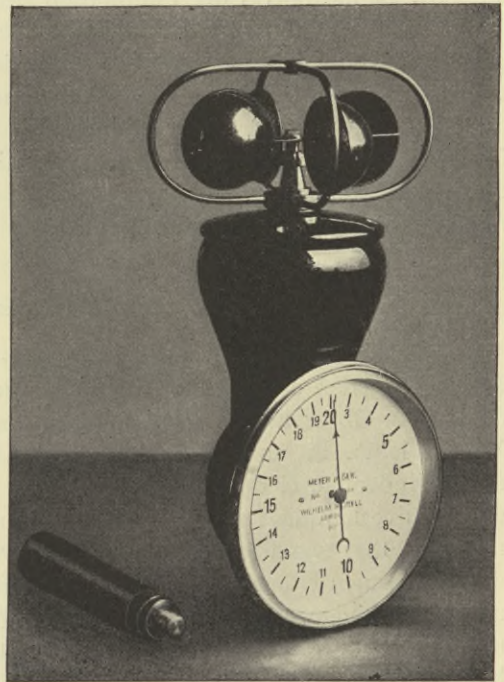
einen willigen und höchst leistungsfähigen Ratgeber und Helfer. So wurde denn der bereits für die Zwecke des Siemens-Schuckert'schen Luftschiffes entworfene Anemoklinograph des Genannten für das Aeronautische Observatorium erworben und dort zunächst zwecks eingehenderen Studiums durch den Verfasser auf dem Turme des Direktorwohnhauses, später aber auf dem freier gelegenen Dache des Bureaugebäudes auf einem dasselbe um 14m überragenden Stahlmaste aufgestellt. Die im nachfolgenden gegebene Beschreibung des schönen Apparates stammt aus der Feder des als Wissenschaftlicher Hilfsarbeiter am Observatorium beschäftigten Dr. Manfred Jaeger, der seinen patriotischen Eifer, sich als Flieger bei der Verteidigung des Vaterlandes zu betätigen, mit dem Leben hat bezahlen müssen: am 17. Februar 1915, seinem 31. Geburtstage, stürzte er mit seinem Flugapparat zwischen Johannisthal und Borek ab und wurde sofort getötet, während

Fig. 195.



Taschenanemometer von Fuß.

Fig. 196.



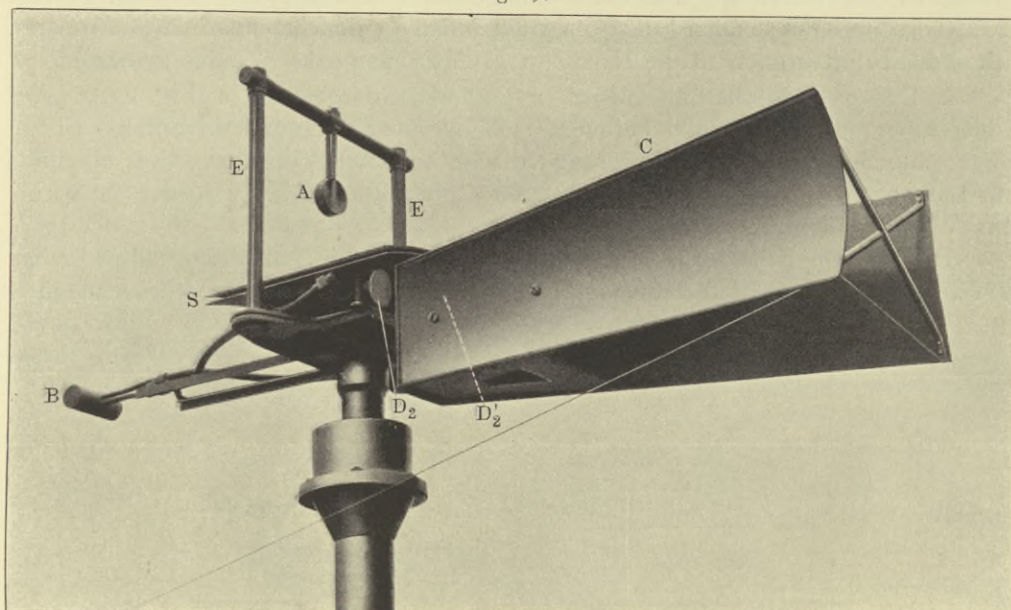
Morellsches Anemometer.

sein Begleiter beide Beine brach! Das vorzeitige Ende dieses vortrefflichen jungen Gelehrten und vornehmen, liebenswürdigen Menschen, der, wie seine schöne Arbeit über „Anwendungen der Hydrodynamik auf meteorologische Probleme“ im IX. Bande (1913) der Veröffentlichungen des Aeronautischen Observatoriums erkennen läßt, alle Vorbedingungen für eine eindringende theoretische Tätigkeit besaß, ist tief zu beklagen und hat den ihm persönlich sehr nahestehenden Verfasser mit schmerzlicher Trauer erfüllt. Er ist, wie so viele Tausende, ein Opfer der schweren und großen Zeit geworden: — sein Andenken wird in Ehren gehalten werden!

Der Anemoklinograph von Dr. Gerdien, konstruiert von Siemens u. Halske.

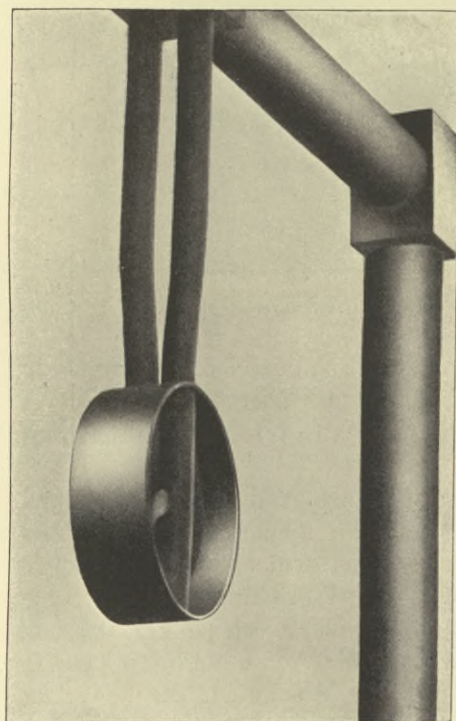
Zu Untersuchungen über die Struktur des Windes dient der Anemoklinograph (nach Gerdien); er gestattet, die Geschwindigkeit, Neigung und Richtung

Fig. 197.



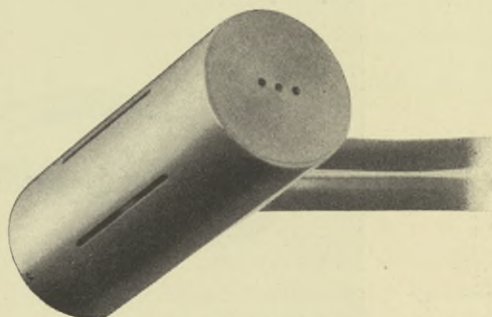
Anemoklinograph nach Siemens u. Halske -- Dr. Gerdien.

Fig. 198.



Stauscheibe am Anemoklinographen.

Fig. 199.



Staukörper für Vertikalbewegungen  
(Anemoklinograph).

des Windes mit ihren Schwankungen augenblicklich mit Fernanzeige abzulesen und zu registrieren.

Ein auf dem Dache des Bureaugebäudes errichteter 14 m hoher Mast trägt den in Fig. 197 dargestellten Apparat; die dem Winde ausgesetzten Teile der Einrichtung sind folgende:

1. Die Stauscheibe *A* (gesondert abgebildet in Fig. 198). Von ihrer Vorderwie von ihrer Rückseite führen Röhren, die in der Mitte der Stauscheibe eine gegen diese gekehrte Öffnung haben, durch den



in Fig. 197 sichtbaren Bügel *E* einen infolge der Druckdifferenz zwischen Vorder- und Rückseite entstehenden Luftstrom nach unten in den eigentlichen Meßapparat. Mit diesem Luftstrom wird die Horizontalkomponente des Windes gemessen.

2. Der zylindrische Staukörper *B* (gesondert dargestellt in Fig. 199). Auf seiner Ober- und Unterseite befinden sich symmetrisch zur horizontalen Ebene wagerechte Spalten, die, wie die schematische Zeichnung Fig. 200 zeigt, ebenfalls mit Luftwegen in Verbindung stehen, deren Zirkulation zur Messung der Neigung des Windes dient.

Die ursprüngliche Form des Staukörpers ist in Fig. 201 dargestellt. Lediglich aus dem Grunde, daß diese ursprüngliche Form eine Eichung jedes einzelnen

Fig. 200.

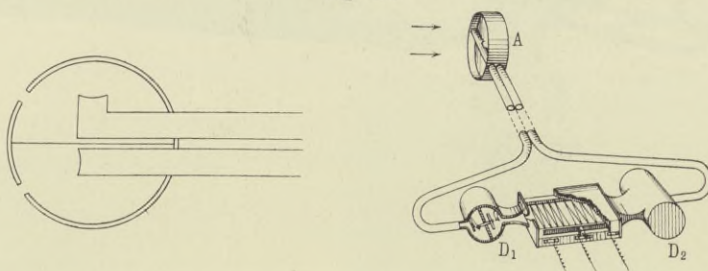
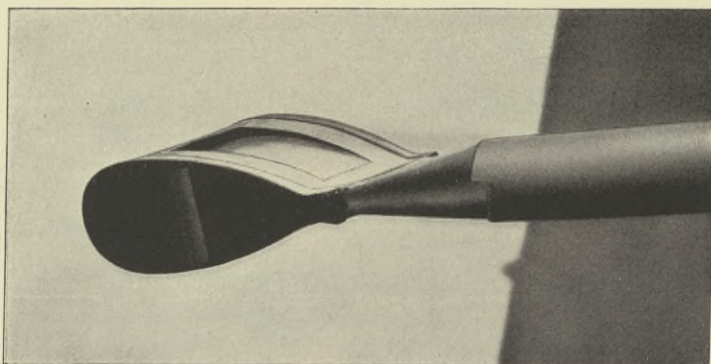


Fig. 201.



Ältere Form des Staukörpers für Vertikalbewegungen (Anemoklinograph).

gelieferten Stückes im Versuchskanal erforderte, ist die konstruierende Firma zu dem jetzt angewandten leichter „reproduzibeln“ Staukörper übergegangen.

3. Die Windfahne *C*, welche das Ganze in die Windrichtung dreht und diese bestimmt.

Um die Stärke und Neigung des Windes fernanzeigend und registrierend und besonders mit sehr kleiner Einstellzeit messen zu können, ist unter Vermeidung jeglicher bewegter Teile, die einen Trägheitswiderstand verursachen würden, eine elektrische Meßmethode verwendet; die Vorrichtung befindet sich unter einem doppelten Strahlungsschutz aus blankem Nickelblech (*S* Fig. 197) auf dem Mast und ist mit der Windfahne um die vertikale Achse drehbar. Durch Düsen  $D_1 D_1 D_2 D_2^*$ ), die eine gleichmäßige Verteilung der Luftströme bewirken,

\*) Für  $D_2^*$  ist nur die Stelle angedeutet.

werden diese auf je eine Anordnung von zwei völlig gleichen 0.04 mm dicken Platinhitzdrähten  $P$  geleitet, wie dies aus der schematischen Zeichnung Fig. 200 ersichtlich ist. Ein Strom von etwa  $\frac{1}{10}$  Amp. erwärmt die Drähte um rund 50°. An dem zuerst getroffenen Hitzdraht bewirkt der Luftstrom durch Abkühlung eine größere Herabsetzung des Widerstandes als am zweiten und diese Widerstandsdifferenz wird am Galvanometer einer vorher ausgeglichenen Wheatstoneschen Brücke gemessen. In einem günstig gelegten mittleren Bereich ist der Ausschlag proportional der Windgeschwindigkeit. Der Ausschlag eines zweiten Galvanometers, das einer ebensolchen Brücke angehört, die in ganz gleicher Weise den zwischen der oberen und unteren Öffnung des Staukörpers ( $B$  Fig. 197) zirkulierenden Luftstrom mißt, hängt nicht nur von der Neigung des Windes, sondern auch von seiner Stärke ab, doch gestattet eine gleichzeitige Ablesung beider Galvanometer leicht auf Grund von ein für allemal vorgenommenen Prüfungen die Bestimmung beider Elemente.

Die Unabhängigkeit der Ausschläge von der Temperatur ist zum Teil bewirkt durch die Verwendung von zwei Hitzdrähten, deren Widerstandsdifferenz gemessen wird; insofern aber die an den Öffnungen auftretende Druckdifferenz von der Dichtigkeit der Luft und damit der Luftstrom in den Röhren selbst von der Temperatur abhängt, ist eine weitere Kompensation nötig, die durch eine mit einem Bimetallthermometer in Verbindung stehende Drosselung des Luftstromes bewirkt wird (Fig. 200 in der Düse  $D_1$  enthalten). Diese Drosselung allein hat etwa den 10fachen Strömungswiderstand der Röhrenleitung, sodaß der Luftstrom wenige cbcm/sec nicht übersteigt.

Unkompensiert bleibt die Abhängigkeit der Angaben des Instruments vom Luftdruck. Die Geschwindigkeitsangabe bei Luftdruck  $B$  mm Hg muß mit  $\frac{760}{B}$  multipliziert werden.

Die Richtung der Windfahne wird ebenfalls auf ein Galvanometer übertragen, und zwar greift je nach ihrer Stellung ein mit der Windfahne verbundener Kontaktarm an einem Widerstandsrings verschiedene Widerstände ab und variiert so den Stromkreis dieses Galvanometers. Von einer ungenauen Einstellung der Windfahne ist die Messung der Windgeschwindigkeit und -Neigung infolge der durch Versuche als geeignet ermittelten Form der Stauscheibe mit ihrem hohen Rande sehr unabhängig, indem eine Abweichung von 25° in der Richtung nur 1 % Fehler in der Windstärke ausmacht. Hierbei ist noch der Umstand wesentlich, daß der erzeugte Luftstrom aus der Differenz der Drucke der Vorder- und Rückseite entsteht.

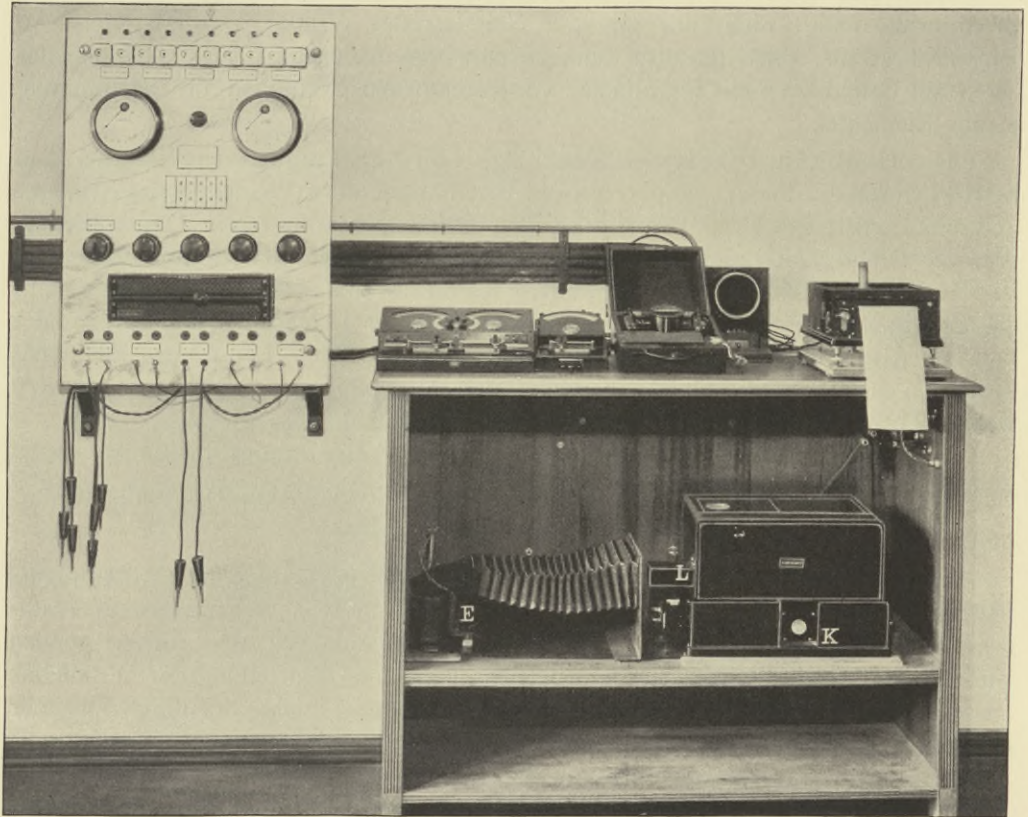
Alle drei Galvanoskope befinden sich im Instrumentenzimmer, wohin ein vieladriges Kabel die Ströme aus den Hitzdrahtapparaten führt. Fig. 202 zeigt links das Instrument, welches die beiden Brückenschaltungen und die Skalen für die Windstärke und -Neigung enthält. Dieselben Skalen dienen nach Umschaltung der seitlichen Hebel von der durch „Meßbrücke“ zu der durch „Heizstrom“ bezeichneten Stellung zur Justierung der Anordnung.

Rechts daneben steht das nach der Kompaßrose geteilte Galvanometer der Windfahne.

Die Einstellzeit ist durch die zur Herstellung des thermischen Gleichgewichts zwischen dem in Zickzackwindungen aufgespannten Hitzdraht (Fig. 200) und der strömenden Luft erforderliche Zeit bestimmt. Geringe Wärmekapazität der Kanalwände und gute Wärmeleitung der Umgebung derselben sind die Bedingungen,

welche diese Einstellzeit auf wenige Zehntelsekunden herabdrücken. Dieser günstige Umstand kommt nicht bei der Ablesung an den etwa eine Sekunde zur Einstellung erfordernden Galvanometern zu Nutzen, wohl aber bei der Registrierung durch den Oszillographen, welcher auf Fig. 202 unten dargestellt ist. Derselbe besteht aus einem durch Gleichstrom gesättigten Elektromagneten *E*, in dessen Feld sich drei von den zu registrierenden Strömen durchflossene Meßschleifen bewegen. Diese Meßschleifen tragen kleine Spiegel, in denen das Licht einer Einfadenlampe bei *L* auf einen Streifen lichtempfindlichen Papieres reflektiert wird. Dieser Papier-

Fig. 202.



Schalttafel.

Galvanoskope  
für Windgeschwindig-  
keit und Neigungs-  
winkel.

Meßkasten, Relais, Registrierapparat  
für den Ausstrahlungsmesser.

Oszillograph zum Anemoklinographen.

streifen rollt mit einer zwischen 2 und 10 mm/sec regulierbaren und durch einen Zeiger ständig zu kontrollierenden Geschwindigkeit an einem Spalt vorbei, welcher die drei Lichtstrahlen, die durch einen zylindrischen Glaskörper gegangen sind, in einem lichtdichten Kasten *K* aufnimmt. Durch eine besondere Vorrichtung kann von außen der Streifen jederzeit abgeschnitten oder die Aufnahme unterbrochen werden.

Die kurze Einstellzeit des Apparates gestattet, um aus seinen Verwendungen einige zu nennen, die Geschwindigkeitsänderungen der Luft bei Böen zu bestimmen. Die Kenntnis derselben ist maßgebend für die im Winde effektiv auftretenden Luft-

widerstände, die nach Größe und Richtung von denen eines Versuchskanals mit seinem gleichförmigen Luftstrom abweichen können.

Besonders wertvoll ist die Messung der Neigung des Windes, nach welcher der Erfinder dem ganzen Apparat den Namen Anemoklinograph beigelegt hat. Durch die zuweilen gebrauchten Windfahnen mit horizontaler Achse wird nämlich die Neigung des Windes stets im Sinne aufsteigender Luftströme gefälscht, welcher Fehler hier glücklich vermieden wird. Schon in der Höhe von 12 m über dem Erdboden haben die Constructeure durch den Anemoklinographen beträchtliche Vertikalbewegungen der Luft konstatiert. Bei der im Observatorium getroffenen Anordnung — der Apparat befindet sich etwa 45 m über der umgebenden Ebene — kann die Tendenz der Luft zum Auf- oder Absteigen in Verbindung mit der Wetterlage ständig untersucht werden.

Über die Leistungen des schönen und meisterhaft durchkonstruierten Apparates, dessen beträchtliche Kosten (5606 *M.*) aus einem dem Direktor zur Verfügung stehenden Privatfonds bestritten wurden, läßt sich in Anbetracht der durch den Krieg außerordentlich erschwerten Verhältnisse noch kein Urteil abgeben; die Vorversuche hatten gelehrt, daß er eine hervorragende Empfindlichkeit für die Messung der Geschwindigkeit und Vertikalbewegungen der Luft besitzt, daß aber Niederschläge in flüssiger und besonders in fester Form zu erheblichen Unsicherheiten Veranlassung geben können, indem sie die dem Winde exponierten Öffnungen verändern oder ganz verschließen. Die Registrierungen, welche auf einem Papierstreifen von 58 mm Breite nebeneinander für alle drei Elemente erfolgen, gehen bei unruhigen Verhältnissen und besonders bei südlicher Windrichtung, die in der Mitte des Streifens registriert wird, dermaßen durcheinander, daß eine Verfolgung der Einzelkurven mit Schwierigkeiten verbunden ist.

Der auf S. 82 und 83 beschriebene und abgebildete Winddruckapparat „Windsbraut“ von Strauß wurde zu Studien über den Luftwiderstand verschieden gestalteter Körper in methodischer Weise nicht benutzt, da sich manche Bedenken gegen die Zuverlässigkeit seiner Angaben erhoben haben, die noch nicht beseitigt werden konnten.

### Messungen der Polarisation des Himmelslichtes.

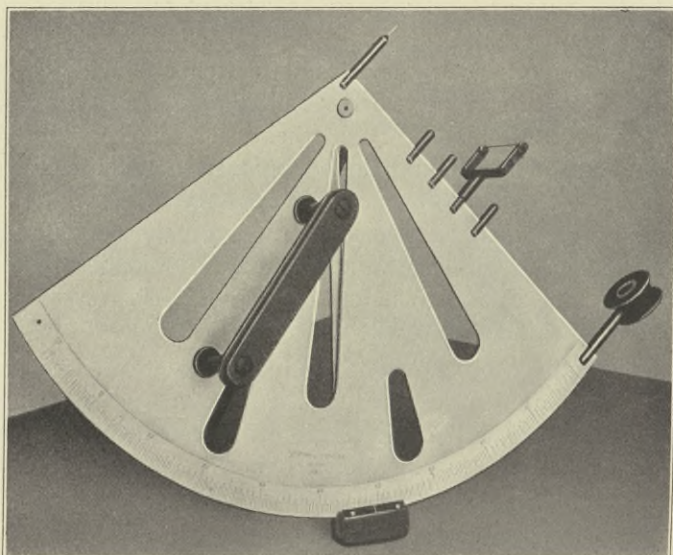
Am Aeronautischen Observatorium hat man im Jahre 1913 begonnen, diesem erst neuerdings, vornehmlich durch die Bemühungen von Jensen und Busch sowie durch die Arbeiten von Süring in Aufnahme gekommenen Beobachtungszweige Aufmerksamkeit zuzuwenden. Der Observator Prof. Tetens, dem die Ausarbeitung des betreffenden Arbeitsplanes unterstellt war, und der auch im Einverständnis mit Herrn Geheimen Regierungsrat Prof. Dr. Leonhard Weber in Kiel dessen Polarisationsphotometer wesentlich vervollkommnet hat, lieferte die nachfolgende kurze Beschreibung des Instrumentariums; für genauere Einzelheiten muß auf dessen Abhandlung „Eine neue Konstruktion des Weberschen Polarisationsphotometers mit besonderer Berücksichtigung zenitaler Messungen“ im IX. Bande (1913) der „Arbeiten des Kgl. Aeronautischen Observatoriums“, S. 417 bis 434 hingewiesen werden. Für die Polarisationsmessungen ist auch die weitere Arbeit von Prof. Tetens „Graphische Tafeln zur Entnahme von Azimut und Höhe der Sonne nach deren Stundenwinkel und Deklination“ in demselben Bande, S. 371 bis 382 von Wichtigkeit.

### Polarisationsinstrumente.

Die Polarisationsmessungen haben sich in den letzten Jahrzehnten immer wichtiger für die Erforschung der Trübungszustände der Atmosphäre gezeigt. Es sei hier nur auf den dabei gefundenen Zusammenhang der Polarisationserscheinungen mit den großen Vulkanausbrüchen hingewiesen, sowie auf den Einfluß, den nach Süring die Bewölkungs- und Feuchtigkeitsverhältnisse auf die Polarisation auszuüben scheinen.

In erster Linie sind es die „neutralen Punkte“, die der messenden Verfolgung bedürfen, d. h. die Himmelsstellen, an denen die negative und die positive Polarisation ineinander übergehen. Sie werden am besten mit Hilfe eines Savartschen Polariskops beobachtet, durch das sie in Form einer Unterbrechung der das Gesichtsfeld im übrigen erfüllenden Farbenstreifen deutlich hervortreten.

Fig. 203.



Polarisationsquadrant nach Jensen.

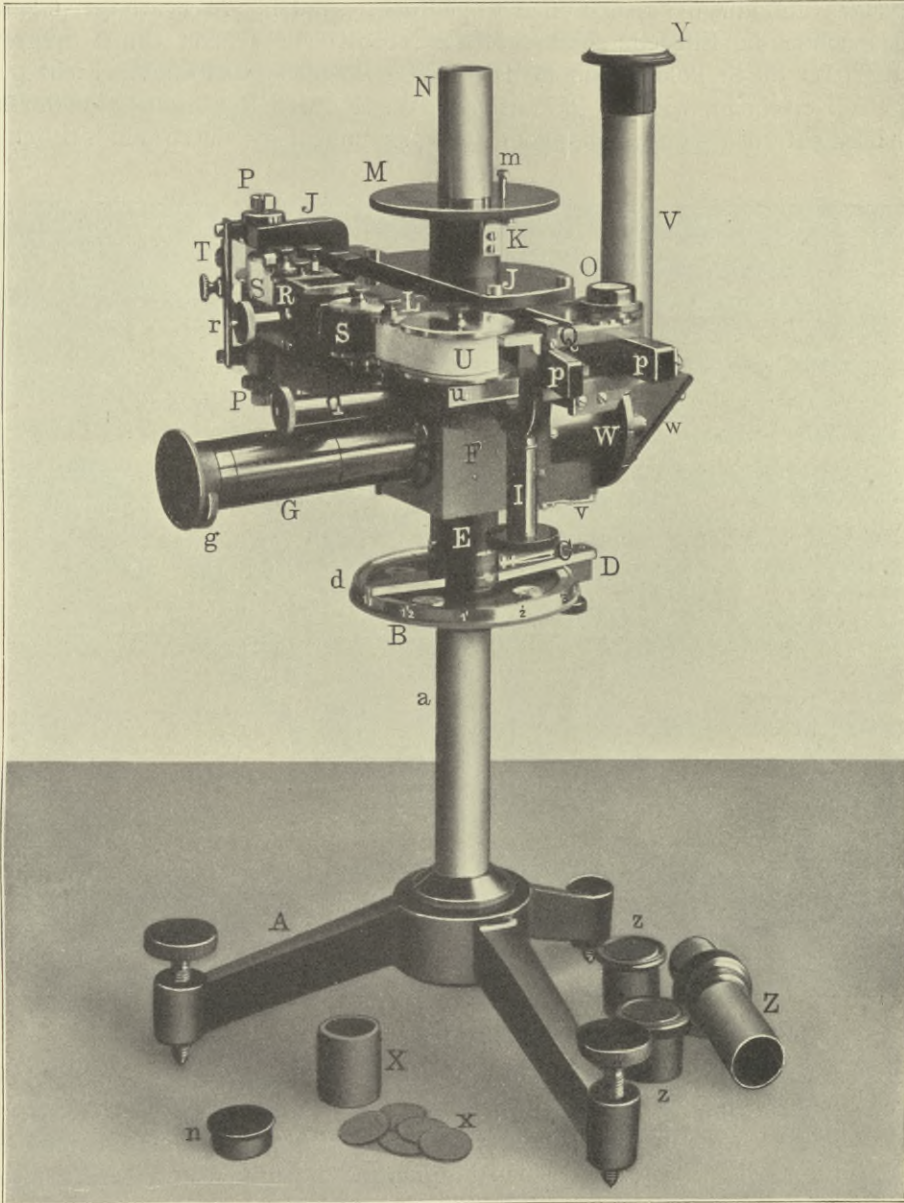
Dr. Jensen in Hamburg hat zur Messung des Höhenwinkels, in dem die neutralen Punkte auftreten, einen Aluminiumquadranten (Fig. 203) angegeben, den die Firma Dörffel u. Färber in Berlin ausführt. Die Ziellinie wird hier durch eine aus einem wagerechten Draht und einem Nadelknopf bestehende Vorrichtung in Verbindung mit der Mitte des nahe dem Auge gehaltenen Polariskops festgelegt. Um den Mittelpunkt der Quadrantenteilung dreht sich ein mit einem Ablesestrich versehenes Lot, das man nach der Einstellung an die Kreisteilung andrückt. Das Instrument eignet sich besonders für Ballonfahrten.

An festen Stationen benutzt man mit Vorteil einen Theodoliten. Auf dem Observatorium ist einer der beiden vorhandenen Wurtzelschen Goniographen hierzu mit zwei Fadenkreuzen und einer Aufsteckvorrichtung für das Polariskop ausgestattet worden (s. Fig. 180 auf S. 207). So kann neben dem Höhenwinkel auch das Azimut der neutralen Punkte gemessen werden, das zwar im allgemeinen mit dem der Sonne nahe übereinstimmt, zuweilen aber doch in mehr oder weniger

systematischer Weise davon abzuweichen scheint, wie insbesondere die Messungen von Süring ergeben haben.

Während man mit dem so montierten Polariskop die neutralen Punkte nach ihren durch den stets wechselnden Zustand der atmosphärischen Trübungsverhält-

Fig. 204.

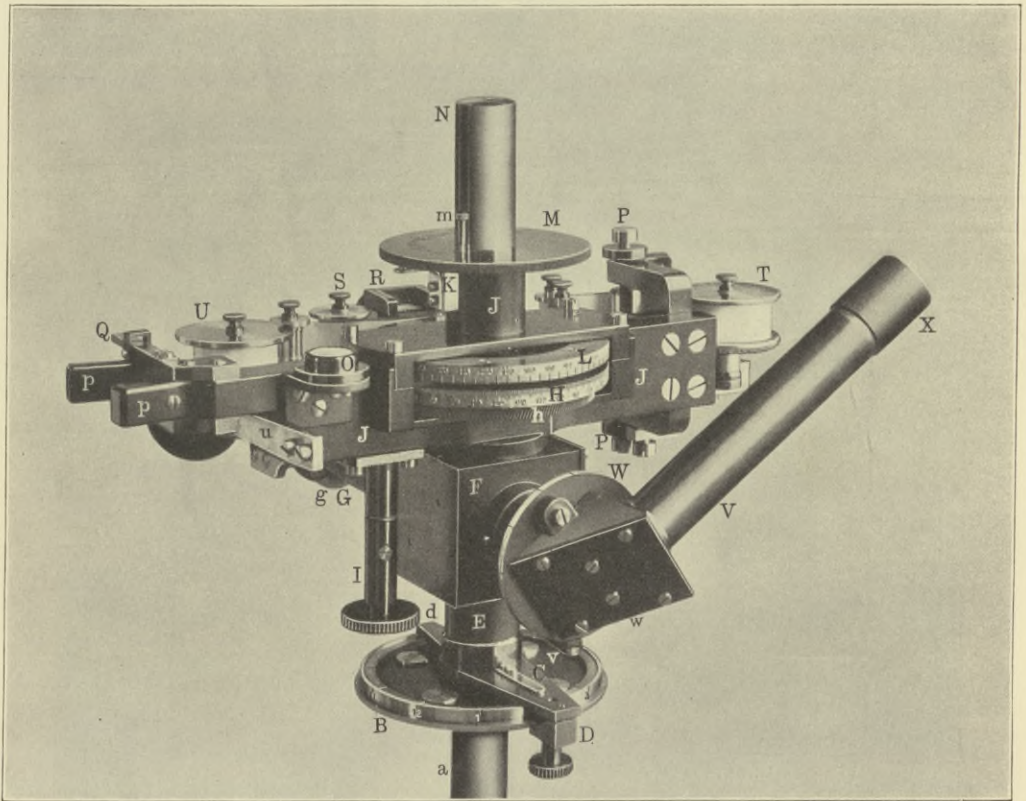


Neues Zenitpolarimeter nach Weber und Tetens.

nisse mehr oder weniger verlagerten Positionen mißt, kann man anderseits Größe und Richtung der atmosphärischen Polarisation an bestimmten festen Himmelsstellen, z. B. dem Zenit, messend verfolgen. Nach Angaben von Prof. Tetens ist für diesen Zweck das Webersche Polarisationsphotometer (Fig. 204 und

205) von der Firma Schmidt u. Haensch in Berlin derart umkonstruiert worden, daß es die fraglichen Messungen ohne Kreisablesungen, nämlich durch Registrierung der Einstellungen zu gewinnen erlaubt. Die beiden übereinander angeordneten Nicolschen Prismen, die das vom Zenit kommende Himmelslicht passiert, sind dazu von Reliefkreisen umgeben, deren jedesmal wechselnde Stellungen mittels Farbbandes auf einem Papierstreifen abgedruckt werden. Dies erfolgt, nachdem der Beobachter die Einstellung am unteren Nicolschen Prisma derart ausgeführt hat, daß das durch Polarisation in den beiden Prismen geschwächte Licht genau ebenso hell erscheint, wie das in konstanter Weise durch Rauchgläser geschwächte Vergleichslicht, das — ebenfalls vom Zenit stammend — durch ein seitlich an-

Fig. 205.



Zenitpolarimeter nach Weber und Tetens.

gebrachtes Knierohr unmittelbar das von dem Polarisationsrohr durchgelassene umgibt. Dieses unmittelbare Umschließen — ohne störenden Zwischenraum oder Überlagerung — wird in dem würfelförmigen Mittelstücke des Instrumentes durch eine Lummer-Brodhunsche Prismenkombination bewirkt. Von hier aus gehen beide Lichtarten zusammen horizontal durch das Okular und ein eventuell vorgeschaltetes Farbglas ins Auge des Beobachters. Um die Registrierungen bequem und ohne erhebliche Rechnungsarbeit auswerten zu können, sind besondere Diagramme hergestellt worden.

Das Instrument läßt sich auch zu rein photometrischen Untersuchungen am Himmel verwenden. Man kann z. B. das nach den Bewölkungs- und Durchsichtig-

keitszuständen wechselnde Verhältnis der Gesamthelligkeit zu der des Zenits messen, indem auf das Knierohr ein Milchglas — und zwar eventuell mit untergeschobenen Rauchgläsern — gesteckt wird. Dieses nimmt dann Licht von der gesamten Himmelsfläche auf und gibt es zur Messung weiter. Auch ermöglicht das Instrument, die Helligkeit der verschiedenen einzelnen Himmelsstellen im Verhältnis zu der des Zenits zu messen, da sowohl das Knierohr um die horizontale Achse, als auch das ganze Instrument um die vertikale Achse drehbar ist.

Das kleine Nebeninstrument Fig. 206 dient zur Aufbewahrung der bedruckten Papierstreifen.

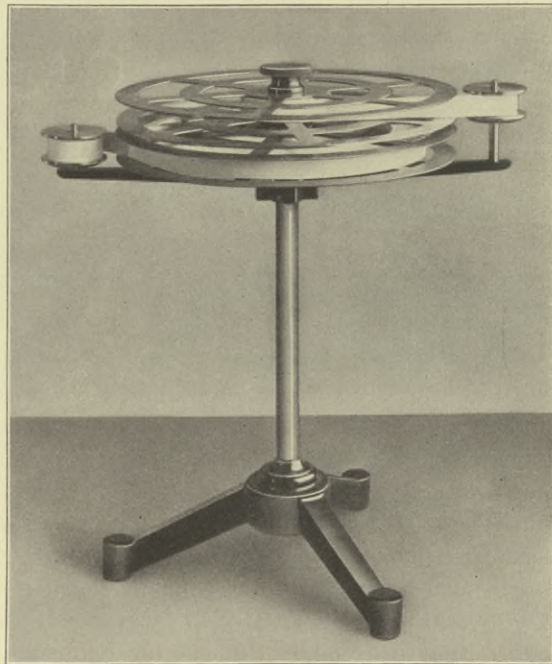
### Wolken- und Himmelsphotographie.

Die Fortschritte auf dem Gebiete des Photographierens in natürlichen Farben legten den Gedanken nahe, die früher nur durch den Pinsel eines in der Malerei wohl bewanderten Meteorologen,

wie z. B. Gaston Tissandier und in weit höherem Grade Teisserenc de Bort es waren, und in neuerer Zeit Dr. E. Mylius in seinen prächtigen Wolkenaquarellen gezeigt hat, in Naturtreue festzuhaltenden wunderbaren Form- und Lichtphänomene der Wolken sowie der Dämmerungserscheinungen auf diesem Wege darzustellen. Der Anwendung des Farbenrasterverfahrens von Lumière stellte sich in der ersten Zeit die beträchtliche, eine überlange Exposition erheischende Unempfindlichkeit der Platten entgegen, während die von Miethe ausgebildete „Farbensynthese“ mit je einem roten, grünen und blauen Farbenfilter erheblich kürzere Expositionszeiten erforderte und für die Demonstration im Projektionsapparate wunderbar farbenprächtige und koloristisch

nahezu naturgetreue Bilder lieferte. Das Observatorium beschaffte deshalb einen Mietheschen Dreifarbenapparat und einen dazu gehörigen Projektionsapparat. Nachdem der Verfasser die nicht geringen technischen Schwierigkeiten der Exposition und der Entwicklung einigermaßen überwunden hatte, gelangen ihm viele außerordentlich schöne und interessante Aufnahmen von Wolken und Dämmerungserscheinungen, unter ihnen z. B. auch mehrere bis gegen Mitternacht ausgedehnte Aufnahmen der „leuchtenden Nachtwolken“, welche am 31. Juni und 1. Juli 1908 die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen hatten. Leider erfordert die vollkommene Beherrschung der Technik dieser Aufnahmen eine dermaßen fortgesetzte Übung, daß der Verf. dieselben in Anbetracht anderer notwendigerer Aufgaben zu seinem Leidwesen wieder fallen lassen mußte. Seitdem hat sich der geschickte Ballon-

Fig. 206.



Papierroller zu Weber-Tetens Zenitpolarimeter.



obergehilfe Grund der photographischen Arbeiten mit gutem Erfolge angenommen und sich auch in den Lumièreschen Autochromaufnahmen vervollkommenet. Immerhin birgt die am Observatorium vorhandene Sammlung von Diapositiven dieser Art manches interessante Stück, das wiederholt zu Demonstrationsvorträgen gedient hat und auch weiter hierfür geeignet wäre. Unter diesen sind auch einige schöne Aufnahmen von der Ostafrika-Expedition und Kopien von Aufnahmen, die Dr. A. Wegener auf seiner ersten Grönlandreise gemacht hat, die eine wunderbare Farbenpracht des Eises zeigen.

Eine Schwierigkeit liegt in der Herstellung einer Lichtquelle konstanter Helligkeit für den Projektionsapparat, da jede Helligkeitsschwankung einer der drei Lampen den Anteil der ihr zugehörigen Farbe beeinträchtigt: zuerst waren Nernstprojektionslampen im Gebrauch, die aber manche Unbequemlichkeiten darboten; später wurden durch den Elektrotechniker des Observatoriums Paul Schmidt drei hintereinander geschaltete Bogenlampen eingebaut, ohne daß damit der Mangel völlig beseitigt werden konnte. Es dürfte sich wohl empfehlen, die neuen in ihrer Lichtstärke wenig veränderlichen Halbwattlampen für Projektionszwecke einzurichten.

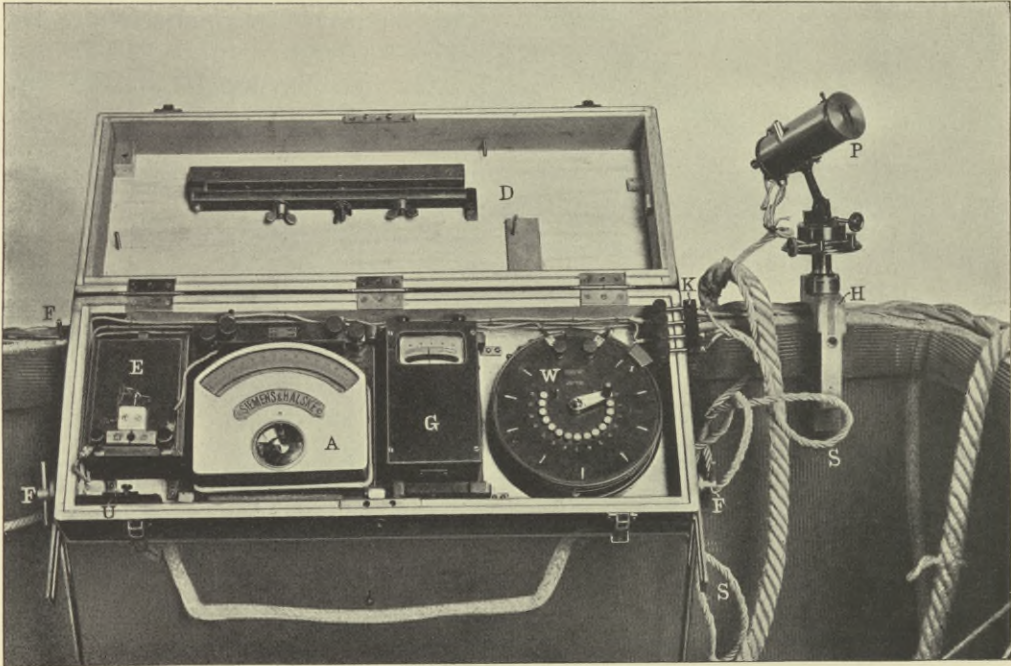
Außer dem Farbenprojektionsapparat besitzt das Observatorium noch einen großen Fuessschen epidiaskopischen Projektionsapparat, der sich sehr oft bei Vorträgen als nützlich erwiesen hat. Der Verf. hat denselben auch mit Vorteil als Vergrößerungsapparat benutzt.

#### **Strahlungsmessungen.**

Die Messung der Intensität der Sonnenstrahlung gehört, seitdem in dem Ångströmschen Kompensationspyrheliometer ein zuverlässiges Instrument geschaffen war, zum Arbeitsprogramm vieler größerer meteorologischen Observatorien und wurde besonders an den Höhenstationen ausgeführt. Die natürlichen Beziehungen der Strahlungsintensität zu den höheren Luftschichten, welche außer der hochwichtigen theoretischen Frage nach dem Werte der „Sonnenkonstante“ auch noch die Zuverlässigkeit der Temperaturregistrierungen beeinflussen, legten den Gedanken nahe, solche Messungen in den höchsten mittels des Freiballones zu erreichenden Schichten vorzunehmen, und der frühere Observator am Aeronautischen Observatorium, Dr. A. Coym, war wohl der erste, der durch eine Adaptierung des Ångströmsche Instrument für Beobachtungen im Ballone benutzte, indem er das im schwankenden Ballonkorbe nicht brauchbare Spiegelgalvanometer durch ein hochempfindliches Zeigermikrovoltmeter von Siemens & Halske ersetzte. In einer kurzen Mitteilung im III. Bande (1907) der „Ergebnisse“ usw. S. 111 bis 115, unter dem Titel „Über die absolute Messung der Intensität der Sonnenstrahlung im Freiballon“ berichtet er über die Konstruktion des Apparates, die er zuerst bei einer Freifahrt am 2. Mai 1907 mit Professor Berson (bis zur Höhe von 4275 m) und einer zweiten vom 25. März 1908 ebenfalls mit Prof. Berson (bis 6025 m) ausprobiert hatte. Weitere „Strahlungsfahrten“ wurden am 1. April 1908 durch Prof. Berson und Dr. Coym (bis 6625 m), am 23. September 1908 durch Dr. Coym und Herrn Dr. Marten vom Meteorologischen Observatorium in Potsdam (bis 5425 m) ausgeführt. Fernere unternahmen am 13. September 1912 (bis 2986 m), am 31. August 1913 (bis 6867 m), am 28. September 1913 (bis 6957 m) und am 13. Oktober 1913 (bis 7753 m) die Privatdozenten Herren Dr. A. Peppler

in Gießen und Dr. R. Stuchtey in Marburg. Über die letzten vier Fahrten ist von den Teilnehmern ein ausführlicher Bericht und eine eingehende Diskussion der Ergebnisse im IX. Bande (1913) der „Arbeiten des Aeronautischen Observatoriums“ S. 350 bis 364 niedergelegt.

Fig. 207.



Ångströms Kompensationspyrheliometer für Ballonfahrten adaptiert.

### Ångströms Kompensationspyrheliometer.

Der bei diesen Ballonfahrten benutzte, durch die letztgenannten Beobachter teilweise abgeänderte Ångströmsche Apparat, von dem zwei Exemplare vorhanden sind, wird durch Fig. 207 wiedergegeben. Sein Meßprinzip wird durch die der genannten Arbeit entnommene Schaltungsskizze, Fig. 208, erläutert: *AA* und *BB* sind zwei gut geschwärzte, in ihren Dimensionen und ihren sonstigen physikalischen Eigenschaften möglichst gleiche Manganstreifen. Einer derselben, z. B. *BB*, wird der Sonnenstrahlung ausgesetzt, während der andere Streifen *AA* durch geeignete Schirme vor derselben geschützt ist. Der nicht bestrahlte Streifen *AA* wird nun durch einen elektrischen Strom, welchen das Element *E* liefert, bis zu der gleichen Temperatur erwärmt, welche der bestrahlte Streifen *BB*

Fig. 208.

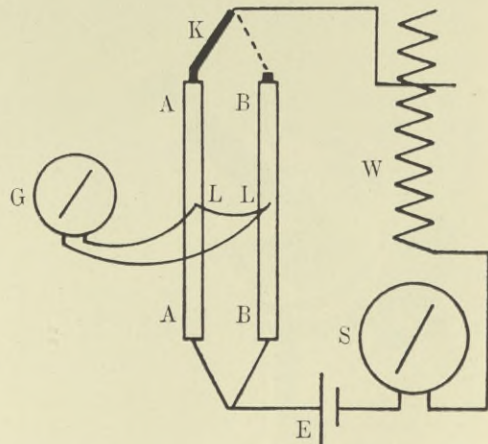
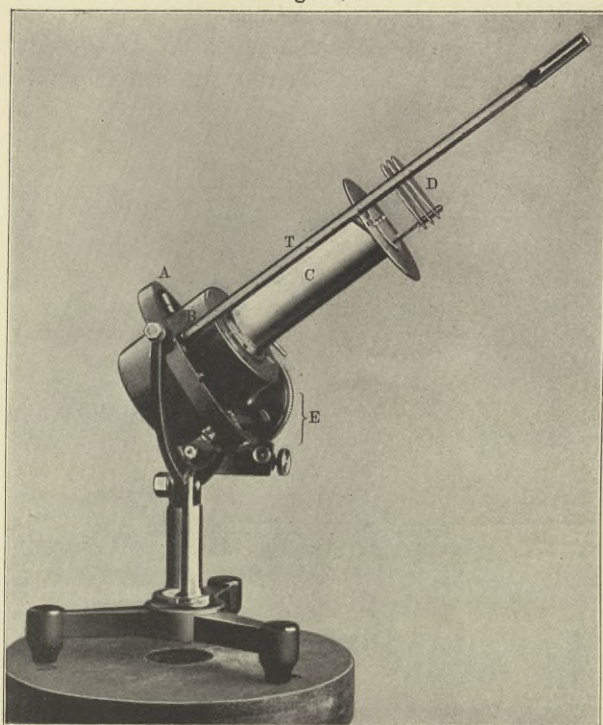
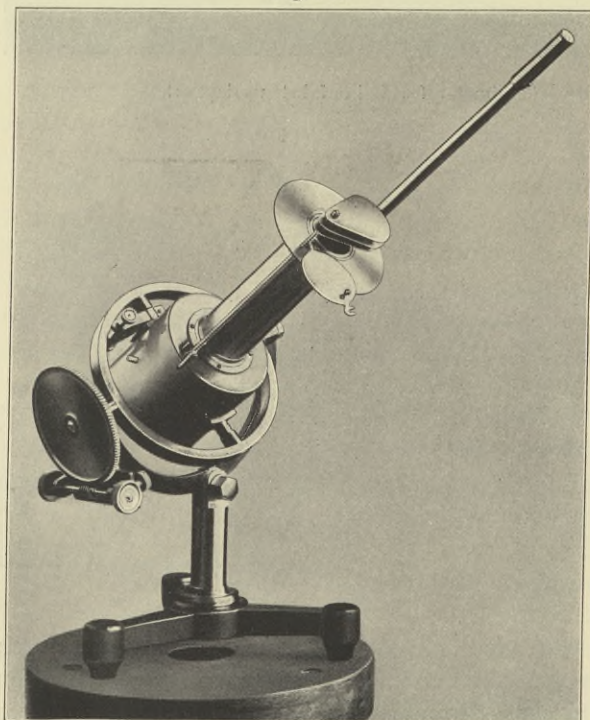


Fig. 209.



Silverdisk-Pyrheliometer nach Abbot.

Fig. 210.



Silverdisk-Pyrheliometer nach Abbot.

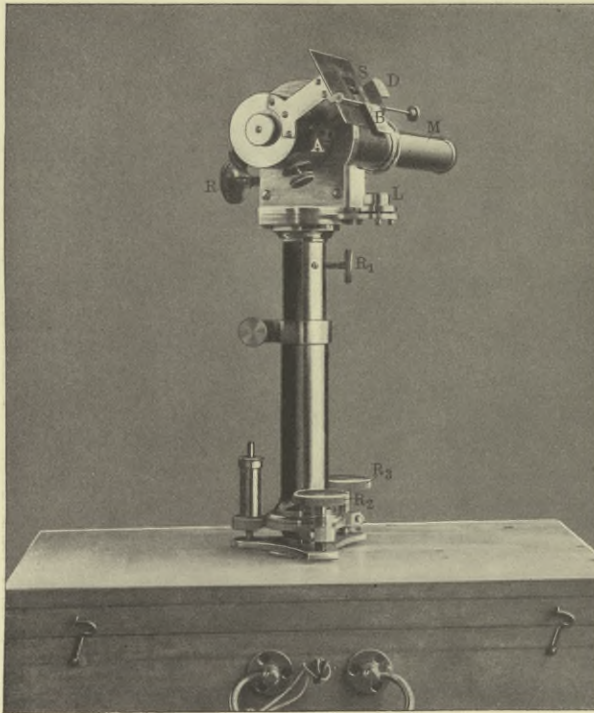
infolge der aufgenommenen Strahlungsenergie besitzt. Die Stromstärke des Heizstromes wird durch den eingeschalteten Schiebewiderstand  $W$  reguliert und von dem Präzisionsampèremeter  $S$  abgelesen. Die Temperaturgleichheit der beiden Streifen  $AA$  und  $BB$  wird dadurch sicher erkannt, daß zwischen den Lötstellen  $L$  von zwei hintereinander geschalteten isolierten, aber in innigem Wärmekontakt auf dem Rücken der Streifen befestigten Thermoelementen so lange ein Strom fließt, als die Temperatur der Streifen voneinander differiert. Der zurzeit beschattete Streifen  $AA$  wird nun durch den elektrischen Heizstrom so hoch erwärmt, bis das in den Thermostromkreis eingeschaltete empfindliche Galvanometer  $G$  Stromlosigkeit anzeigt. Nunmehr wird, um etwa vorhandene kleine Verschiedenheiten der Meßapparatur auszugleichen, mit den Streifen gewechselt, indem  $AA$  besonnt und  $BB$  beschattet und durch elektrische Heizung auf gleiche Temperatur gebracht wird. Die Strahlungsenergie  $q$  in Grammkalorien pro Sekunde und Quadratzentimeter ergibt sich dann zu  $q = \frac{ri^2}{4.19} ba$ , wo  $r$  den elektrischen Widerstand der Längeneinheit des Streifens,  $b$  die Breite des Streifens,  $a$  das Absorptionsvermögen des Streifens und  $i$  die Stromstärke des Heizstromes bedeutet. Nähere Einzelheiten sowie die Abänderungsmaßnahmen an der Aufstellung

des Apparates mögen in der zuletzt genannten Arbeit eingesehen werden, der auch die obigen Angaben entnommen worden sind.

#### Silberdisk-Pyrheliometer nach Abbot.

Das Pyrhemliometer ist ein Sekundärintstrument und nach einem absoluten Instrument geeicht. Als Strahlungskörper dient eine geschwärzte Silberscheibe, deren Temperaturerhöhung ein Maß für die Strahlung gibt. Die Silberscheibe, in der Figur nicht sichtbar, befindet sich im Inneren der Holzkapsel *A*; sie hat eine radiale Bohrung, in die das Quecksilberthermometer *T*, bei *B* rechtwinkelig umgebogen, eintaucht. Um die Silberscheibe in leitende Verbindung mit dem

Fig. 211.



Bimetal-Aktinometer nach Michelson.

Thermometer zu bringen, ist der Thermometerkörper von Quecksilber umgeben, das von dem Silberblock durch eine dünne Stahllamelle getrennt ist. Die Silberscheibe ist von einer Kupferhülle und weiter als Wärmeschutz von der Holzkapsel *A* umgeben. Die Sonnenstrahlen fallen durch den Zylinder *C* und drei in demselben angebrachte Diaphragmen auf die Silberscheibe. Das Innere des Zylinders und des Gehäuses sind geschwärzt. Die Beschattungsvorrichtung besteht aus drei umlegbaren polierten Metallscheiben (bei *D*). Der parallaktisch montierte Apparat besitzt eine Visiervorrichtung und wird durch einen Schraubemechanismus (*E*) der Sonne nachgedreht.

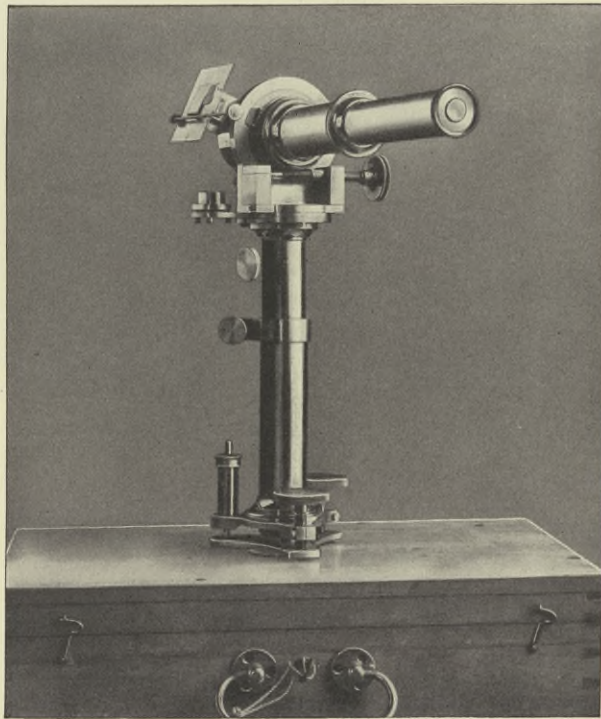
#### Bimetalaktinometer nach Michelson.

Das Aktinometer (Fig. 211 und 212) ist gleichfalls ein relatives Instrument, das nach dem Ångströmschen Kompensationspyrheliometer geeicht ist. Es besteht

im wesentlichen aus einer geschwärzten Bimetall-Lamelle und einem Mikroskop, mit dem die Verbiegung der ersteren bei Temperaturänderung gemessen wird.

Die sehr dünne, beiderseits geschwärzte Bimetall-Lamelle (in der Figur im Inneren des Zylinders *A*) ist in der Achse eines massiven durchbohrten Kupferzylinders befestigt, der schnelle Temperaturänderungen verhüten soll. Am freien Ende der Bimetall-Lamelle ist ein dünner Aluminiumzeiger befestigt, der einen kleinen weißen Beleuchtungsspiegel trägt. Der Spiegel ist um  $45^\circ$  zur Mikroskopachse geneigt; vor ihm befindet sich ein dünner Quarzfaden als Marke. Die Sonnenstrahlen fallen durch eine radiale Bohrung und den Spalt *S* auf die Breitseite der Bimetall-Lamelle, gleichzeitig wird der Spiegel durch ein im Zylinder an-

Fig. 212.



Bimetall-Aktinometer nach Michelson.

gebrachtes Fenster beleuchtet. Die durch die Sonnenstrahlung bewirkte Verbiegung der Bimetall-Lamelle wird durch Spiegelung auf die Okularmikrometerskala des Mikroskops *M* übertragen und mit Hilfe des Quarzfadens als Marke der Skalen Ausschlag abgelesen. Der Ausschlag gibt eine bestimmte der Energiestrahlung proportionale Größe. Der Beschattungsapparat besteht aus einem doppelten, umklappbaren Schirme *B*. Ein Diopter bei *D* und der Schraubenmechanismus *R* und *R*<sub>1</sub> gestatten, das Instrument genau auf die Sonne einzustellen und nachzudrehen. Der Höhenwinkel kann an einem Vertikalkreise direkt abgelesen werden. Zum Nivellieren des Instrumentes dienen die Fußschrauben *R*<sub>2</sub> und *R*<sub>3</sub> und die Dosenlibelle *L*. Die Vorteile des Instrumentes sind rasche Einstellung und einfache Handhabung, die häufige Messungen in kurzer Zeit gestatten.

Der wissenschaftliche Hilfsarbeiter am Aeronautischen Observatorium, Wilhelm Pepler, welcher sich gemeinsam mit dem Leiter des Luftfahrerwarnungsdienstes

Hermann Bongards der Strahlungsmessungen am Observatorium eifrig angenommen hatte, gibt im IX. Bande (1913) der Veröffentlichungen desselben auf S. 365 bis 370 der Abhandlungen einen Bericht über seine an 24 Tagen vom August bis Dezember 1913 ausgeführten Messungen, zu denen er ausschließlich das Michelsonsche Instrument benutzte, da beide Exemplare des Silverdiskapparates auf dem Transport von Amerika durch Ausfließen des Quecksilbers unbrauchbar geworden waren, und sich eine Beseitigung dieses Mangels noch nicht hatte bewerkstelligen lassen. Das Michelsonsche Instrument Nr. 2992 ergab bei Vergleichsmessungen mit den Ångströmschen Pyrheliometern Nr. 118 und 119 recht gute Übereinstimmung und wurde deshalb, da die letztgenannten Apparate für die noch in Aussicht genommenen weiteren Ballonfahrten in Bereitschaft gehalten wurden, ausschließlich benutzt. W. Peppler, dem auch die Beschreibung der beiden Apparate zu verdanken ist, beurteilt das Bimetallaktinometer dahin, daß es sich für relative Messungen sehr gut eigne, weil der Temperatenausgleich des Lamellenthermometers sehr rasch, schon nach einigen Sekunden erfolge, sodaß man mit dem Instrument in kurzer Zeit zahlreiche Messungen ausführen könne; eine Messung, bestehend aus mehreren Einzelmessungen, dauere etwa eine Minute. Es lassen sich deshalb auch die raschen Schwankungen der Sonnenstrahlung gut verfolgen, welche bei dem Auftreten von Cirruswolken, Dunstschichten usw. eintreten, was bei dem Studium des Einflusses dieser Erscheinungen auf die Intensität der Strahlung von Bedeutung ist. Über die Ergebnisse dieser Messungen möge die angeführte Publikation eingesehen werden.

#### Registrierender Strahlungsapparat von Siemens & Halske.

Der Verf. hatte, wie wohl auch andere Meteorologen, häufig die Beobachtung gemacht, daß in scheinbar völlig wolkenlosen Nächten mit starker Wärmeausstrahlung mehr oder weniger plötzlich und völlig unerwartet ein Steigen der Lufttemperatur eintritt, das nur auf unsichtbare Trübung oder Verminderung der Wärmedurchlässigkeit der Luft zurückgeführt werden konnte, zumal stets nach einigen Stunden hohe Cirren, Nebel- oder Dunstbildung auftraten. Außer der allgemeinen Bedeutung dieser Erscheinungen schien auch die Möglichkeit nahe zu liegen, durch fortlaufende Registrierung der Ausstrahlungsintensität die Bedingungen für das Eintreten von Kondensations- oder Trübungserscheinungen der Atmosphäre zu studieren und im Interesse der Witterungsprognose zu verwerten. Diesem Plane entstammt der nach eingehenden Besprechungen mit Herrn Dr. Gerdien von diesem entworfene Registrierapparat für Ausstrahlungsmessungen, der nach längeren Versuchen von der Firma Siemens & Halske in gewohnter subtiler Konstruktion gebaut und durch Herrn Dr. Rihl aufgestellt wurde. Die Kosten desselben im Betrage von 1656 *M* wurden aus dem mehrfach erwähnten Privatfonds bestritten.

Der Strahlungsapparat dient zum Messen der Ausstrahlung der Erde gegen den Weltenraum, er könnte auch gegebenenfalls zur Messung der einfallenden Sonnenstrahlung verwendet werden. Die Messung geschieht durch ein in einer Brückenschaltung angeordnetes Bolometer, das durch ein für ultrarote Wellen durchlässiges Fenster die Strahlung aussendet oder empfängt. Die dadurch erfolgende Widerstandsänderung gibt im Verhältnis zur Widerstandsänderung eines Platindrahtes, der in derselben Brückenschaltung befindlich, jedoch der Strahlung entzogen ist, ein Maß für die Strahlung. Als Galvanometer in der Brücke dient ein selbstregistrierendes Drehspulenzentrum. Verbunden mit der Meßeinrichtung

für die Strahlung ist ein registrierendes Widerstandsthermometer, das fortlaufend die Temperatur der Luft registriert. Für beide Registrierungen dient das gleiche Meßinstrument, das vermöge einer selbsttätig umschaltenden Relaisanordnung einmal in die sogenannte Bolometerschaltung gebracht wird, welche die Strahlungsmessung ermöglicht, das andere Mal in die Thermometerschaltung gelegt wird und so die Lufttemperatur aufzeichnet. Ein Ventilator, den ein Motor treibt, sorgt für Aspiration des Bolometers und des erwähnten Platindrahtes und bringt ihn nach dem Prinzip des Assmannschen Aspirationsthermometers auf Lufttemperatur.

Fig. 213 zeigt den auf dem Dache befindlichen Aufnahmeapparat, enthaltend das Bolometer, Widerstandsthermometer und den Ventilator mit geöffnetem Bolometer, Fig. 214 mit geschlossenem Bolometer, aber geöffnetem Gehäuse.

Fig. 213.

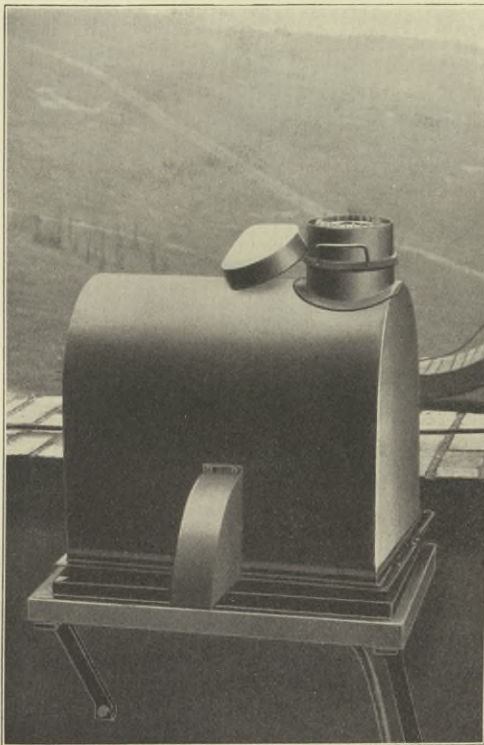
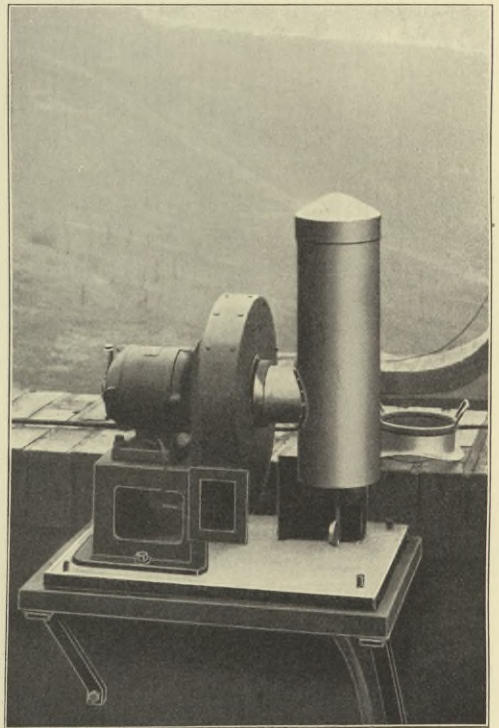


Fig. 214.



Registrierender Strahlungsapparat nach Siemens & Halske.

Eine eingehende Beschreibung des Apparates würde an dieser Stelle zu weit führen, zumal die Ungunst der Zeit eine sorgfältige Prüfung und Justierung desselben bedauerlicherweise noch nicht gestattet hat. Er wurde zuerst auf dem Turme des Direktorhauses, später auf dem Dache des Bureaugebäudes aufgestellt, während die Registrierung gemeinsam mit dem oben beschriebenen Anemoklinographen in dem im Erdgeschoß gelegenen Instrumentenzimmer erfolgt. Ein seine Bedienung stark erschwerender Umstand liegt in der Verwendung einer Steinsalzplatte als Fenster des Bolometers, da es bisher nicht hat gelingen wollen, ein anderes die ultraroten Strahlen durchlassendes Material zu finden, das Steinsalz aber trotz seines Überzuges von Zaponlack durch Niederschläge, auch durch Tau

und Reif, in kurzer Zeit zerstört wird. Der Registrierapparat mit dem Relais und dem Meßkasten ist in der Fig. 202 auf S. 226 auf der rechten Hälfte des Tisches sichtbar.

### **Luftelektrische Beobachtungen.**

Methodische Beobachtungen der Luftelektrizität mittels des Luftballones haben schon unmittelbar nach dessen Erfindung ihren Anfang genommen, und zwar 1786 auf den Vorschlag von Saussure, nachdem bereits 1784 Dr. Jeffries bei seiner berühmten Fahrt über den Kanal mit Blanchard die ersten Versuche vorgenommen hatte, wobei ihm ein Taschenelektrometer von Nairn u. Blunt gedient hatte. Besonders haben Gay-Lussac 1804, der zuerst einen „eisenfreien“ Ballon benutzte, später Glaisher, Tissandier, Crocé-Spinelli, Dr. Jeserich in Berlin 1884, Lecher und Tuma in Wien 1885, ferner André und Le Cadet Beobachtungen des Potentialgefälles im Ballon ausgeführt. Die Explosion des Ballones „Humboldt“ im Jahre 1893, die man auf eine elektrische Zündung zurückführen zu müssen glaubte, gab die nächste Veranlassung, der Frage der Luftelektrizität erneute Aufmerksamkeit zuzuwenden, und Professor Börnstein in Berlin führte im Jahre 1893 drei, O. Baschin in Berlin eine diesem Zwecke gewidmete Fahrt im Rahmen der Berliner Luftfahrten aus. Näheres enthält das Berichtswerk von Assmann und Berson „Wissenschaftliche Luftfahrten“. Das Aeronautische Observatorium nahm diesen Forschungszweig in sein Programm auf und ließ im Jahre 1902 drei Fahrten mit den Beobachtern Herren Dr. Linke und Dr. Marten, 1903 und 1904 je eine mit Herrn Dr. Gerdien aus Göttingen ausführen, bei deren einer (mit Dr. Elias) eine Höhe von 7179 m erreicht wurde.

Bis zu dieser Zeit war vornehmlich die Zerstreung der Elektrizität gemessen worden, wobei das Exnersche Elektroskop benutzt wurde. Nachdem durch Ebert in München und Gerdien das Programm auf die Untersuchung der Leitfähigkeit und Ionisierung erweitert und hierfür geeignete Apparate konstruiert worden waren, beschaffte das Observatorium solche und nahm unter Mitwirkung des letzteren die Untersuchungen wieder auf: am 11. Mai und 30. August 1905 sowie am 27. April 1906 fanden Aufstiege mit den neuen Apparaten statt. Seitdem mußten diese Experimente hinter anderen Arbeiten zurücktreten, und die Apparate wurden wiederholt anderen Forschern auf diesem Gebiete, wie den Herren Professor Lüdeling und Dr. Marten in Potsdam leihweise überlassen. Am 12. Juli 1913 führte der Assistent am Aeronautischen Observatorium Hermann Bongards bei Gelegenheit einer Freifahrt von Halle a. S. aus mit den Herren Dr. Wigand, Dr. Everling und Dr. Lutze Beobachtungen über die Leitfähigkeit der Luft aus, zu denen der Aspirationsapparat von Gerdien benutzt wurde, in dem statt des Blättchen-Elektrometers ein Wulffsches Zweifaden-Elektrometer eingebaut war. Die bei den weiteren in Halle stattfindenden Aufstiegen erforderlichen luftelektrischen Basisbeobachtungen wurden in Lindenberg durch die Herren Bongards und W. Peppler ausgeführt. Die in der letzten Zeit erfolgte Wiederbelebung des Interesses an den in erweiterter Beziehung wichtig gewordenen luftelektrischen Forschungen dürfte die Ausführung weiterer Fahrten veranlassen.

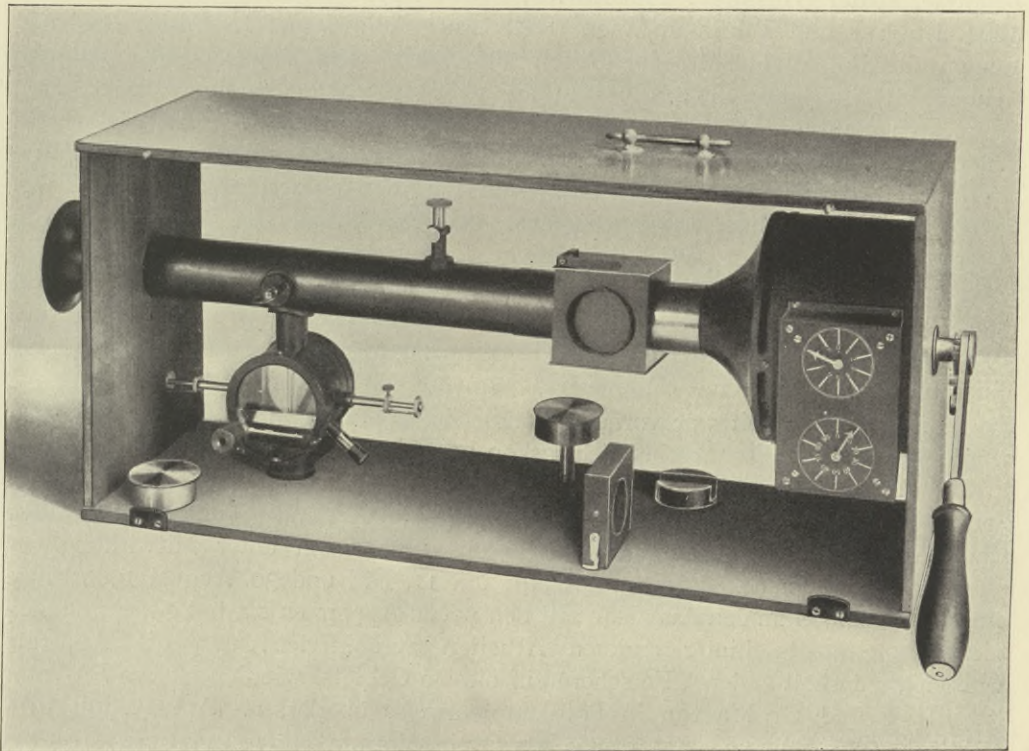
Das luftelektrische Instrumentarium des Observatoriums sei nach Angaben von Herrn Dr. Herath in Lindenberg, der nach der Einziehung des Herrn Bongards zur Armee diesen Zweig der Forschung am Observatorium vertritt, kurz beschrieben.



### Ionen-Aspirationsapparat von H. Ebert.

Elster und Geitel haben an der Hand des von ihnen konstruierten Zerstreungsapparates gezeigt, daß die atmosphärische Luft sich wie ein röntgenisiertes Gas verhält, d. h. man findet darin freie positive und negative Ionen. Sie verfahren bei ihren Versuchen folgendermaßen. Ein gut isolierter, gegen das Potentialgefälle abgeschirmter Metallzylinder wurde mit einem Elektrometer verbunden, und das ganze System bis zu einem bestimmten Betrage aufgeladen. Die von den elektrostatischen Kräften herangezogenen ungleichnamigen Ionen werden dann in einer gewissen Zeit einen Teil der Ladung neutralisieren, was aus dem verringerten

Fig. 215.



Ionen-Aspirationsapparat von H. Ebert.

Ausschlage des Elektroskops zu ersehen ist. Dieser Wert wird aber von vielen Faktoren beeinflusst, von denen als bedeutendster die Windstärke hervorgehoben sei.

H. Ebert suchte nun die Beeinflussung durch den Wind dadurch auszuschalten, daß er sich folgender Anordnung bediente.

Mit Hilfe eines Aspirators, der durch ein Federkraftlaufwerk angetrieben wird, kann ein bestimmtes Quantum Luft durch ein metallisches Rohr gesaugt werden. Dasselbe ist geerdet und dient zugleich als Schutzzyylinder gegen das Potentialgefälle. In seinem Inneren befindet sich koaxial ein metallischer Zylinder, der Spannungskörper, der mit einem Elektroskop verbunden ist.

Wird dieses System aufgeladen, so entsteht zwischen den beiden Zylinderflächen ein Spannungsgefälle, durch das die Ionen beider Art gegen die Wände

getrieben werden. Die Kapazität des Kondensatorsystems ist bestimmbar, auch kennt man das durchgesaugte Luftquantum, es läßt sich also die im Kubikmeter enthaltene Anzahl positiver und negativer Ionen berechnen.

Die genauere Beschreibung dieser hier im Prinzip dargelegten Versuchsanordnung möge an der Hand der Fig. 215, die den Apparat in etwa  $\frac{1}{6}$  der natürlichen Größe wiedergibt, erfolgen.

Der außerhalb des Schutzkastens angebrachte Hebel dient zum Aufziehen des Aspirators, der ähnlich dem Aspirator am Assmannschen Psychrometer aus einem Scheibenpaar von etwa 17.5 cm Durchmesser besteht, das den Luftstrom durch den Schutzzylinder saugt. Ein am Aspirator angebrachtes Zählwerk gestattet, die geförderte Luftmenge direkt abzulesen. Zunächst dem Ventilator ist ein würfelförmiges Gehäuse in das Zylinderrohr eingesetzt, in dem eine vertikal gestellte Scheibe es gestattet, durch horizontale Drehung um  $90^\circ$  das Ansaugrohr bald mit dem Aspirator zu verbinden, bald auch gegen denselben abzuschließen. Im Inneren des Schutzzylinders von 47 mm Durchmesser befindet sich zwischen der eben beschriebenen Umschaltvorrichtung und dem in der Figur links befindlichen Ende des Ansaugrohres der Kondensatorzylinder, der fest auf dem Elektroskop Elster und Geitelscher Konstruktion montiert ist. Um denselben beim Transport zur Verhütung des Schleuderns auch an den Enden festlegen zu können, kann man an Stelle des erweiterten Endes des Schutzzylinders, das während der Ventilation aufgesetzt wird, einen Verschluß mit Rohransatz (siehe Figur, Mitte hinten) anbringen, der sich über das eine Ende des Kondensators schiebt. Ferner ist zum gleichen Zwecke noch ein Rohrstutzen, der unten einen konischen Ausschnitt trägt, einzusetzen, dessen oberen Teil die Figur rechts vom Elektroskop oben auf dem Schutzzylinder zeigt.

Über dem Elektroskop ist fernerhin noch ein Bernsteinstück eingesetzt, das in der Mitte eine Öffnung besitzt, die durch einen Metallstift verschlossen werden kann. Durch dieselbe wird dem Kondensatorsystem die erforderliche Ladung erteilt.

Der Hergang eines Versuches läßt sich etwa folgendermaßen skizzieren:

Zunächst wird der Kondensator durch Abnehmen bzw. Herausnehmen der beiden Transportstützen freigegeben; am Elektroskop werden die beiden Backen, die das Pendeln der Blättchen bei Ortsveränderung verhindern, seitlich herausgezogen. Hierauf wird das Innere des Schutzzylinders durch Aufsetzen eines weiteren Verschlusses (Figur links vorne) und durch entsprechende Stellung der vor dem Aspirator befindlichen Klappe geschlossen. Alsdann erteilt man dem System Elektrometer—Kondensatorzylinder eine gewisse Spannung und erhält durch die in einer gewissen Zeit erfolgte Verringerung des Elektrometersausschlages den Isolationsfehler + Ionisation der im Rohr eingeschlossenen Luft.

Nun wird der Kondensator von neuem auf die anfängliche Spannung gebracht, das Ansaugrohr geöffnet, Verbindung mit dem Aspirator hergestellt und dieser in Gang gesetzt. Aus dem nach einer gewissen Zeit erfolgten Spannungsabfall kann dann unter Berücksichtigung des durch den vorangegangenen Versuch ermittelten Wertes sowie des durchgesaugten Luftquantums und der Kapazität des Kondensatorsystems die Anzahl positiver und negativer Ionen, die ein Kubikmeter der untersuchten Luft enthielt, ermittelt werden.

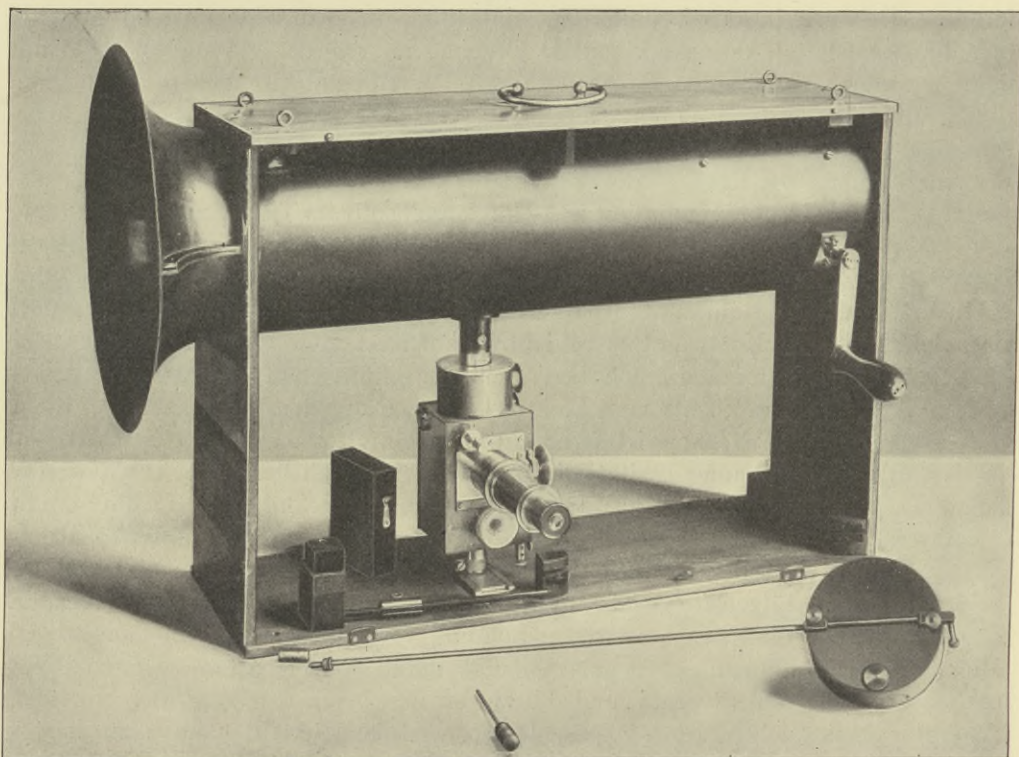
#### Ionen-Aspirationsapparat von Gerdien.

Da aber die Ionendichte und -verteilung nur in Ausnahmefällen längere Zeit konstant bleibt und man bei Verwendung des Ebertschen Instrumentariums min-

destens 15 Min. bedarf, um am Elster-Geitelschen Elektrometer gut meßbare Ausschläge zu erhalten, hat Gerdien einen Apparat gleichen Prinzips, aber mit größeren Abmessungen konstruiert (Fig. 216).

Während der Ebertsche Aspirator etwa 1,7 Liter p.s. fördert, können bei Gerdien, dessen Ventilator durch Handkurbel bewegt wird, bei mäßiger Umdrehungsgeschwindigkeit leicht 7 Liter p.s. angesaugt werden. Auch sind die Abmessungen des Kondensator- und Schutzzyinders bedeutend größer als bei Ebert. Der Kondensator steht mit einem Wullfschen Saitenelektrometer in Verbindung, das an Empfindlichkeit die bei Ebert benutzte Elster und Geitelsche Konstruktion übertrifft.

Fig. 216.



Ionen-Aspirationsapparat von Gerdien.

Durch diese Änderungen erreichte Gerdien, daß die Beobachtungsdauer im Vergleich zu Ebert auf die Hälfte sinkt, obwohl durch Vergrößerung des Kondensatorzyinders die Kapazität des zu entladenden Systems vergrößert wurde.

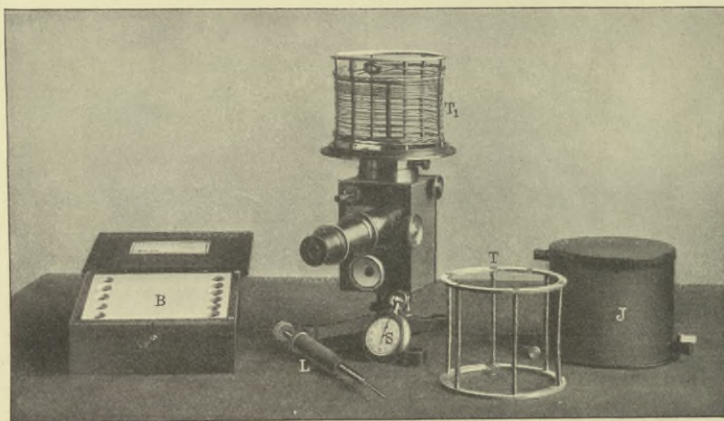
#### **Messungen radioaktiver Vorgänge in der Atmosphäre.**

Die zunehmende Erkenntnis der Bedeutung radioaktiver Vorgänge in der Atmosphäre, die wir den unermüdlichen Forschern Elster und Geitel verdanken, hat auch am Aeronautischen Observatorium zur Aufnahme entsprechender Beobachtungen Veranlassung gegeben, für welche der Assistent Hermann Bongards besondere Vorschläge machte, die sich auf die Untersuchung des Gehaltes der Atmosphäre an radioaktiven Zerfallsprodukten beziehen, welche mit Hilfe der

Drachenaufstiege bis zu tunlichst großen Höhen ausgedehnt werden soll. Die Methode der Beobachtung, wie sie Bongards im IX. Bande der „Arbeiten des Aeronautischen Observatoriums“ (1913) auf S. 414 dargestellt hat, ist folgende. Ein etwa 10 m langer Draht, der durch den Drachendraht geerdet ist, wird durch Drachen in die Luft gehoben, wo er unter dem Einfluß des Erdfeldes ein hohes negatives Potential gegenüber der umgebenden Luft aufweist. Nach der Landung des Drachens wird der Draht auf eine Trommel  $T$  (Fig. 217) gewickelt und in der Stellung  $T_1$  in die Ionisierungskammer  $J$ , die in der Figur abgenommen dargestellt ist, eines Elektrometers nach Wulf gebracht, das mittels eines Ladestabes nach Simpson ( $L$ ) aufgeladen wird. Der Spannungsverlust wird mittels der Stoppuhr  $S$  bestimmt und danach die Abklingungskurve der auf dem Drahte niedergeschlagenen Substanzen gemessen. Die Eichung des Elektrometers geschieht mittels einer Batterie von Normalelementen nach Krüger ( $B$ ).

Da die Elster-Geitelsche Methode keine quantitativen Resultate gibt, wurde ein Drachenapparat konstruiert. In einem geschwärzten Aluminiumrohre  $A$  (Fig. 218),

Fig. 217.

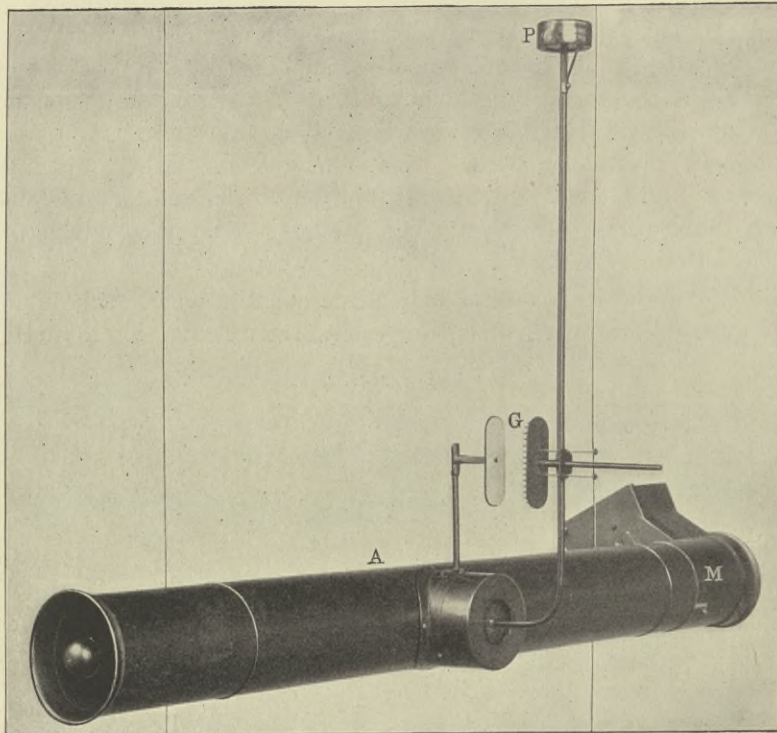


Apparat für radioaktive Untersuchungen nach Elster und Geitel.

das noch von einer Schutzhülle aus Aluminiumfolie umgeben ist, befindet sich ein zylindrischer Zerstreuungskörper dem Außenrohr koaxial isoliert befestigt. Ein radioaktives Ioniumpräparat  $P$  ist mit demselben leitend verbunden, das den Zerstreuungskörper auf das Potential der umgebenden Luft auflädt, während das äußere Rohr geerdet ist. Die Potentialdifferenz soll, um Funkenbildung zu vermeiden, einen bestimmten Betrag nicht übersteigen, was durch einen Potentialregler  $G$  geschieht, durch dessen Entfernung zwischen Spitzen und Platte die Potentialdifferenz nach Bedarf eingengt werden kann. Am Ende des Rohres ist ein registrierendes Anemometer  $M$  angebracht, welches das Luftquantum aufzeichnet, dem die radioaktiven Zerfallsprodukte in dem elektrischen Felde des Zylinderkondensators entzogen werden. Das Instrument wird nach der Landung an Stelle der Ionisierungskammer auf das Elektrometer aufgesetzt, nachdem das Radiumpräparat entfernt und das Anemometer durch einen Deckel ersetzt worden ist, und so der Sättigungsstrom gemessen, den die auf dem geerdeten äußeren Rohre niedergeschlagenen radioaktiven Substanzen zu unterhalten vermögen. In Fig. 219 ist die Anbringung des Apparates am Drachen sichtbar; er wurde nach den Angaben

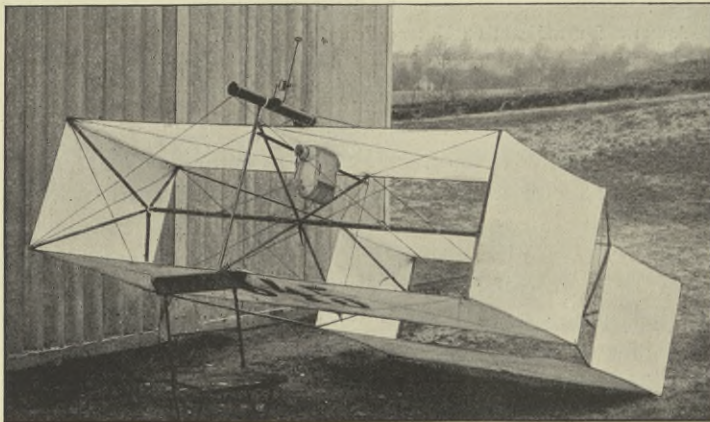
von Bongards in der Mechanikerwerkstatt des Aeronautischen Observatoriums hergestellt, harrt aber jetzt noch der weiteren Verwendung und Vervollkommnung nach den Plänen des zurzeit militärisch behinderten Constructeurs. Fig. 220 stellt

Fig. 218.



Apparat für radioaktive Untersuchungen mittels Drachen nach Bongards.

Fig. 219.



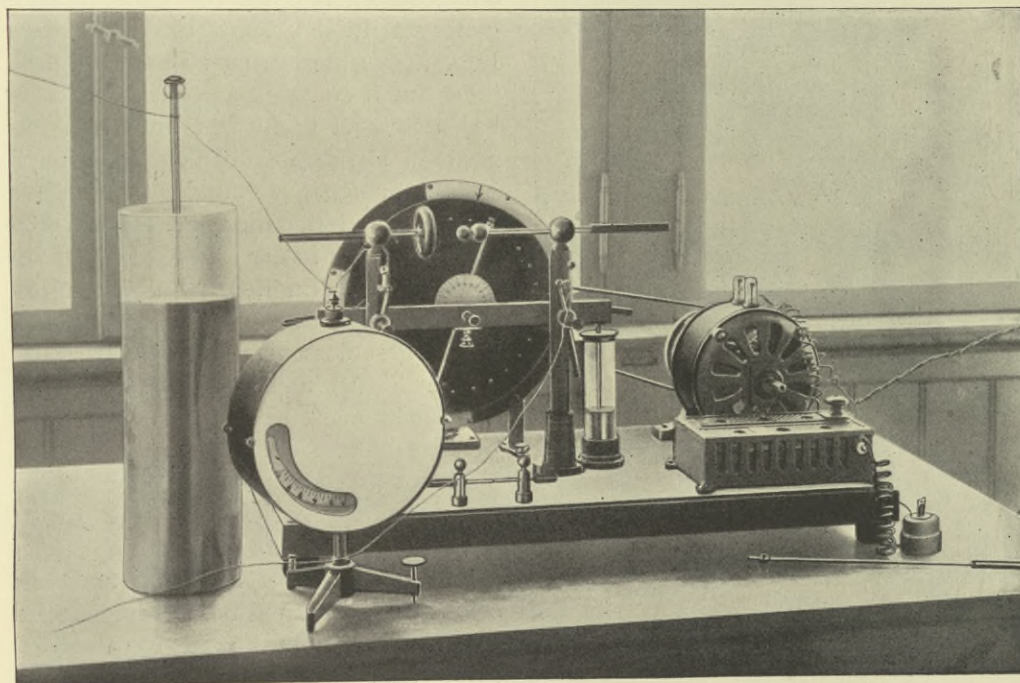
Anbringung im Drachen.

eine für die Versuche erforderliche Starkstrom-Influenzmaschine mit Gleichstrommotor von A. Wehrsen in Berlin dar, die seitens des Observatoriums beschafft worden ist.

Ein erstes interessantes Beispiel für die Bedeutung dieser Forschungen gibt Bongards in einer kleinen Abhandlung „Über die Beziehung zwischen Nebel-

häufigkeit und Gehalt der Atmosphäre an radioaktiven Zerfallsprodukten“, Band IX (1913), S. 411 bis 415, in der er an der Hand der von ihm in Lindenberg angestellten Beobachtungen nachweist, daß die Aktivität der atmosphärischen Luft, welche über weite Landstrecken hinweggestrichen ist, erheblich höher ist als die der vom Meere herkommenden, und daß die Häufigkeit des Nebels in dem gleichen Sinne verteilt ist. Hieraus leitet er die praktischen Sätze ab, daß 1. Nebel in Zentraleuropa im allgemeinen nicht zu erwarten ist, wenn die Wetterlage eine nordöstliche Luftströmung bedingt; daß 2. bei Luftströmungen aus dem nordwestlichen Quadranten Europas nur bei starken Temperaturgegensätzen, vornehmlich im Winter, zuweilen aber auch im Sommer Nebelbildung wahrscheinlich ist, und daß 3. Strahlungsnebel (meist im Herbst) vorzugsweise dann auftreten, wenn Luftströmungen vorherrschen, die weite Strecken

Fig. 220.



Starkstrom-Influenzmaschine mit Gleichstrommotor von A. Wehrsen-Berlin.

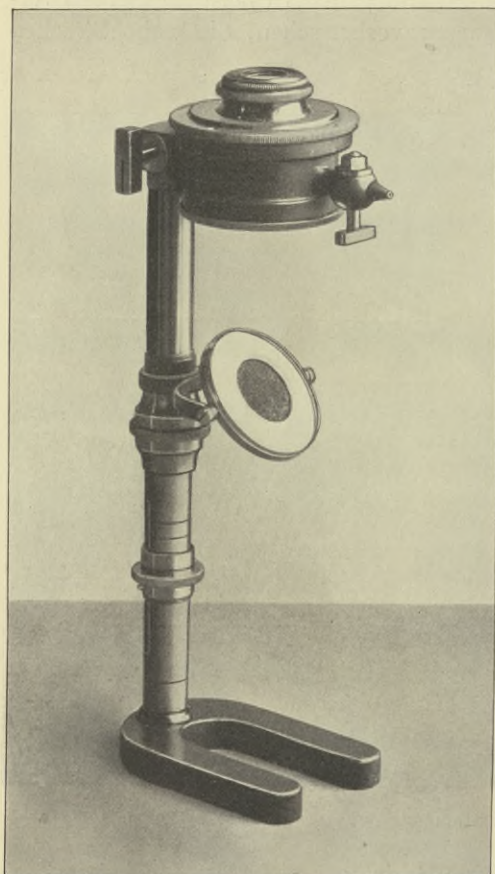
über dem Festlande zurückgelegt haben. Eine Beziehung zwischen den bekanntlich an die Depressionszugstraße *V b* geknüpften ergiebigen Niederschlägen, welche die Hochwasser der Oder verursachen, mit dem Reichtum der Luft an positiv geladenen Teilchen radioaktiver Zerfallsprodukte scheint nicht ausgeschlossen zu sein.

### Staubmessungen.

Die Ermittlung des Staubgehaltes der Luft durch Auszählung der „Staubkörner“ mittels des Aitkenschen Staubzählers wurde seitens des Observatoriums wiederholt bei Freiballonfahrten vorgenommen. Der hierzu nach den Angaben von Prof. Lüdeling in Potsdam vervollkommnete Apparat (Fig. 221) sei hier mit einigen Worten erläutert. Seine Aufgabe besteht darin, die sonst nicht wahrnehm-

baren Staubkörperchen dadurch sichtbar zu machen, daß man Wasserdampf in ihnen verdichtet und ihre auf einer Glasplatte niedergefallene Menge unter einer Lupe auszählt. Die Verdichtung des Wasserdampfes erzielt man dadurch, daß man staubhaltige Luft durch Druckverminderung einer schnellen Expansion unterwirft, wobei die durch den hierbei auftretenden Wärmeverbrauch erfolgende Temperatureniedrigung die Luft unter ihren Sättigungspunkt abkühlt und in den Staubkörpern flüssiges Wasser entstehen läßt. Der Apparat besteht aus einer in der Stativsäule untergebrachten kleinen Stiefelluftpumpe, die durch Einschieben und Herausziehen des

Fig. 221.



Aitkenschers Staubzähler, verbessert durch Lüdelling.

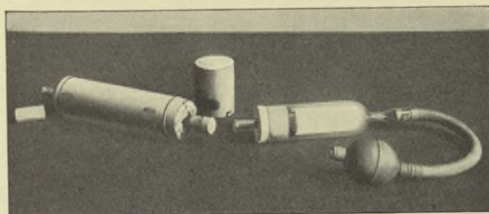
unteren Teiles der Säule, des Kolbens, in den oberen, den Stiefel, betätigt wird. Die am oberen Teile befindliche Dose dient dabei als Rezipient, der unten durch eine Glasscheibe, die in Quadratmillimeter geteilt ist, oben durch eine kräftige Lupe abgeschlossen ist. Dem Zählglase wird durch einen in zwei Achsen drehbaren Spiegel Licht von unten her zugesandt. Mit dem Kolben der Luftpumpe ist ein Schieber verbunden, der längs einer Skala gleitet, die entsprechend dem Verhältnis der in der Luftpumpe und im Rezipienten befindlichen Luftmenge geteilt ist. Bei dem ersten Kolbenzuge, der bei geschlossenem Außenhahn (rechts in der Figur) und geöffnetem Verbindungshahn zwischen Rezipient und Luftpumpe (links sichtbar) gemacht wird, erscheint ein weißer Hauch von winzigen Tröpfchen im Gesichtsfelde der Lupe; dieselben werden bei weiteren Zügen größer und weniger zahlreich und verschwinden, wenn durch fortgesetztes Pumpen die Luft im Rezipienten gereinigt, d. h. staubfrei geworden ist. Man entfernt nun durch Pumpen einen beliebigen Teil der gereinigten Rezipientenluft, z. B.  $\frac{1}{20}$  derselben und läßt durch Öffnen des Außenhahns eine entsprechende Menge der zu untersuchenden

äußeren Luft in den Rezipienten einströmen, in dem sich nun  $\frac{19}{20}$  staubfreie und  $\frac{1}{20}$  staubhaltige Luft befinden. Durch weiteres Abspumpen wird nun das durch einen Mischungsflügel durcheinander gerührte Luftgemisch zum Ausscheiden der Staubteilchen gezwungen, indem es sich mit Wasserdampf übersättigt, der durch befeuchtetes Löschpapier im Rezipienten erzeugt wird. Der Überschuß an Wasserdampf schlägt sich an den Staubkörpern nieder, die dadurch auf das Zählglas fallen und sichtbar gemacht werden. Neuerdings ist der Apparat durch einige Verbesserungen seitens der Herren Dr. Wigand und Dr. Lutze in Halle noch weiter vervollkommen worden.

### Staubsammler.

Bei Gelegenheit des in der Nacht vom 18. zum 19. Mai 1910 erwarteten Durchganges der Erde durch den Schweif des Halleyschen Kometen war seitens des Aeronautischen Observatoriums eine Anzahl der bei den Beobachtungen mitwirkenden Freiballonfahrer mit einem kleinen „Staubsammler“ (Fig. 222) ausgerüstet worden, der nach Angaben des Verfassers von der Apparatenfabrik Dr. Heinrich Göckel in Berlin angefertigt worden war. Derselbe enthält in einem weiten Glasrohre einen glühstrumpfförmigen Filter aus luftdurchlässigem Papier, der Staubteilchen der mittels eines Gummibirnenaspirators hindurchgesogenen Luft auf seiner inneren Oberfläche zurückhält. 9 von den ausgegebenen 15 Staubsammlern waren dabei in Benutzung genommen worden und lieferten bei der Untersuchung keinerlei mit dem Kometenschweif in Zusammenhang zu bringende Staubteile, sondern ausschließlich solche terrestrischen Ursprunges.

Fig. 222.

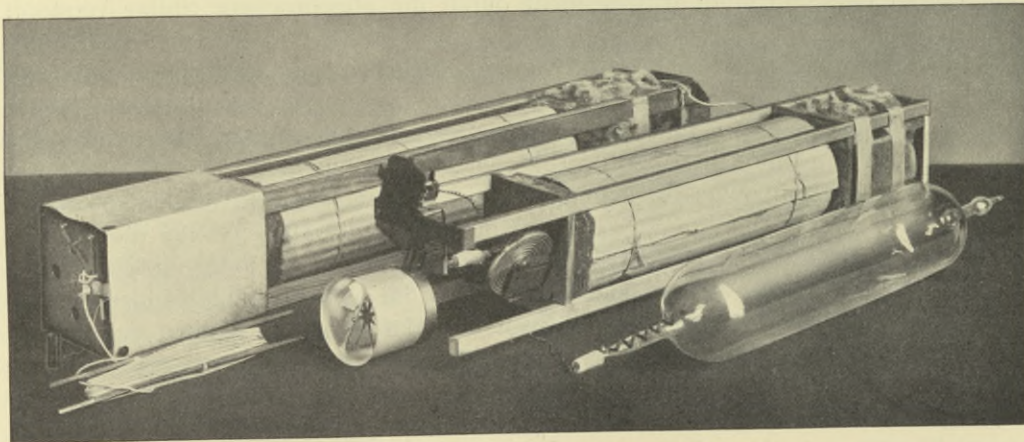


Staubsammler.

### Luftprobensammler.

Bei derselben Gelegenheit wurden seitens des Observatoriums 20 Exemplare eines von Teisserenc de Bort einige Jahre früher konstruierten und wiederholt

Fig. 223.



Luftprobensammler nach Teisserenc de Bort.

benutzten Apparates zur Entnahme von Luftproben an die mitwirkenden Luftfahrer ausgeteilt, von denen 8 in Benutzung genommen wurden und nach den Analysen des Herrn Prof. Dr. Ernst Erdmann in Halle teilweise sehr interessante Ergebnisse über den mit der Höhe (bis 8000 m) zunehmenden Gehalt der Atmosphäre an den Edelgasen Helium und Neon sowie an Wasserstoff geliefert haben; Krypton und Xenon konnten nicht nachgewiesen werden.



Der in Fig. 223 wiedergegebene Apparat sei hier kurz beschrieben.

Das eine Ende eines Röhrengefäßes von 1 Liter Inhalt läuft in eine schwach kegelförmig ausgezogene Spitze von 1 mm Durchmesser und 15 mm Länge aus (siehe die vordere freiliegende Glasflasche); sie wird nahe ihrer Basis von einem Platindraht von 0.2 mm Durchmesser umgeben, der an zwei kleinen Zäpfchen fest sitzt. Der Draht führt zweimal um die Spitze herum, ohne daß sich die beiden Windungen berühren. Die Wickelung ist mit einem Kitt aus Schlemmkreide und Wasserglas völlig bedeckt und dann noch in Asbestpapier eingewickelt. Die luftleer gemachte und zugeschmolzene Röhre wird erst in der Höhe geöffnet, in der man die Luftprobe entnehmen will. Dazu bricht man das überstehende Ende der Spitze ab, sei es, im bemannten Ballone persönlich, sei es durch eine automatische Vorrichtung, wenn es sich um einen Registrierballon handelt (siehe die mittlere Flasche der Figur). Drei Minuten später läßt man einen Strom durch den Platindraht gehen, der von zwei Varta-Akkumulatoren (zu  $1\frac{1}{2}$  Amp. Maximalentladung und 12 Amp.-Stunden Leistung) geliefert wird, die, hintereinander geschaltet, eine Spannung von 4 Volt haben. Nach 3 bis 5 Minuten ist die Glasspitze in der Asbestumhüllung zugeschmolzen und die Luftprobe sicher geborgen. Die gegen dieses Verfahren im Korbe des Freiballones von einigen Seiten erhobenen Bedenken wegen der Gefahr einer Entzündung austretenden Ballongases wurde durch eine vonseiten des Prof. Hugo Erdmann auf Ersuchen des Verfassers ausgeführte Versuchsreihe als gegenstandslos bewiesen. Trotzdem haben sich manche der mitwirkenden Luftfahrer hierdurch von der Benutzung der mitgegebenen Flaschen abhalten lassen. Um die Luftprobe im Laboratorium zu untersuchen, wird über die am anderen Ende der Flasche vorhandene viel stärkere Spitze ein starker Gummischlauch geschoben, der mit einer Luftpumpe, am besten einer Quecksilberluftpumpe, verbunden wird: man bricht dann die Glasspitze durch den Gummischlauch hindurch ab, der so weit sein muß, daß er nicht durch die abgebrochene Spitze verstopft werden kann. Das Abbrechen wird durch einen leichten Feilenstrich erleichtert, den man vor dem Überschieben des Gummischlauches nahe der Spitze anbringt. Die bei den „Kometenfahrten“ gefüllten Flaschen wurden im Laboratorium in der Weise geöffnet, daß die untere Spitze der vertikal befestigten Flasche in eine Quecksilberwanne mit mehr als einem Liter Quecksilber tauchte; die obere wurde mit einer Quecksilberluftpumpe gasdicht verbunden. Danach wurde die untere Spitze unter Quecksilber abgebrochen, das dem Minderdruck der Höhe, in der die Füllung erfolgt war, entsprechend in dem Gefäße aufstieg, einen mehr oder minder großen Teil ihres Volumens erfüllend; schließlich wurde die obere Kapillare innerhalb des Schlauches abgebrochen und der Gasinhalt der Flasche durch Senken der Quecksilberniveaueugel der Luftpumpe in eine vorgelegte Gaspipette gesogen.

Am Aeronautischen Observatorium wurden vier Glasflaschen dieser Art von drei größeren Gummiballonen, am 18. Mai 10<sup>h</sup> 37<sup>m</sup> p. m., am 19. Mai 4<sup>h</sup> 6<sup>m</sup> a. m. (zwei Flaschen mit einem Ballone von 4190 g Gewicht!) und um 7<sup>h</sup> 36<sup>m</sup> a. m. emporgehoben, um Gasproben aus tunlichst großen Höhen zu erlangen. Die Ballone erreichten Höhen von 15410, 10000 und 14580 m, brachten aber sämtlich die Flaschen, zwar unversehrt, aber in geöffnetem Zustande herab. Offenbar hatten die tiefen Temperaturen, die  $-66.3^{\circ}$ ,  $-68.8^{\circ}$  und  $-63.4^{\circ}$  erreicht hatten, das Schmelzen des Glases verhindert, oder den elektrischen Strom der Akkumulatoren geschwächt. Die automatische Vorrichtung zum Abbrechen der Spitze und Einschaltung des Stromes war derartig disponiert, daß, wie die mittlere Flasche der Figur erkennen

läßt, eine Aneroiddose einen kleinen Hammer auslösen sollte, sobald der Ballon zu fallen begann; die Einschaltung des Stromes aber sollte 5 Minuten später durch ein Windrädchen erfolgen, das, durch den Luftwiderstand bei dem Fallen des Ballones in Bewegung gesetzt, erst nach einem Leerlauf entsprechender Länge den Stromschluß bewirkte. Weitere Versuche mit dieser Einrichtung sind seitdem nicht ausgeführt worden, dürften aber für später in Aussicht zu nehmen sein.

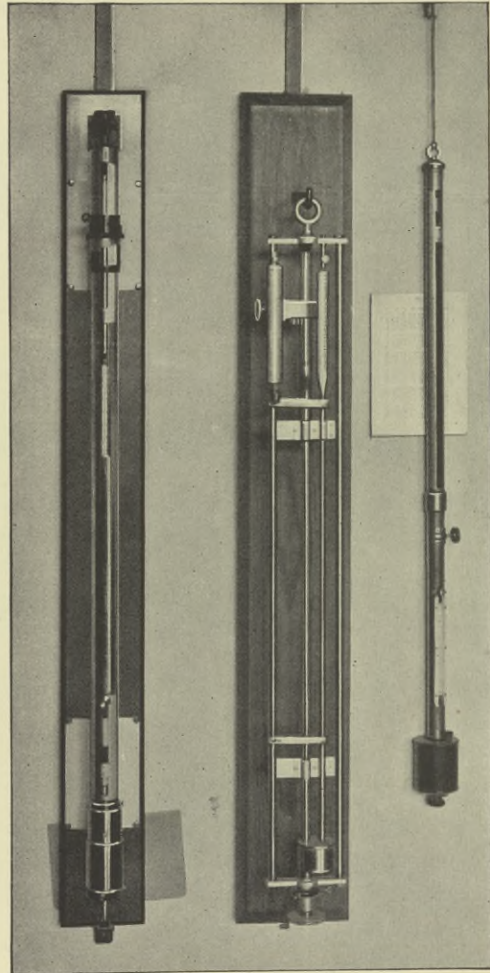
Fig. 224.

Die Beschreibung des speziell aerologischen oder diesem nahestehenden Instrumentariums des Aeronautischen Observatoriums wäre, von kleineren Nebenapparaten abgesehen, mit dem Vorstehenden erschöpft, und es erübrigt nur noch, die im engeren Sinne meteorologischen Einrichtungen und Instrumente kurz aufzuführen und auch, soweit zugänglich, abzubilden, welche das Observatorium als eine „meteorologische Station I. Ordnung“ zu den regelmäßigen Terminablesungen um 7 a., 2 p. und 9 p. benutzt, deren Werte in einer Abschrift allmonatlich an das Königl. Meteorologische Institut in Berlin berichtet werden.

#### Meteorologische Instrumente.

Als Hauptbarometer dient ein Fueßsches Gefäßheberbarometer mit weiter Röhre; zu den gewöhnlichen Terminablesungen ein sorgfältig mit ersterem verglichenes Fueßsches Gefäßbarometer mit reduzierter Skala, dessen Teilung bis 350 mm hinabreicht, da es früher bei Freiballonfahrten verwandt wurde. Als drittes Instrument ist ein Patent-Quecksilberbarometer nach Dr. Schocke vorhanden, das als besondere Eigentümlichkeit eine auf dem Quecksilber des Gefäßes schwimmende Skala, einen Spiegel zur Einstellung auf die Quecksilberkuppe und eine eigenartige Skala zur Reduktion auf 0° besitzt; methodische Vergleichenungen mit dem Normalbarometer haben noch nicht stattgefunden. Die Barometer sind im Instrumentenzimmer des Bureaugebäudes an einer der Sonnenstrahlung entzogenen Innenwand angebracht.

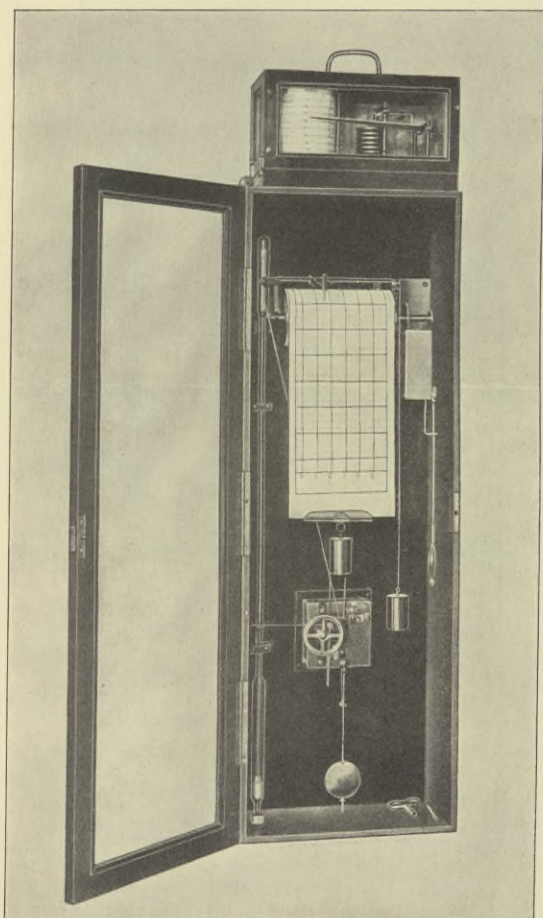
Zur Registrierung des Barometerstandes dient ein älterer Redierscher Barograph (Fig. 225), der aus dem Instrumentarium des Königlichen Meteorologischen Instituts nach Lindenberg übergegangen ist, und zwei Richardsche Barographen.



Gefäß-Heber-  
barometer  
Fueß.      Patent-Quecksilber-  
barometer  
Schocke.      Gefäß-  
barometer  
Fueß.

Bei dem ersteren liegt ein eiserner Schwimmer auf dem Quecksilber des offenen Schenkels eines Heberbarometers, dessen Bewegungen in einfacher Weise auf eine horizontal über das Registrierpapier geführte Schreibfeder übertragen werden. Den eine besondere Präzision der Luftdruckregistrierung nicht erheischenden Zwecken des Observatoriums genügt der Apparat, der natürlich zu Ablesungen nicht benutzt wird, vollständig. Er ist im Arbeitszimmer des Luftfahrer-Warnungsdienstes aufgehängt, wo seine Aufzeichnungen bei der Prognosenstellung zu Rate gezogen werden.

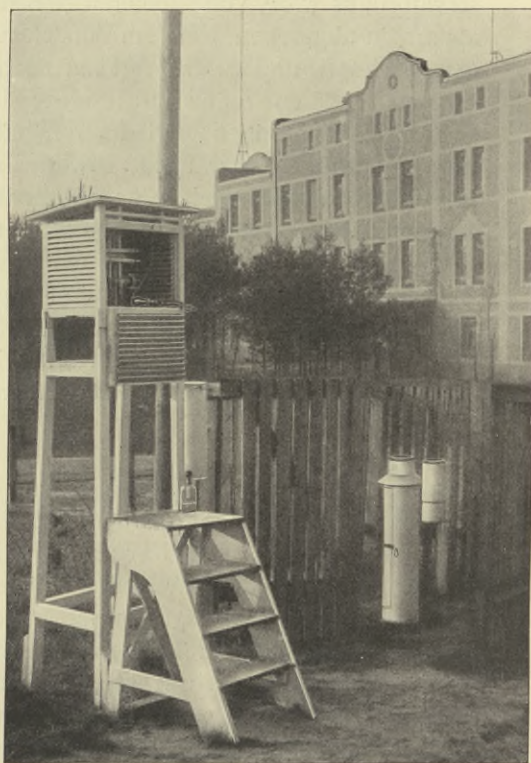
Fig. 225.



Barograph nach Richard.  
Barograph nach Redier.

Die „englische“ Thermometerhütte befindet sich in normaler Aufstellung auf

Fig. 226.



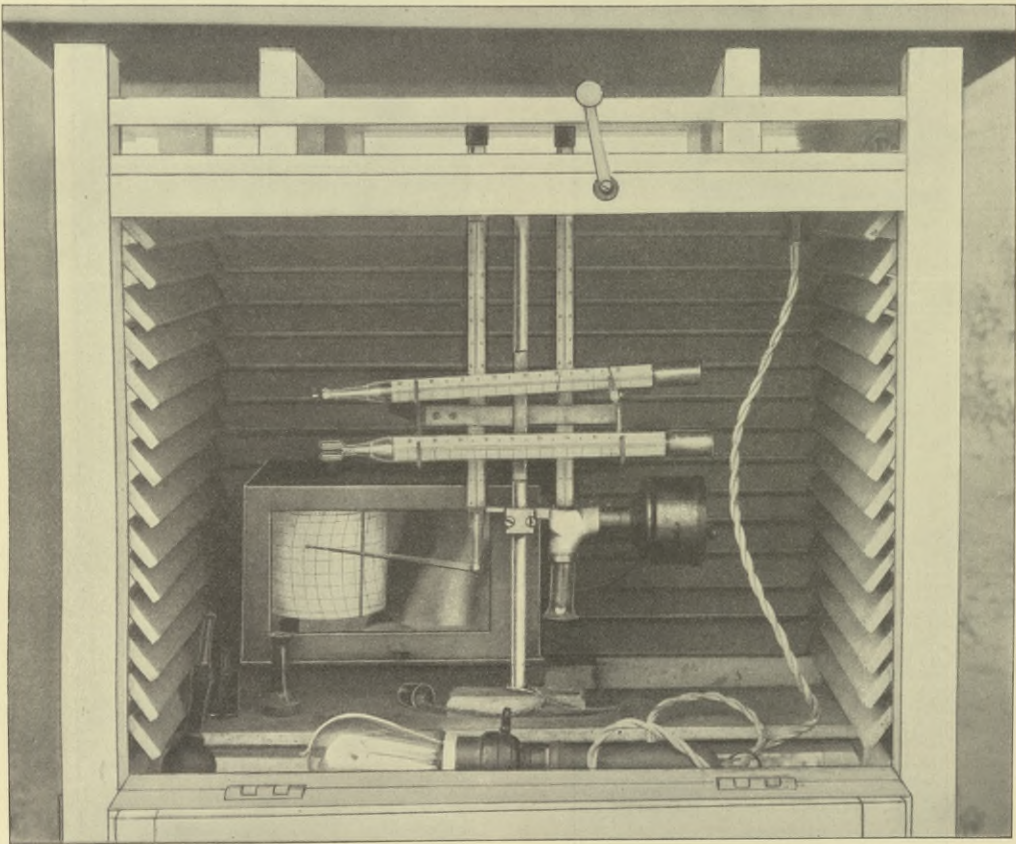
Thermometerhütte. Regenmesser und Ombrograph  
nach Hellmann.

einer ziemlich ebenen Stelle des westlichen Windenhaushügels (Nr. 14 des Lageplanes auf S. 14, Fig. 226); sie enthält (Fig. 227) außer den gewöhnlichen Fußschen Extremthermometern ein Psychrometer mit Assmannschem Psychro-Aspirator, der vor der Ablesung aufgezogen und in Gang gesetzt wird. Das Gefäß des feuchten Thermometers ist von einem Glasrohre umgeben, das nach der Befeuchtung durch einen unteren Korkstöpsel abgeschlossen und erst vor der Ablesung geöffnet wird. Die Befeuchtung erfolgt nach der Terminablesung, sodaß durch den Verschluss des Glashüllrohres der Musselin bis zum nächsten Termine feucht bleibt, während sich in der Zwischenzeit alle etwaigen Überkaltungs- und

Gefrierungsvorgänge abspielen, wodurch die Einstellung mittels des Aspirators bedeutend abgekürzt wird. Der Aspirator erzeugt einen Luftstrom von 1 m.p.s. Geschwindigkeit am Thermometergefäße. Ein Fueßscher Thermograph befindet sich außerdem in der Hütte; die Thermometergefäße sind 2 m über dem Erdboden angebracht. Eine elektrische Handlampe dient zu den Ablesungen bei mangelndem Tageslicht.

An der im Bilde (Fig. 226) rechten Außenseite der Hütte hängt in einem wetterdichten Blechgefäße ein Assmannsches Normal-Aspirationspsychrometer von Fueß, dessen Gehäuse in der Figur über der Ablese-Trittleiter sichtbar ist.

Fig. 227.



Das Instrument wird an allen Terminen abgelesen und dient zur steten Kontrolle der Hüttenthermometer. Das Observatorium besitzt mehrere derartige Instrumente. In der Annahme, daß das vorliegende Buch auch von Nichtfachmännern eingesehen werden dürfte, sei eine kurze Beschreibung an der Hand der Abbildungen (Fig. 228, 229 und 230) gegeben.

Der Zweck des Aspirationsthermometers ist der Ausschluß der Einwirkung der Sonnenstrahlung auf die Messung der Lufttemperatur; dieser wird dadurch erreicht, daß die tunlichst kleinen zylindrischen Thermometergefäße von zwei koaxialen, vernickelten und hochglanzpolierten dünnwandigen Metallrohren umgeben sind, die, wie Fig. 229 unten zeigt, durch einen dünnen Hartgummiring von-

einander thermisch isoliert sind, sodaß eine Wärmeleitung zwischen ihnen nicht stattfindet. Das äußere Hüllrohr absorbiert trotz seiner starken Reflexion einen Teil der zugestrahlten Wärme und gibt diese durch Strahlung auf das innere Hüllrohr ab, das trotz abermaliger Reflexion eine Temperaturerhöhung erfährt, und derselbe Vorgang findet in weiter abgeschwächtem Maße zwischen diesem

Fig. 228.

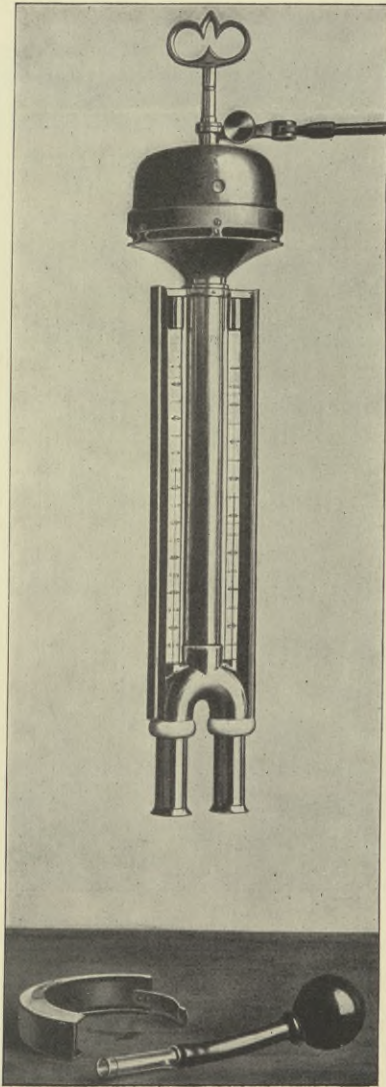
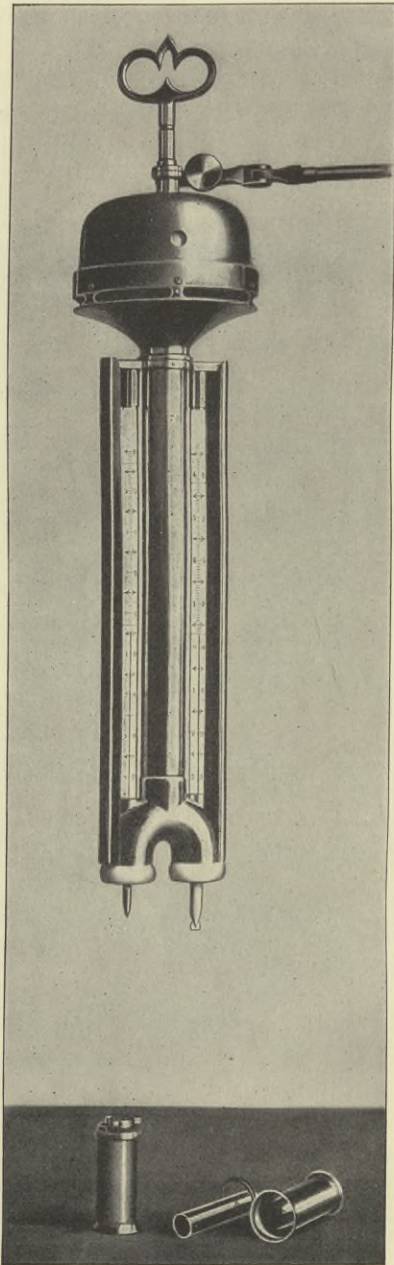


Fig. 229.

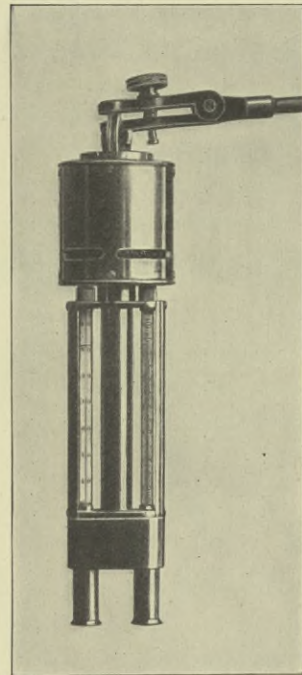


Assmanns Normal-Aspirationspsychrometer, konstruiert von R. Fueß.

und dem eingeschlossenen Thermometergefäße statt. Die Beseitigung dieser Wärme erfolgt nun dadurch, daß ein starker Luftstrom durch das ganze System: Luftraum zwischen den beiden Hüllrohren und Luftraum zwischen dem inneren Hüll-

rohre und Thermometergefäße geführt wird. Der Luftstrom wird durch einen mittels eines Federkraftlaufwerkes bewegten Zentrifugalaspirator erzeugt, der sich im Kopfe des Apparates befindet: die aus dem ringförmigen Spalte ausgeschleuderte Luft wird dem starken Mittelrohre und weiterhin durch die hiermit verbundenen Hüllrohre dem unmittelbar unter dem Instrument befindlichen Raume entnommen, die mit keinem Körper in Berührung gestanden hat, der ihre Temperatur beeinflussen könnte. Diese „massenhafte Lufterneuerung“ „schwemmt“ den geringen Rest der absorbierten Strahlungswärme von dem an beiden Seiten umströmten inneren Hüllrohre vollständig weg, sodaß nunmehr eine Strahlung auf das Thermometergefäß nicht mehr stattfindet, und seine Angaben der „wahren Lufttemperatur“ entsprechen. Die Befeuchtung des mit feinem Musselin umwickelten „feuchten“ Thermometers (Fig. 228) erfolgt durch eine Glasröhre, über die ein Gummibällchen geschoben ist (Fig. 228 auf dem Tische liegend), das mit destilliertem Wasser gefüllt ist und durch einen Quetschhahn abgeschlossen werden kann: man hebt durch leichtes Zusammen drücken des Gummiballes bei geöffnetem Quetschhahn das Wasser bis zu einer Strichmarke des Glasröhrchens und führt dieses dann in das innere Hüllrohr des feuchten Thermometers ein. Es ist einleuchtend, daß die starke Luftströmung, die an den Thermometergefäßen nicht unter eine Geschwindigkeit von 2 m p. s. sinken darf, die Verdunstung des Befeuchtungswassers außerordentlich beschleunigt und dadurch die Sicherheit der psychrometrischen Messungen nicht nur an sich erhöht, sondern diese auch mit anderen vergleichbar macht, die mit der gleichen Ventilationsgröße gewonnen werden. Der oben genannte „Psychroaspirator“ dient demselben Zwecke. Die in Fig. 228 auf dem Tische bemerkbare Halbrinne hat den Zweck, eine Schwächung der Aspiration zu verhindern, die bei sehr starkem Winde durch Erschwerung des Aus tretens der Luft aus dem Aspiratorspalte eintreten könnte; die Halbrinne wird an der „Luvseite“ über den Spalt geschoben. Fig. 230 zeigt ein in gleicher Weise in kleinen Dimensionen konstruiertes Taschen-Aspirationspsychrometer.

Fig. 230.



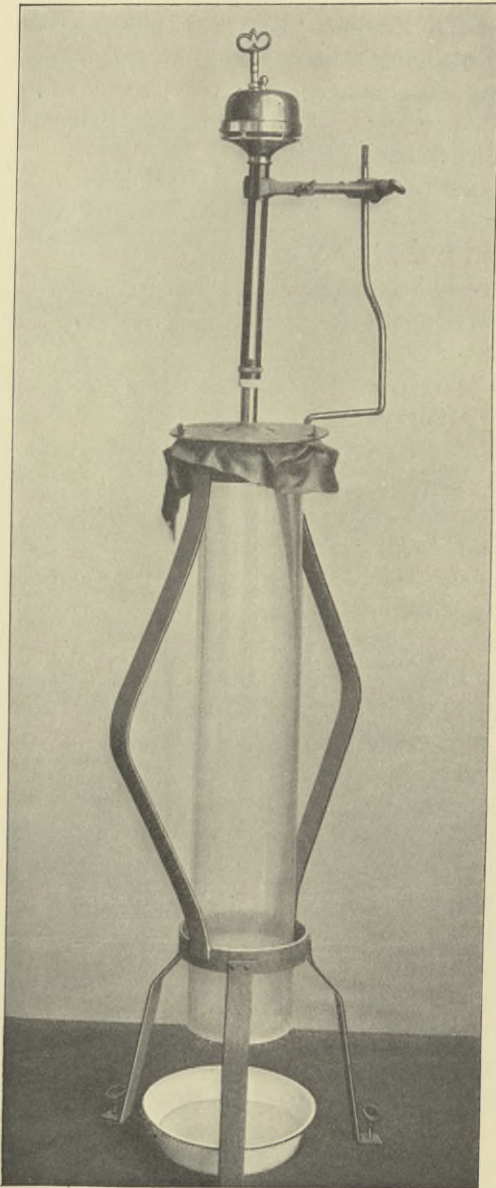
Assmanns Taschen-Aspirationspsychrometer, konstruiert von R. Fueß.

Das Aspirationspsychrometer, dessen tausendstes Exemplar vor kurzem hergestellt und von seinem alleinigen Fabrikanten, Herrn R. Fueß in Steglitz-Berlin, dem Erfinder zum Geschenk gemacht worden ist, gilt in nahezu allen Kulturländern als „Normalinstrument“ und fehlt kaum noch bei einer wissenschaftlichen Expedition, bei welcher die Bestimmung der „wahren Temperatur der Luft“ von Bedeutung ist: das gilt besonders von den Tropen, wo sich die meisten früher gemessenen überaus hohen Temperaturen als stark strahlungsgefälscht erwiesen haben, und für Temperaturmessungen an Bord von Dampfern, wo jede feste Thermometeraufstellung durch die von den Maschinen und Schornsteinen ausgehende Wärme je nach der Wind- und Fahrtrichtung in völlig unkontrollierbarem Betrage beeinflußt wird. Das an der jeweils günstigsten Stelle der Luvseite

exponierte Aspirationsinstrument beseitigt diese Unsicherheiten in der vollkommensten Weise.

An dieser Stelle sei noch ein kleiner Apparat angeführt, der bisher kaum bekannt sein dürfte und welcher den Zweck hat, die wichtigste Funktion des

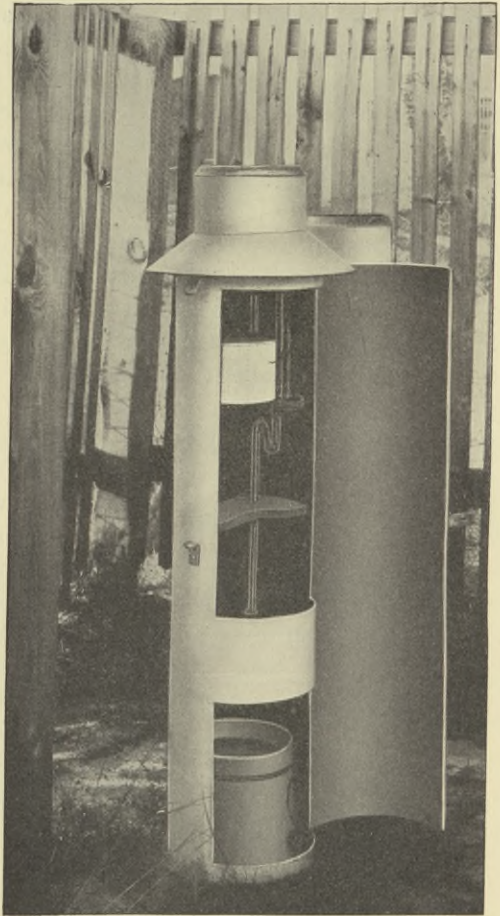
Fig. 231.



Prüfungsapparat für das Aspirationspsychrometer nach Bartsch von Sigfeld.

Aspirationspsychrometers, die Luftstromgeschwindigkeit an den Thermometergefäßen, in einfacher und sicherer Weise zu bestimmen. Die Konstruktion rührt von dem unvergeßlichen Bartsch v. Sigfeld her, dessen eifriger Mitarbeit bei der Ausgestaltung des Aspirationsinstrumentes sich der Verfasser zu erfreuen gehabt

Fig. 232.



Ombrograph nach Hellmann.

hatte. Fig. 231 zeigt einen Glaszylinder von  $5\frac{1}{2}$  Liter Inhalt; seine obere Öffnung ist durch eine dünne Gummimembran (Stück eines Gummiballones) abgeschlossen, durch die beide Hüllrohre eines Aspirationspsychrometers hindurchgeschoben sind.

(In der Figur ist nur ein Rohr sichtbar.) Die Innenfläche des Glaszylinders wird sorgfältig mit Seifenwasser benetzt, das sich auch in einem Napfe entsprechender Größe befindet. Wenn das Aspiratorlaufwerk in Gang gesetzt wird, saugt es die im Glaszylinder befindliche Luft an und schleudert sie aus dem Aspiratorspalt heraus. Man taucht nun den unteren offenen Teil des Zylinders kurz in das Seifenwasser des Napfes ein und verschließt dadurch die Öffnung desselben durch eine Seifenhaut, die durch die Aspiration nach oben gehoben wird und am oberen Rande zerplatzt. Die Zeit, welche erforderlich ist, um diese Seifenhaut bis zu einer dem Inhalt von 5 Litern entsprechenden Strichmarke zu heben, gibt ein Maß für die Menge der bei den Thermometern vorbeiströmenden Luft und unter Berücksichtigung des Luftstromquerschnittes die Geschwindigkeit in Sekundenmetern. Mittels dieses Apparates erfolgt die vom Erfinder ausgeführte Prüfung jedes vom Fabrikanten verkauften Aspirationsinstrumentes.

Die Windmessungen werden den Registrierapparaten auf dem Winden-  
hause (S. 68, Fig. 50 und S. 76, Fig. 56) oder dem Anemoklinographen (S. 222)  
entnommen, die Bewölkung in üblicher Weise durch Schätzung bestimmt.

Die Messung der Niederschläge erfolgt durch einen Hellmannschen Regen-  
messer und einen Hellmannschen Ombrographen (s. Fig. 226 und Fig. 232), die  
von einem den Wind schwächenden Zaune in der Nähe der Thermometerhütte um-  
geben sind. Der Ombrograph beruht auf dem Prinzip eines auf dem angesammelten  
Regenwasser ruhenden Schwimmers, dessen Stand durch einen Zeiger auf einer  
Registriertrommel aufgezeichnet wird; nach Erreichung des höchsten Standes läuft  
das Wasser durch einen Heber ab, und die Feder sinkt wieder auf die Nulllinie.  
Bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkte muß der Apparat außer Tätigkeit  
gesetzt werden.

---



## Der Warnungsdienst für Luftfahrer.

Die ungewöhnliche Häufung von schweren Unglücksfällen, die im Jahre 1910 die deutsche Luftfahrt heimgesucht hatten, gab dem Verfasser Veranlassung, die an einigen Stellen angestellten Versuche zur Nutzbarmachung der meteorologischen Beobachtungen für die Verminderung der aus atmosphärischen Vorgängen entspringenden Gefahren zu einer großzügigen Organisation zusammenzufassen und zu erweitern. Nachdem die Pläne und Vorversuche die Billigung der interessierten Ministerien gefunden hatten, und auch die erforderlichen Mittel bereitgestellt waren, wurde dem Aeronautischen Observatorium in Lindenberg eine besondere Abteilung angegliedert, die den „Warnungsdienst für Luftfahrer“ versieht, der an den amtlichen Öffentlichen Wetterdienst in Nord- und Mitteldeutschland anknüpfte. Eine erste sehr erwünschte, aber unerwartet schwierige „Belastungsprobe“ erfuhr der Warnungsdienst durch seine Beteiligung an dem „Deutschen Rundfluge im Jahre 1911“, für dessen meteorologische Organisation das Observatorium seine Einrichtungen und zwei Beamte, den Technischen Hilfsarbeiter Reger und den Landmesser Oggerin, zur Verfügung gestellt hatte. Der erstere hat einen Bericht hierüber im VII. Bande der „Arbeiten“ (1911) auf S. 223 bis 227 niedergelegt. Bedauerlicherweise wurde die Einheitlichkeit der Organisation durch eigene Maßnahmen einiger Wetterdienststellen behindert.

Die wesentlichste neue Grundlage des Warnungsdienstes wurde in der Errichtung eines Netzes von 15 Pilotstationen geschaffen, die tunlichst täglich in den Frühstunden Aufstiege ausführten und deren Ergebnisse sofort telegraphisch nach Lindenberg meldeten, wo dieselben in Gestalt eines Sammeltelegrammes wiederum telegraphisch an die einzelnen Wetterdienststellen weitergegeben wurden, um auch diese in den Besitz rezenten Beobachtungsmaterials zu setzen, das ihnen für die allgemeine Witterungsprognose nützlich sein konnte. Das Observatorium Lindenberg hatte schon vorher zu dem gleichen Zwecke seine frühen Morgenbeobachtungen an die Wetterdienststellen telegraphiert, einerseits, um die bei der Pilotballonmethode unvermeidlichen Lücken bei unsichtiger Luft zu schließen, andererseits, um zu Versuchen anzuregen, die in den oberen Luftschichten gefundenen Verhältnisse mit den darauffolgenden Witterungserscheinungen in Beziehung zu bringen, und so eine Grundlage für die „auf einem toten Punkte“ angelangte Wetterprognose zu gewinnen. Dieser täglichen Berichterstattung schloß sich später auch die Drachenstation am Bodensee an, nachdem sich eine geographische Teilung des Warnungsdienstes als vorteilhaft empfohlen hatte, bei der Lindenberg als Hauptzentrale und Frankfurt a. M. als Nebenzentrale fungierte. Ganz besondere Aufmerksamkeit wurde der frühzeitigen Warnung der Luftfahrer vor Gewittern und Böen zugewandt, deren unvorhergesehenem Auftreten mehrfach schwere Havarien

von Luftfahrzeugen gefolgt waren. Nach mehrfachen organisatorischen Vorversuchen richtete der Verfasser einen Gewittermeldedienst mit Hilfe von mehr als 600 über ganz Deutschland verteilten Postämtern mit Morsebetrieb ein, welche sich bereit erklärt hatten, jedes in ihren Leitungen angekündigte oder von ihnen selbst wahrgenommene Gewitter und jede Böe sofort telegraphisch nach Lindenberg zu melden, die west- und südwestdeutschen Postämter aber nach Frankfurt a. M. Auf diese Weise wurde es möglich, selbst über die in den entferntesten Gegenden Deutschlands auftretenden Gewitter und Böen in weniger als einer halben Stunde Nachricht zu erhalten und an der Hand derselben gut begründete Warnungen an die übrigen Wetterdienststellen oder direkt an Luftfahrer auszusenden, die an ihnen ein Interesse hatten. Die Ausführung näherer Einzelheiten würde an dieser Stelle zu weit führen, weshalb nur noch einige Notizen sowie eine kurze Übersicht über die Inanspruchnahme des Warnungsdienstes im Jahre 1913 gegeben werden sollen, welche der Leiter dieser Abteilung, Hermann Bongards, im IX. Bande der „Arbeiten des Observatoriums“ (1913), S. 507 bis 510 veröffentlicht hat.

Die Anzahl der Pilotstationen nahm im Jahre 1913 auf 21 zu, nachdem sich das Marineluftschiffsdetachment mit einigen Küstenstationen beteiligt hatte. Eine Reihe von Unfällen, die durch dichten Nebel verursacht waren, führte zur versuchsweisen Ausdehnung der Meldungen auf das Auftreten von Nebel nach einer vereinbarten „Sichtigkeitsskala“. Die Einrichtung hat sich in einigen Fällen bei Nachtfahrten von Luftschiffen, die funkentelegraphisch benachrichtigt wurden, wohl bewährt. Die Anfragen von Luftfahrern über die Aussichten von Fahrten mit ganz bestimmtem Programm, wie bei Zielfahrten, oder auch bei Weitfahrten, bei denen die See oder die russische Grenze vermieden werden soll, nicht selten auch Aufstellung eines Zieles selbst, das in einer vorher bestimmten Zeit erreicht werden soll, stellten vielfach neue und interessante Anforderungen an das Personal des Warnungsdienstes, der sich „in Permanenz erklären“ mußte, um zu jeder Tag- und Nachtzeit bereit zu sein. Außer dem Leiter der Abteilung, Herrn Bongards, war als wissenschaftliche Hilfskraft noch Herr Karl Scholtz angenommen worden, denen zwei Telegraphisten, die zugleich den funkentelegraphischen Dienst zu versehen hatten, beigegeben waren.

Der Umfang der hierbei zu bewältigenden Arbeit läßt sich unter anderem aus der Zahl der eingelaufenen Pilottelegramme ermessen, die z. B. im Jahre 1913 nicht weniger als 2050 betragen hat. Am Schlusse des IX. Bandes der „Arbeiten“ ist von K. Scholtz eine Zusammenstellung derselben gegeben: 529, d. h. 25,8 % hatten die Höhe von 4000 m überschritten, ein Material, das für eine Bearbeitung wohl geeignet wäre.

Ferner gehen an gewitterreichen Tagen binnen weniger Stunden zahlreiche telegraphische Meldungen seitens der 600 mitwirkenden Postämter ein, von denen etwa ein Drittel nach Frankfurt a. M., die anderen nach Lindenberg berichtet. An solchen Tagen muß dann mit Anspannung aller Kräfte gearbeitet werden, um die Meldungen in eine Karte einzutragen und die erforderlichen Warnungen schleunigst zur Absendung zu bringen.

Die für die Prognose besonders wichtige Hamburger Abenddepesche erforderte einen regelmäßigen Nachtdienst, der sich auf die Beamten des Warnungsdienstes verteilte.

Übersicht über die im Jahre 1913 seitens des Luftfahrerwarnungs-  
dienstes abgegebenen Prognosen. Hauptzentrale Lindenberg.

a) Prognosen.

	Militär-			Sonstige			Summe	Vorjahr
	Luft- schiffe	Flug- zeuge	Frei- ballone	Luft- schiffe	Flug- zeuge	Frei- ballone		
Januar . . . . .	—	—	8	1	—	14	32	16
Februar . . . . .	1	—	16	4	1	13	35	19
März . . . . .	3	3	14	7	1	23	51	17
April . . . . .	20	12	26	—	—	16	74	79
Mai . . . . .	5	1	18	1	2	23	70	82
Juni . . . . .	2	5	7	16	8	11	49	100
Juli . . . . .	11	3	3	10	11	20	58	52
August . . . . .	18	3	2	5	9	15	52	52
September . . . . .	13	14	2	5	32	20	86	41
Oktober . . . . .	5	30	11	1	52	14	113	21
November . . . . .	7	1	11	3	1	12	35	28
Dezember . . . . .	5	—	9	—	20	12	46	22
Jahr . . . . .	110	72	127	53	137	193	692	529

b) Gewitterwarnungen.

	Wetter- dienst- stellen	Marine- Luft- schiffe	Militär-			Sonstige			Summe
			Luft- schiffe	Flug- zeuge	Frei- ballone	Luft- schiffe	Flug- zeuge	Frei- ballone	
März . . . . .	1	1	—	—	—	—	—	—	2
April . . . . .	17	8	—	—	—	—	—	1	26
Mai . . . . .	57	16	1	—	—	—	2	5	81
Juni . . . . .	35	7	1	—	—	10	1	—	54
Juli . . . . .	34	11	1	—	—	17	3	1	67
August . . . . .	32	15	1	2	—	1	—	—	51
September . . . . .	20	6	19	—	—	2	—	—	47
Oktober . . . . .	9	7	—	—	—	—	—	—	16
November . . . . .	1	—	—	—	—	—	—	—	1
Dezember . . . . .	2	1	—	—	—	—	—	—	3
Jahr . . . . .	208	72	23	2	—	30	6	7	348

Luftfahrerauskünfte im ganzen 1040.

Nebenzentrale Frankfurt a. M.

	Militär- und Marine-			Sonstige			Summe	Vorjahr
	Luft- schiffe	Flug- zeuge	Frei- ballone	Luft- schiffe	Flug- zeuge	Frei- ballone		
Januar . . . . .	—	1	—	—	—	1	2	3
Februar . . . . .	—	1	—	3	—	—	4	3
März . . . . .	33	2	—	2	—	8	45	8
April . . . . .	88	3	—	15	—	—	106	78
Mai . . . . .	59	1	—	30	1	12	103	87
Juni . . . . .	30	14	—	37	1	5	87	44
Juli . . . . .	87	8	5	16	3	15	134	54
August . . . . .	80	5	5	19	4	5	118	30
September . . . . .	54	30	—	42	14	9	149	51
Oktober . . . . .	30	18	—	14	15	11	88	27
November . . . . .	21	—	—	41	2	7	71	12
Dezember . . . . .	—	1	—	9	—	4	14	5
Jahr . . . . .	482	84	10	228	40	76	921	402

Bei beson- (Kriegsmäßige Ballonverfolgung des Frankfurter Vereins für Luftfahrt . . . . . 5  
deren Ver- (Bodensee-Wasserflug . . . . . 20  
anstaltungen (Prinz Heinrich-Flug 1913 . . . . . 40  
Summa . . . . . 986

Die Zusammenstellung läßt erkennen, daß der Luftfahrerwarnungsdienst einem Bedürfnisse der deutschen Luftfahrt entspricht, der sich auch auf die Militär- und Marineluftfahrt erstreckt. Die später für notwendig erachtete Einrichtung eines eigenen „militärischen Wetterdienstes“ darf als ein weiterer Beweis für die Nützlichkeit der am Aeronautischen Observatorium geschaffenen vorbildlichen Einrichtungen gelten: in den jetzigen Kriegswirren dürfte die Organisation einer starken und ernsten Belastungsprobe unterworfen sein.

### **Die Funkenstation des Aeronautischen Observatoriums.**

Der Nutzen des Luftfahrerwarnungsdienstes hängt in erster Linie von der Möglichkeit ab, den Luftfahrer zu einer Zeit zu benachrichtigen oder zu warnen, die ihm gestattet, die durch die Meldung veranlaßten Maßnahmen rechtzeitig zu treffen. Für auf der Fahrt befindliche Luftschiffe kann das auf keinem anderen Wege als durch die Funkentelegraphie geschehen, und die Möglichkeit, auch Flugzeuge und Freiballone wenigstens mit funkentelegraphischen Empfangsapparaten auszurüsten, mußte die Aussicht eröffnen, auch diesen Warnungen und Auskünfte zu übermitteln. Aus diesen Erwägungen entstand der Plan, am Observatorium eine tunlichst für ganz Deutschland ausreichende Funkenstation einzurichten, und die von privater Seite dem Direktor für wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung gestellten Mittel konnten keine fruchtbarere Verwendung finden als für diesen eminent nützlichen Zweck. Mit demselben ließ sich auch noch eine weitere Aufgabe verbinden, die aus einer Gefährdung von Luftschiffen und Flugzeugen durch die Drachendrächte des Observatoriums selbst entspringt, besonders wenn während der Nacht oder bei tiefliegenden Wolken oder Nebel dessen Flugkörper nicht wahrnehmbar sind. Obwohl die auf S. 71 bis 76 beschriebenen „Leuchtfener“ dem gleichen Zwecke dienen, erschien es doch geboten, auch am Tage den mit entsprechenden Apparaten versehenen, bei ihren Fahrten nicht selten die Nähe von Lindenberg passierenden Luftschiffen eine Warnung auf weitere Entfernung zu stellen zu können. Diesen doppelten Zwecken dient nun die im folgenden beschriebene Funkenstation des Aeronautischen Observatoriums.

Der Station waren vom Reichspostamt zur Ausübung ihrer Aufgabe zwei Sendewellenlängen vorgeschrieben worden, und zwar eine solche von 1500 m zur Übermittlung von Wetternachrichten und Wetterwarnungen, und von 200 m zur Übermittlung von Warnungen vor den Drachendrächten. Außerdem war bestimmt worden, daß die mit der kleinen Wellenlänge ausgesandten Zeichen sich in irgend einer Form von den normalen heute benutzten unterscheiden sollten, damit sie den Luftfahrern, die mit Empfangsapparaten ausgestattet sind, leichter auffallen; die Reichweite dieser Wellenlänge wurde auf 50 km beschränkt.

Die Station ist daher in der Weise ausgerüstet worden, daß sie die 1500 m-Welle mit „tönenden Löschfunken“, die 200 m-Welle mit „Knallfunken“ aussendet. Im Telephon des Empfängers erzeugen die ersteren einen reinen Ton von der Tonhöhe 1000, die letzteren ein scharfes Knattern. Außerdem unterscheiden sich die beiden Sendarten dadurch, daß die 1500 m-Welle sehr ungedämpft ist, und demnach Empfänger, die nicht annähernd auf 1500 m abgestimmt sind, nicht gestört werden. Die 200 m-Welle dagegen ist stark gedämpft, sodaß sie auch dann noch gehört wird, wenn ein Empfänger auf bedeutend höhere Wellen

abgestimmt ist als 200 m: es wird dadurch erreicht, daß die Luftfahrer durch das außergewöhnliche Knattern der Zeichen aufmerksam gemacht werden.

Um die Station möglichst günstig für beide Wellen, 1500 m und 200 m, zu bauen, wurde sie mit zwei Luftleitern ausgestattet. Es hätte sonst Schwierigkeiten gemacht, eine größere Antenne, wie sie für 1500 m notwendig ist, soweit zu verkürzen, daß sie mit einigem Nutzeffekt eine Welle von 200 m aussenden konnte.

Als Antennenform wurde für die große Antenne eine zweidrätige T-Antenne gewählt. Als Träger für diese Antenne dienen zwei Masten, von denen der eine aus Stahlrohr, umlegbar angeordnet und auf dem Beamtenwohnhaus des Observatoriums errichtet wurde. Seine Höhe über Dach beträgt 21 m, die Höhe seines Standpunktes über der Erde etwa 11 m, sodaß er insgesamt 32 m über der Erde hoch ist.

Der andere Antennenträger wurde in einer Entfernung von 150 m auf der eisernen Ballonhalle errichtet. Es ist ein ebenfalls umlegbarer Holzmast von 8 m Höhe, der sich mit seiner Spitze infolge der Höhe der Ballonhalle etwa 18 m über der Erde befindet. Die Kapazität dieser Antenne beträgt etwa 1500 cm, ihre Eigenwelle etwa 550 m.

Als Luftleiter für die kleine Wellenlänge wurden zwei senkrecht zur Spitze des ersten Mastes hinaufgeführte Drähte gewählt, deren oberes Ende sich etwa 28 m über dem Erdboden befindet. Die Eigenwelle dieser Luftleiteranlage beträgt etwa 180 m, sodaß sie zum Aussenden der 200 m-Wellenlänge äußerst günstig ist.

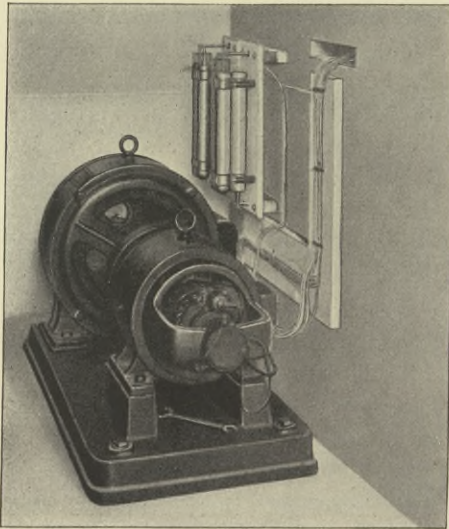
Als Erdung der Station wurde zunächst der Blitzableiter benutzt, der sich, obwohl er an das weitverzweigte Wasserleitungsnetz aus verzinkten Eisenrohren angeschlossen ist, als nicht ausreichend erwies. Es wurde daher ein besonderes Erdnetz verlegt, das jedoch nur teilweise

bis ins Grundwasser geführt werden konnte, da dieses auf dem Hügel, der das Beamtenwohnhaus trägt, zu tief liegt: trotzdem ist die Erdleitung recht gut.

Das Tönen der Zeichen moderner Stationen für drahtlose Telegraphie wird durch Verwendung von hochperiodigem, im allgemeinen 400- bis 600-periodigem Wechselstrom zur Speisung des Transformators und der Funkenstrecke erzielt. Zur Erzeugung von Knallfunken sehr großer Dämpfung dagegen ist es notwendig, daß in der Funkenstrecke höchstens 50 bis 80 Funken pro Sekunde zur Entladung kommen. Die Aufgabe war, beide Arten der Zeichengebung mit der gleichen Wechselstrommaschine zu erzielen.

Zur Erzeugung des Wechselstromes wurde ein Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer (Fig. 233) aufgestellt, der aus einem von der Kraftanlage des Observatoriums gespeisten Gleichstrommotor für 220 Volt und einem Wechselstrom-generator für 400- bis 600-periodigen einphasigen Wechselstrom besteht. Die

Fig. 233.



Umformer.

Leistung des Motors beträgt 4 PS, des Generators 2.2 KVA. Die Periodenzahl des Generators wird durch Nebenschlußregulierung der Tourenzahl des Antriebsmotors von 1250 bis 1750 Touren pro Minute innerhalb der Grenzen von 400 bis 600 Perioden variiert.

Um die gleiche Maschine und den gleichen Wechselstrom für die Knallfunken zu verwenden, wurde an Stelle eines normalen Transformators ein besonderer Transformator gebaut.

Der Sender arbeitet nach dem von Wien angegebenen Verfahren der Stoß-erregung mit tönenden Löschkunken (System Huth). Sein Hauptmerkmal ist die offene Löschkunkenstrecke, d. h. eine Funkenstrecke, bei der die Funken frei an der Luft übergehen. Außerdem arbeitet die Station mit variabler Kopplung zwischen der Antenne und dem Luftleiter, sodaß es möglich ist, stets, z. B. bei Änderungen des Luftleiters durch Witterungseinflüsse, eine Nachkontrolle der Kopplung zwischen Luftleiter und primärem Stoßkreise vorzunehmen und damit den Wirkungsgrad der Station auf gleicher Höhe zu erhalten.

Fig. 234 zeigt den Sender, der nach dem Schalttafelprinzip gebaut ist, d. h. so, daß alle seine Teile vor und hinter einer Marmortafel angeordnet sind. Das Handrad dient zu der eben erwähnten Regulierung der Kopplung; rechts ist die achteilige Löschkunkenstrecke befestigt, von der mittels des Kurzschlußbügels eine beliebige Anzahl von Funkenstrecken kurz geschlossen werden kann; links ist das Antennenampèremeter angebracht, das die im Luftleiter schwingende Hochfrequenzleistung anzeigt. Außerdem sind je zwei Paar von Stöpselbuchsen sichtbar. In den mit 1500 m bezeichneten Buchsen sind auf der Figur Stöpsel eingeschoben, d. h. die Station ist für 1500 m Wellenlänge mit tönenden Löschkunken sendebereit. Werden die drei Stöpsel in die mit 200 m bezeichneten Buchsen eingeführt, so ist die Station für 200 m mit Knallfunken fertig zum Senden.

Die Funkenstrecke sowie die Batterie Leidener Flaschen und die Selbstinduktion des Senders der 200 m-Welle befindet sich hinter der Schalttafel. Das über der Schalttafel befindliche aus Flachkupferbandspulen bestehende Selbstinduktionsvariometer wird durch Auf- und Abschieben der hellen Hülse auf dem Tragrohr der Schalttafel rechts betätigt und dient zur feinen Nachregulierung der Antennenwellenlänge, um eventuelle kleine Änderungen des Luftleiters aus-

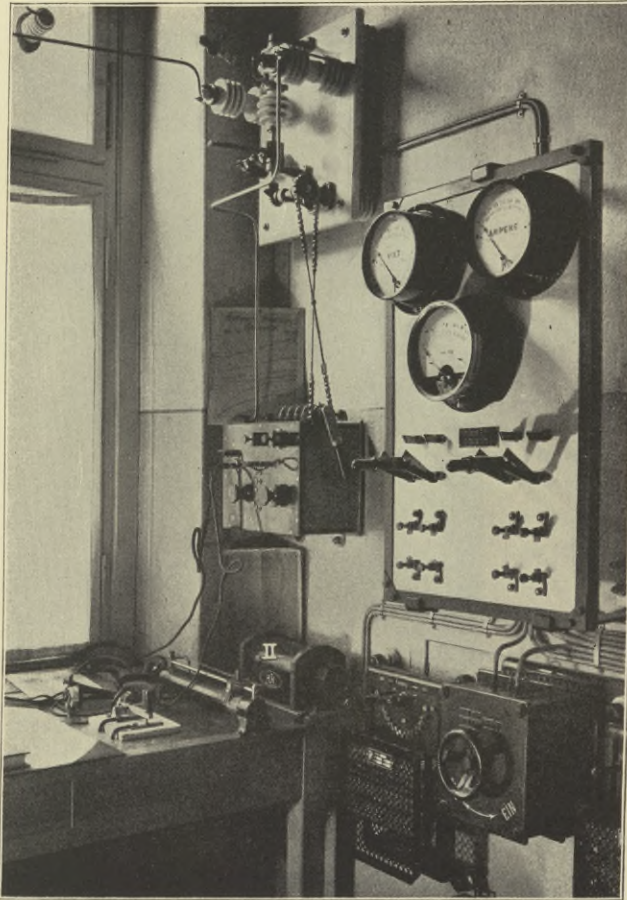
Fig. 234.



Sendeapparat.

zugleichen. Die beweglichen Zuführungen zu dem Antennenvariometer befinden sich innerhalb von Teleskoprohren, sodaß ein lästiges Herumhängen der Zuleitungsschnüre unmöglich wird. Der Transformator (Fig. 234, I) mit drei Ausführungsisolatoren ist besonders konstruiert und so gebaut, daß er mit der gleichen Drossel (Fig. 235, II) bei Benutzung eines bestimmten Paares der beiden isolierten Ausführungen in Resonanz für 500 Perioden mit einer Flaschenkapazität von 24000 cm (für die 1500 m-Welle), bei Austausch einer der beiden Ausführungen gegen die dritte in Resonanz mit der Primärkapazität von 3000 cm des Erregerkreises des

Fig. 235.



Empfangsapparat.

Knallfunkensenders so arbeitet, daß bei einer bestimmten Erregung des Wechselstromgenerators nur 50 bis 80 Funken pro Sekunde zur Entladung kommen. Bei voller Leistung des Senders, d. h. wenn er mit allen acht Funkenstrecken arbeitet, fließen im Luftleiter bei Benutzung der 1500 m-Welle 13 bis 14 Amp. Die Reichweite der Anlage beträgt dann bei Tage etwa 450 bis 500 km über Land\*). Diese läßt sich durch Benutzung einer kleineren Funkenstreckenzahl in Verbindung mit der Regulierung der Erregung des Wechselstromgenerators beliebig geringer einstellen. Die Empfangsanlage besteht aus einem Empfänger des Typs E 11, wie ihn Fig. 235 zeigt. Der Empfänger ist mit einem aperiodischen Detektor aus gestattet, der kontinuierlich variabel mit der Antennenverlängerungsspule gekoppelt werden kann, und so dem Empfänger trotz seiner Einfachheit alle Vorteile der losen Kopplung bietet. Der Empfänger besitzt daher einen sehr hohen Grad von Störungsfreiheit. Sein Wellenlängenbereich erstreckt sich von 200 bis 2200 m, sodaß die sämtlichen in Betracht kommenden Wellenlängen von Luftschiffen und auch die Zeitsignale und Wetternachrichten aufgenommen werden können. Die Herstellung der kontinuierlichen Wellenskala erfolgt durch Einführen des

\*) Die tatsächlich erzielte Tagesreichweite überschreitet 500 km, wie der einige Zeit lang unterhaltene tägliche Verkehr mit der Radio-Großstation in Königsberg i. Pr., 530 km Entfernung, bewiesen hat.

Doppelstöpsels in die einzelnen Buchsenpaare in Verbindung mit der Drehung des rechten Drehknopfes über der Skala von 0 bis 180°. Der linke Drehknopf dient zur Einstellung der Kopplung. Der Empfänger ist mit zwei Detektoren ausgestattet, die wahlweise eingeschaltet werden können, sodaß ein Versagen des Empfängers, falls etwa ein Detektor durch Luftstörungen plötzlich zerstört wird, fast unmöglich ist. Außerdem gestattet er den gleichzeitigen Empfang mit zwei Telephonen. Die Umschaltung von Senden auf Empfang wird durch den Sendeempfangsumschalter ausgeführt, der die Antenne an den Sender anlegt, dabei gleichzeitig den primären Wechselstrom einschaltet und die Sicherheitsschalter betätigt, die den Empfänger und besonders die Detektoren gegen die Senderströme schützen. Durch Umschalten auf Empfang wird die Antenne an den Empfänger angelegt, der primäre Wechselstrom doppelpolig unterbrochen, und der Empfänger empfangsbereit gemacht.

Die Station ist in einem kleinen besonderen Stationsraume untergebracht, der so gewählt wurde, daß eine besonders einfache Antennenzuführung ermöglicht wurde. Die Fig. 234 und 235 zeigen die Station fertig montiert. Auf Fig. 234 sieht man den Sender fertig zum Geben mit der 1500 m-Welle, ferner den Transformator (I) unter der Schalttafel, die Spulen, und die Flaschen des Erregerkreises des Knallfunkensenders hinter der Schalttafel. Auf Fig. 235 sieht man Anlasser und Tourenregler des Umformermotors, den Erreger, sowie auf dem Tisch den Schiebewiderstand, der zur Regulierung der Erregung des Wechselstromgenerators und somit zur Toneinstellung dient. Außerdem ist die Schalttafel mit den Schaltern, Sicherungen und Instrumenten, die Primärdrossel (II), der Taster, der Empfangsapparat an der Wand und darüber der Sendeempfangsumschalter sichtbar. Der Umformer (Fig. 233), der außer Hörweite mit Schallisolierung aufgestellt ist, damit sein Geräusch beim Empfangen nicht stört, wird von dem Telegraphisten von dem Stationsraume aus bedient.

In einer „Anleitung zum Verkehr mit der F.T.-Station Lindenberg, Observatorium“, die an die Interessenten ausgegeben wurde, finden sich folgende Vorschriften:

Die Funkenstation Lindenberg hat das Rufzeichen „Li“ (·—· ·) erhalten. Die Telegramme werden zunächst nur nach rechtzeitig in Lindenberg eingegangenem Ansuchen unter Angabe des Rufzeichens des Fahrzeuges, des Aufstiegsortes und des Fahrtzieles, auf verabredete beschränkte Zeit abgesandt. Der Verkehr erfolgt nach den allgemeinen Vorschriften. Da die Meldungen über gefahrdrohende Erscheinungen so schnell als möglich zur Kenntnis gebracht werden müssen, wenn sie einen Nutzen bringen sollen, empfiehlt es sich für die Empfangsstation, so oft angängig, die Welle 1500 auf Empfang stehen zu lassen. Die Knallfunkennachrichten für die Warnung vor den Drachendrähten sollten unchiffriert in Worten erfolgen, z. B. Fünf Drachen mit 7 km Draht bis 4 km Höhe nach Südost; für den Warnungsfunkspruch war eine Chiffrierung in Vorschlag gebracht worden, die aus einem siebenziffrigen Worte ZZALLRV bestehen sollte: ZZ bedeutet Zeit der Witterungserscheinung nach Stunden (01 bis 24), A bedeutet Art der Witterungserscheinung (0 bis 9), LL die Lage der Witterungserscheinung, durch zwei Ziffern (00 bis 98) bezeichnet, die einer Feldereinteilung Deutschlands nach je zwei Längen- und einem Breitengrade, von 72 an größeren Gruppen entsprechen; R bedeutet Fortpflanzungsrichtung nach (0 bis 9) und V Fortpflanzungsgeschwindigkeit in Kilometern pro Stunde (0 bis 7).



Die Station Lindenberg empfängt nur auf vorheriges Ansuchen unter Angabe der Zeit.

Die Funkenstation ist von der Firma Dr. E. Huth, A.-G., Berlin, in bester und tadelloser Weise eingerichtet worden.

Da infolge des Krieges alle auf die Funkenstation bezüglichen Maßnahmen hinfällig geworden sind, erübrigt es sich, weitere Einzelheiten zu erörtern.

---

Mit dem Vorstehenden wäre die Beschreibung des Aeronautischen Observatoriums und seiner Einrichtungen erschöpft, soweit sie für weitere Kreise von Interesse sein dürfte. Sämtliche in neunjähriger steter Entwicklung geförderte Einrichtungen und Maßnahmen auch nur in kurzen Worten anzuführen, würde den ohnehin schon weit über Erwarten angewachsenen Umfang dieses Buches in der unliebsamsten Weise vergrößern. Es erübrigt aber noch, über die vom Observatorium oder seinen Beamten an anderen Orten ausgeführten amtlichen oder privaten aerologischen Arbeiten und Expeditionen kurz zu berichten, deren Ergebnisse in den Publikationen des Observatoriums veröffentlicht worden sind.

---

## Aerologische Expeditionen des Observatoriums und seiner Beamten.

Im Jahre 1902 unternahmen die Herren Berson und Elias bei Gelegenheit einer Urlaubsreise nach Spitzbergen an Bord des Vergnügungsdampfers „Oihonna“ eine Reihe von Drachenaufstiegen auf der Ostsee, den norwegischen Gewässern und dem Nördlichen Eismeere, für die das Observatorium die aerologische Ausrüstung (Drachenwinde, Draht, Drachen und Registrierapparate) hergegeben hatte. Sie führten durch 28 Aufstiege, die bis zu Höhen von 1500 m reichten, die ersten Beobachtungen in der freien Atmosphäre im polaren und südpolaren Gebiete aus. Die Ergebnisse sind in der zweiten Publikation des Aeronautischen Observatoriums vom Jahre 1902 niedergelegt.

Am 30. August 1905 führte der Observator Prof. Berson im Auftrage des Observatoriums bei Gelegenheit der totalen Sonnenfinsternis eine Freifahrt mit dem Ballon „Jupiter“ zu Burgos in Spanien aus, die bis zur Höhe von 4300 m führte, aber, wie vorher erwartet war, keinerlei Einfluß der Verfinsternung auf die meteorologischen Vorgänge erkennen ließ. Sein Bericht ist im ersten Bande der „Ergebnisse“ (1905) auf S. 111—115 abgedruckt.

Der technische Hilfsarbeiter am Observatorium Dr. Kurt Wegener führte auf eigenen Wunsch, aber in dienstlichem Auftrage, in der Zeit vom 1. Januar bis 8. Februar 1905 auf dem Brocken 29 Drachenaufstiege aus, um über die thermischen und sonstigen Verhältnisse der Wolkenoberfläche, die von Bezold als eine Art zweiter Erdoberfläche ansehen zu müssen geglaubt hatte, Aufschlüsse zu erhalten, zumal sich gegen diese Hypothese mannichfache Bedenken erhoben hatten. Um Material für seine und seines Bruders Dr. Alfred Wegener Vermutung, daß es sich bei der Wolkenoberfläche um Luftwogen handle (siehe des letzteren Arbeit in „Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre 1906“), zu sammeln, wählte er die Winterszeit, in der am Brocken die Wolkenoberfläche häufig unterhalb des Gipfels liegt, und deshalb die Konstatierung von Luftwogen durch Beobachtung als möglich erschien. Obwohl sich diese Annahme nicht erfüllte, indem der Brocken auch in dem Falle, daß die allgemeine Wolkenoberfläche unterhalb seines Gipfels lag, eine „Wolkenhaube“ erzeugte, welche den Ausblick behinderte, führte sie doch zu manchem interessanten und wertvollen Ergebnis, worüber in dem Berichte „Ergebnisse“, Bd. II (1906), S. 121—131, Näheres eingesehen werden möge. Der enorme Rauhreifansatz, der schon nach 20 Minuten den Draht von 0.6 mm Durchmesser auf 6—8 mm verdickte, und den Wegener als erheblich reichlicher schätzt als in gleicher Höhe in der freien Atmosphäre über Lindenberg, verhinderte die Erreichung größerer Höhen, deren größte 1685 m Seehöhe, also

nur 545 m über der Brockenkuppe betrug. Es konnte übrigens festgestellt werden, daß die Ausführung von Drachenaufstiegen auf dem Brocken, wenn nicht schwerer Sturm oder zu schwacher Wind herrscht, durchaus tunlich ist.

In der Zeit vom 1. bis 15. August 1906 führte der Observator Dr. Coym infolge einer Aufforderung des Herrn Professor O. Pettersson bei Gelegenheit einer Terminfahrt der Svenska Hydrografisk-Biologiska-Kommissionen auf dem Vermessungsschiffe „Skagerak“ 8 Drachenaufstiege auf der Ostsee aus, für welchen Zweck das Observatorium eine ältere Motorwinde, 10 Drachen, 16000 m Draht und 2 Registrierapparate hergeliehen hatte. Die größte erreichte Höhe betrug 3030 m, 2 Aufstiege überschritten 2000 m, die übrigen sämtlich 1000 m. Der Bericht befindet sich im II. Bande (1906) der „Ergebnisse“, S. 132—137; eine Diskussion der Ergebnisse ist demselben nicht beigegeben.

In der Zeit vom 5. bis 29. September 1906 führten die Observatoren Professor Berson und Dr. Coym bei Gelegenheit der Internationalen Ausstellung in Mailand, an der sich das Observatorium mit einer umfangreichen Vorführung seiner Einrichtungen beteiligte, auf Wunsch des Direktors 18 Registrierballonaufstiege aus, um eine Art Ersatz für den vergeblich vorgeschlagenen Plan einer „arbeitenden“ Ausstellung des Observatoriums zu liefern. Das Observatorium hatte 10 Registrierapparate und 15 größere Gummiballone zu dem Zwecke hergegeben, während der de Quervainsche Theodolit aus den Ausstellungsstücken entnommen wurde. Die Aufstiege erreichten verhältnismäßig große Höhen, von denen zwei 20000 m (Maximalhöhe 21300 m), acht 15000 m überschritten und die übrigen 10000 bis 15000 m Höhe erreichten; nur ein einziger Apparat ging verloren. Der von Prof. Berson verfaßte, im II. Bande der „Ergebnisse“ (1906) auf S. 138—170 veröffentlichte Bericht mit eingehender Diskussion enthält viele höchst interessante Resultate über die Windverteilung in den hohen Luftschichten über Oberitalien und die verhältnismäßig tiefen Temperaturen sowie die „obere Inversion“, die sich im Auszuge nicht gut wiedergeben lassen, weshalb auf das außerordentlich lehrreiche Original verwiesen werden muß.

Im Juni bis Dezember 1908 fand die große aerologische Expedition des Observatoriums nach Ostafrika statt, deren beträchtliche Kosten (50000 *M.*), da andere Mittel nicht verfügbar waren, ausschließlich aus privaten Beträgen von Freunden der Wissenschaft, und zwar der Herren Tepelmann in Braunschweig, Prinzhorn in Hannover, Arnold in Berlin, K. von Guillaume in Cöln und der Continental-Caoutchouc- und Guttapercha-Compagnie in Hannover bestritten wurden; hierbei war der Erstgenannte allein mit 30000 *M.* beteiligt. Die Leitung der Expedition wurde dem Observator Prof. Berson übertragen, dem als Assistent der frühere Technische Hilfsarbeiter des Observatoriums, Dr. Hermann Elias, und als Gehilfe der Ballonaufseher des Observatoriums, Walter Mund, beigegeben wurden. Die außerordentlich reichhaltigen Ergebnisse der sowohl auf und an dem Victoria-Nyanza sowie an der afrikanischen Ostküste und auf dem Indischen Ozean ausgeführten Drachen-Registrierballon- und Pilotballonaufstiege, die bis zur Höhe von 22300 m reichten, sind in einer eigenen, 18 Druckbogen umfassenden Veröffentlichung des Observatoriums: „Bericht über die aerologische Expedition des Königlichen Aeronautischen Observatoriums nach Ostafrika im Jahre 1908, erstattet von ihrem Leiter Arthur Berson,“ niedergelegt.

Infolge der über mehr als vier Monate des Jahres 1908 ausgedehnten eingehenden aerologischen Unterweisung des Oberleutnants der Königlich Holländi-

schen Marine, Herrn E. Rambaldo, besorgte das Observatorium für Drachenaufstiege, die derselbe vom Königlich Holländischen Panzerschiff „de Ruyter“ auf seiner Ausreise nach Westindien, und daran anschließend auf seiner Weiterfahrt nach Java vorzunehmen beabsichtigte, eine kleinere Einrichtung der erforderlichen Utensilien. Danach übernahm es auf Wunsch und Kosten der Königlich Niederländischen Regierung die volle Ausrüstung mit Drachen, Fesselballonen und allen erforderlichen Apparaten für die in Aussicht genommene Einrichtung eines aerologischen Observatoriums bei Batavia auf Java, welches in der Folgezeit unter den Händen der ausgezeichneten Forscher van Bemmelen und Braak außerordentlich wertvolle Untersuchungen über die Verhältnisse der hohen tropischen Luftschichten ausgeführt hat.

Vom 23. bis 26. August 1913 wohnte der Direktor als Vertreter des Herrn Kultusministers der Eröffnungsfeier des neu errichteten Geophysikalischen Observatoriums auf dem Kleinen Feldberge im Taunus bei, wobei er einen Gummiregistrierballon mit Assmannschem Registrierapparate aufsteigen ließ, der eine Höhe von 11510 m erreichte. Der unversehrt aufgefundene Apparat wurde dem neuen Observatorium überwiesen.

In demselben Jahre drückte der Direktor des Meteorological Office in London, Herr Dr. W. N. Shaw, dem Verfasser den Wunsch aus, das Observatorium an einer Expedition des englischen Dampfers „Scotia“, welche aus Anlaß des Titanic-Unglückes die Eisverhältnisse im nordwestlichen Atlantischen Ozean untersuchen sollte, dadurch zu beteiligen, daß es einige Drachen und Apparate für die Vornahme von aerologischen Experimenten herleihen solle. Bei den freundschaftlichen Beziehungen, die zwischen den beiden Instituten bestanden, ist das in ziemlich weitgehender Weise geschehen; über die Erfolge der Aufstiege ist dem Verfasser indes kein Bericht zugegangen.

Im Herbst 1908 führte der Direktor, der seit langem die Errichtung einer „schwimmenden Drachenstation“ auf der Danziger Bucht in Aussicht genommen und beantragt hatte, bei Gelegenheit eines Vortrages im deutschen Luftflottenverein in Danzig eine Probefahrt mit Drachen- und Pilotballonaufstiegen auf der Danziger Bucht aus, unter Mithilfe des Ballonaufsehers Paul Schmidt, zu der ihm der Regierungsdampfer des Wasserbauamtes zur Verfügung gestellt war. Die Versuche, an denen außer einer zahlreichen Gesellschaft auch der Oberpräsident der Provinz Westpreußen, Exzellenz von Jagow, teilnahm, erwies durchaus die Vorteile dieser auf dem Bodensee und an anderen Orten bereits wohlbewährten Methode.

Am 12. November 1911 folgte er einer Einladung zur Teilnahme an einer Fahrt des Zeppelinluftschiffes „Schwaben“ von Johannisthal über Potsdam nach Werder und zurück.

Schließlich sei noch erwähnt, daß die beiden früheren Assistenten des Observatoriums, die Brüder Dr. Kurt Wegener und Dr. Alfred Wegener, ihre am Observatorium erworbene Schulung auf großen Expeditionen erfolgreich erprobt haben, indem der erstere einige Jahre in Samoa und danach in Spitzbergen als Leiter der dortigen Stationen tätig war, während der letztere im Jahre 1906/07 an der dänischen Grönland-Expedition von Mylius-Erichsen und im Jahre 1913 an der berühmten Durchquerung Nordgrönlands auf Schneeschuhen mit dem dänischen Hauptmann Koch erfolgreichen Anteil nahm.

---

## Ausstellungen des Observatoriums.

Das Aeronautische Observatorium, das während der ersten Jahre seines Bestehens in seiner Ausgestaltung eine Art „Unicum“ darstellte, konnte sich den an ihn ergehenden Wünschen und Anregungen nicht gut entziehen, seine vorbildlichen Einrichtungen weiteren Kreisen des In- und Auslandes vorzuführen, obwohl das nicht ohne sehr erhebliche Kosten und eine einschneidende Einengung seiner Arbeiten geschehen konnte. So beteiligte es sich denn unter dem Zwange „höherer Gesichtspunkte“ an einer Reihe von großen Ausstellungen mit ausgewählten Typen seines Instrumentariums und sonstigen wissenschaftlich-technischen Rüstzeuges sowie graphischen und literarischen Darstellungen der Ergebnisse seiner Forschungen. Hierüber seien einige Angaben gemacht.

Im Jahre 1904 schickte das Observatorium eine Anzahl neuerer Apparate, Drachen, Gummiballone und das Modell eines Drachenballones, das von der Ballonfabrik August Riedinger in Augsburg zur Verfügung gestellt worden war, nebst graphischen Darstellungen der Temperatur über Berlin und seinen Publikationen nach St. Louis, die es im Rahmen der Deutschen Unterrichtsausstellung vorführte. Zur allgemeinen Vorbereitung dieser Ausstellung wurde der Verfasser vom Juni 1903 bis Ende Juli 1904 dem Kultusministerium als Hilfsarbeiter zugeteilt, dem diese Ausstellung unterstand. Das Observatorium wurde für seine Leistungen mit dem Grand Prize (Louisiana Purchase Exposition) ausgezeichnet, und sein Direktor erhielt von seiten des Kultusministeriums eine Plakette mit der Inschrift: „Zur Erinnerung an Deutschlands Beteiligung an der Weltausstellung in St. Louis MCMIV“ „Arta artis vincula“, sowie die Medaille „Den Förderern der Deutschen Unterrichtsausstellung auf der Weltausstellung St. Louis 1904“ mit dem Motto: „Wär' nicht das Auge sonnenhaft, die Sonne könnt' es nicht erblicken“.

Im Jahre 1906 beteiligte sich das Observatorium auf höhere Verfügung an der zur Feier der Eröffnung des Simplontunnels vom 30. April bis 1. November in Mailand stattfindenden Verkehrs- und Transportmittel-Ausstellung, wofür die beträchtliche Summe von 30000 *M* durch den Landtag bereitgestellt war. Außer dem vollständigen aerologischen Instrumentarium wurde noch eine Reihe künstlerischer Wolkenaquarelle von Dr. E. Mylius ausgestellt, und eine große Serie der Höhenisothermen über Lindenberg mit deutschem und italienischem Begleittexte („La temperatura dell'aria sopra il Brandenburgo“), in 1000 Exemplaren zur Verteilung bereitgehalten; ferner wurden die Publikationen des Observatoriums, einschließlich des dreibändigen Berichtswerkes von Assmann und Berson: „Wissenschaftliche Luftfahrten“, vorgelegt. Das Observatorium erhielt den „Gran premio“, der Direktor ein „Diploma d'onore“, die Observatoren Prof. Berson und Dr. Coym

für ihre in Vertretung des Direktors ausgeübte Tätigkeit als „Juroren“ und für ihre oben erwähnten Pilotballonaufstiege je eine „Diploma di benemerenza“. Dem Mechaniker Klöse sowohl wie dem Drachentischler Schreck, welche bei den Vorbereitungen der Ausstellung in Mailand tätig gewesen waren, wurde je eine „Medaglia di bronzo“ verliehen. Abbildungen der Ausstellung in der *Galeria aeronautica* sind im II. Bande (1906) der „Ergebnisse“ wiedergegeben.

Im Jahre 1907 fand in der Zeit vom 20. April bis 5. Mai in Berlin eine „Internationale Sportausstellung“ statt, an der das Observatorium mit einem Teile der soeben von Mailand zurückgekommenen Apparate und Ausstellungsmöbel teilnahm, sodaß nur ein Zuschuß des Herrn Ministers in Höhe von 1000 *M* erforderlich war. Prämiierungen fanden bei dieser Ausstellung nicht statt.

Im Jahre 1909 nahm das Observatorium auf höheren Wunsch an der Internationalen Luftschiffahrtsausstellung (IIa) in Frankfurt a. M. teil, wofür der Betrag von 6000 *M* aus dem Allerhöchsten Dispositionsfonds bei der Generalstaatskasse bewilligt worden war. Die infolge des Wohlwollens des Direktors der Ausstellung, Herrn Major von Tschudi, in dem eleganten kleinen Kuppelsaale des Ausstellungsgebäudes prächtig untergebrachte Ausstellung enthielt als besondere Spezialität eine Prüfungsanstalt für Gummiballone, in der ein von der Ausstellungsleitung veranstalteter „Wettbewerb um den besten Gummiballon“ stattfand. Die Ausführung der Konkurrenzversuche, an denen sich fünf deutsche Gummifabrikanten mit 38 Ballonen beteiligten, wurde Herrn Dr. Otto Tetens, damals in Frankfurt a. M. wohnhaft, übertragen. Für die allgemeine Ausstellung hatte das Observatorium den noch in seinem Besitz befindlichen „Riesenballon Preußen“ (8400 m<sup>3</sup> Inhalt) hergeliehen, der im Jahre 1901 für die berühmten Hochfahrten von Berson und Süring bis zu 10800 m Höhe gedient hatte. Er wurde, dauernd zur Hälfte mit Luft gefüllt, als Mittelpunkt der großen Ausstellungshalle auf einem Podium angebracht, wo er, durch eine Luftschleuse zugänglich gemacht, ein Hauptanziehungspunkt der Besucher war. Über die Ausstellung selbst und die Prüfungseinrichtungen ist vom Verfasser gemeinsam mit Dr. Tetens, welcher inzwischen als Observator an das Aeronautische Observatorium berufen wurde, ein ausführlicher Bericht im V. Bande (1909) der „Ergebnisse“ auf S. XVI bis XXII gegeben worden, der von einer Abbildung begleitet ist. Das Observatorium und sein Direktor erhielten die Ausstellungsmedaille mit der Inschrift „Und ein Flügelpaar faltet sich los! Dorthin! Ich muß! Ich muß! Gönn mir den Flug!“ (Goethe.)

Im Jahre 1911 beteiligte sich das Observatorium abermals an einer großen Ausstellung, der Internationalen Industrie- und Gewerbeausstellung in Turin. In Anbetracht anderweitiger unaufschiebbarer Arbeiten und wichtiger Konferenzen beauftragte der Direktor den Observator Prof. Dr. Tetens mit der Einrichtung und Aufstellung der ziemlich umfangreichen Ausstellungsobjekte; die hierfür erforderlichen Kosten erreichten, da das Observatorium durch seine vielfachen früheren Betätigungen auf diesem Gebiete gewissermaßen „ausstellungsbereit“ war, nur 5000 *M*, welche aus dem Fonds des deutschen Ausstellungskommissars Geh. Reg.-Rat Prof. Busley gewährt wurden. Über die Darbietungen des Observatoriums hat Prof. Tetens einen Bericht verfaßt, der im VII. Bande (1911) der „Arbeiten des Observatoriums“, S. 219 bis 222 abgedruckt ist. Das Observatorium erhielt als Anerkennung ein Ehrendiplom und eine Medaille.

Ende Mai 1912 stellte das Observatorium auf besonderen Wunsch der Wiener Kollegen bei der in Wien veranstalteten I. Internationalen Flugausstellung,

die mit der 7. Konferenz der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt zusammenfiel, einige neuere Apparate und Karten aus, darunter solche, die auf den Warnungsdienst für Luftfahrer Beziehung hatten. Dem Direktor wurde die Erinnerungsmedaille des k. k. Österreichischen Aeroklubs verliehen.

Im November wurden in Frankfurt a. M. bei Gelegenheit einer Tagung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Flugtechnik ebenfalls einige neuere Apparate vorgeführt, und im Anschluß daran durch Herrn Leutnant von Hiddessen ein Aufstieg mit einem an seinem Flugzeuge befestigten Registrierapparate nach dem Vorschlage des Verfassers unternommen.

---

## Die Mitglieder des Aeronautischen Observatoriums.

Es erübrigt noch, einen Bericht über die Personalien der Beamten und Mitarbeiter des Aeronautischen Observatoriums einschließlich der technischen und sonstigen Hilfskräfte zu geben; für die wissenschaftlichen Beamten soll diese Übersicht auch auf die von ihnen verfaßten amtlichen fachwissenschaftlichen Publikationen ausgedehnt werden.

### Persönliche Verhältnisse.

#### a) Wissenschaftliche Mitglieder.

Zum Direktor des Observatoriums wurde durch Allerhöchste Kabinettsordre vom 14. Juni 1905 der bisherige Vorsteher des Aeronautischen Observatoriums des Königl. Meteorologischen Instituts, Geheimer Regierungsrat Professor Dr. med. et phil. Richard Assmann, ernannt. Seit 1886 ist er Mitglied der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher, seit 1907 Ehrenmitglied des Physikalischen Vereines in Frankfurt a. M., seit 1908 Ehrenmitglied der Royal Meteorological Society, seit 1914 Ehrenmitglied der k. k. Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie; ferner Ehrenmitglied des Berliner Vereines für Luftschiffahrt, des Magdeburger und des Niederrheinischen Vereines für Luftschiffahrt, korrespondierendes Mitglied des Oberrheinischen und Pommerischen Vereines für Luftschiffahrt. Als wissenschaftliche Auszeichnung erhielt er am 7. August 1903 gemeinsam mit seinem Mitarbeiter Arthur Berson durch die Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam die goldene Bujs-Ballot-Medaille, welche nach der Bestimmung des Stifters „alle 10 Jahre demjenigen verliehen werden soll, der sich in diesem Zeitraume am meisten um die Meteorologie verdient gemacht hat“. Ihr erster Empfänger war im Jahre 1893 Julius Hann, ihr letzter im Jahre 1913 Hergesell. Im Sommer 1914 erhielt er die Silberne Medaille des Kaiserlichen Aeroklubs. Als Mitglied der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt besuchte er sämtliche Tagungen derselben, in Straßburg 1898, in Paris 1900, in Berlin 1902, in St. Petersburg 1904, in Mailand 1906, in Monaco 1908 und in Wien 1912. Im Jahre 1907 durch den Herrn Staatssekretär des Innern zum Vertreter der Reichsverwaltung in das Kuratorium der Drachenstation am Bodensee berufen, nahm er mit einer Ausnahme an allen Sitzungen desselben in Friedrichshafen und auch an der Probefahrt des bei Schichau in Elbing gebauten Drachenbootes „Gna“ teil. Als Vorsitzender des Technischen Ausschusses der im Jahre 1907 gegründeten Motorluftschiff-Studien-gesellschaft richtete er einen Pilotballondienst für die Fahrten des der Gesellschaft



gehörigen Parseval-Luftschiffes in Bitterfeld ein und bearbeitete eine umfassende deutsche Windstatistik, die im März 1910 unter dem Titel „Die Winde in Deutschland“ (8 Bogen Text, 13 Tafeln) auf Kosten dieser Gesellschaft erschien. An den Versammlungen der deutschen Wetterdienstleiter, die seit dem Jahre 1907 jährlich in Berlin stattfanden, nahm er regelmäßig teil. In der aus der „Göttinger Vereinigung“ im Jahre 1911 hervorgegangenen „Wissenschaftlichen Gesellschaft für Flugtechnik“ war ihm das Amt des Obmannes für Aerologie übertragen worden. Eine der Sitzungen dieser Gesellschaft fand am 7. Juni 1913 im Aeronautischen Observatorium in Lindenberg statt, an der 34 Mitglieder teilnahmen. Durch den Herrn Reichskanzler wurde er zum Mitgliede des Technischen Ausschusses der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Adlershof-Berlin berufen. Er wurde in den Ausschuß des Deutschen Museums in München gewählt, dem er einige „historische“ Apparate, wie das erste vom verstorbenen Bartsch von Sigsfeld persönlich angefertigte Aspirationsthermometer, und einen im Jahre 1890 auf Kosten des Herrn Curt Killisch von Horn gebauten Meteorographen stiftete, der bei den ersten Fesselballonaufstiegen in Charlottenburg im Jahre 1891 gedient hatte. Das Observatorium überließ dem Museum ferner den großen Ballon „Preußen“, mit dem der auch heute noch nicht übertroffene Höhenrekord von 10800 m durch Berson und Süring erreicht worden war.

Dem Direktor ist durch Allerhöchste Kabinettsordre vom 23. September 1914 die nachgesuchte Entlassung aus dem aktiven Staatsdienste unter Beilegung des Charakters als Geheimer Oberregierungsrat mit dem Range der Räte zweiter Klasse erteilt worden. Er hat seinen Ruhestandswohnsitz in Gießen genommen.

Zum ersten ständigen Mitarbeiter, später amtlich als Observator bezeichnet, wurde im Jahre 1905 Prof. Arthur Berson aus Neu Sandec in Galizien ernannt, welcher dem Meteorologischen Institut seit 1890 angehört hatte. Im Jahre 1903 wurde er Mitinhaber der goldenen Bujs-Ballot-Medaille (s. oben). Er führte eine große Anzahl der höchsten und wertvollsten Ballonfahrten und mehrere größere Expeditionen aus (s. oben); ferner nahm er im dienstlichen Auftrage an mehreren Konferenzen der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt (in St. Petersburg 1904, Monaco 1908), deren Mitglied er war, teil. Am 1. Januar 1910 trat er wegen Krankheit in den Ruhestand.

Zum zweiten ständigen Mitarbeiter wurde Dr. Arthur Coym, bisher Assistent im Meteorologischen Institut, am 16. Oktober 1905 ernannt; im Februar 1915 trat er wegen Krankheit in den Ruhestand.

Dr. Kurt Wegener wurde im Jahre 1905 Technischer Assistent am Observatorium und verließ es am 1. Oktober 1906 wieder, um die Stellung als Assistent am Physikalischen Verein in Frankfurt a. M. anzunehmen. Er erhielt zusammen mit seinem Bruder Dr. Alfred Wegener im Jahre 1907 die Medaille der Illustrierten Aeronautischen Nachrichten „für hervorragende Leistungen in der Aeronautik“, speziell für die 52 $\frac{1}{2}$ stündige Dauerfahrt vom 5. bis 7. April 1906. Ferner erhielt Dr. Kurt Wegener die Erinnerungsmedaille an die Internationale Wettfahrt vom 14. Oktober 1906, an der er mit dem Ballon „Brandenburg“ des Aeronautischen Observatoriums teilgenommen hatte.

Dr. Alfred Wegener trat im Jahre 1905 als Technischer Assistent am Observatorium ein und verließ es im Mai 1906, um sich an der dänischen Ostgrönlandexpedition von Mylius-Erichsen zu beteiligen.

Der Techniker Eugen Zechelius war vom 31. März 1907 bis zum Mai 1906 am Observatorium als Technischer Assistent tätig.

Der Techniker Hans Eberhard Kluck, Sohn des berühmten Heerführers Generaloberst von Kluck, war vom 1. Oktober 1905 bis Dezember 1907 als Technischer Assistent am Observatorium beschäftigt.

Dr. Max Blaschke: vom 31. März bis 1. Juli 1907 Technischer Assistent.

Dr. Johannes Friedel, bisheriger Wissenschaftlicher Hilfsarbeiter an der Königl. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffsbau, trat am 1. Juli 1907 als Technischer Hilfsarbeiter bei dem Observatorium ein, erkrankte aber bald darauf und starb im Dezember 1907 in Leipzig.

Cand. astron. Kron wurde vorübergehend als Rechner am Observatorium beschäftigt.

Dr. Nicolai Kamiensschikoff aus Port Due (Sachalin, Sibirien) trat am 1. Dezember 1907 als Technischer Hilfsarbeiter ein und verließ dasselbe am 1. Oktober 1908.

Cand. rer. nat. Kuno Fischer, Technischer Hilfsarbeiter vom 1. Januar bis 1. Oktober 1908.

Fritz Fischli, bisher Lehrer in der Schweiz, Technischer Hilfsarbeiter vom 1. Oktober 1908 bis zum 16. Juni 1911.

Schulamtskandidat Walter Schünemann, Technischer Hilfsarbeiter vom 1. Januar bis 1. Oktober 1909.

Dr. Robert Dietzius aus Wien: vom Januar bis zum 1. Oktober 1909 als außerordentliche Hilfskraft bei der Drucklegung des Berichtes über die Ostafrika-Expedition des Observatoriums; von da an bis Ende März 1910 als Technischer Hilfsarbeiter.

Dr. Otto Tetens, am 1. Januar 1910 zum Observator, vom 21. Dezember 1910 an mit dem Titel Professor ernannt; seit 1911 Stellvertreter des Direktors.

Dr. Kummer vom 1. April 1910 bis 1. Januar 1911 Technischer Hilfsarbeiter.

Josef Reger: am 1. Januar 1911 Technischer Hilfsarbeiter, am 1. April 1912 zum Wissenschaftlichen Hilfsarbeiter ernannt, am 20. Mai zum Dr. phil. promoviert und am 19. Juni 1913 zum Observator ernannt.

Wilhelm Pepler, Kandidat des höheren Schulamts, aus Gießen, am 3. Juni 1911 zum Technischen Hilfsarbeiter, am 1. April 1912 zum Wissenschaftlichen Hilfsarbeiter ernannt.

Hermann Bongards, am 20. Mai 1912 als Leiter des Warnungsdienstes für Luftfahrer eingetreten.

Hermann John, vom 15. April bis 30. September 1912 als Volontär im Warnungsdienst beschäftigt.

Dr. Manfred Jaeger, am 15. Juli 1913 zum Wissenschaftlichen Hilfsarbeiter ernannt, am 17. Februar 1915 als kriegsfreiwilliger Marineflieger bei einem Überlandfluge von Johannisthal nach Borek tödlich verunglückt.

Carl Scholtz, am 15. April 1913 als Assistent des Luftfahrerwarnungsdienstes eingetreten.

**b) Bureaubeamte.**

Thiemann: Militäranwärter, eingetreten am 1. April 1905, ausgetreten am 1. Februar 1906.

Ernst Kluge: Militäranwärter, eingetreten am 1. Februar 1906; am 1. April 1908 zum etatsmäßigen Sekretär befördert.

Karl David: Etatsmäßiger Kanzlist, eingetreten am 18. August 1905, gestorben am 15. Januar 1911.

Ernst Klose: Etatsmäßiger Kastellan und Mechaniker, eingetreten am 17. April 1905.

A. Köppen: Militäranwärter, eingetreten am 1. November 1910; am 1. Juli 1911 zum etatsmäßigen Kanzlisten befördert.

**c) Technisches Personal.**

Name	Stellung	Eintritt	Austritt	Beförderungen und sonstige Änderungen
Ferdinand Schmidt I .	Gas- u. Materialienverwalter	1. April 1905	1. Okt. 1907	1905 Inhaber des Allgem. Ehrenzeichens.
Renatus Schmidt II. .	Maschinenmeister	1. April 1905		1914 zum Kraftwagenführer ausgebildet.
Walter Mund . . . . .	Ballonaufseher	1. April 1905	1. Okt. 1910	Teilnehmer a. d. Ostafrikaexpedition.
Hermann Schreck . .	Drachentschler	1. April 1905		21. März 1908 Inhaber des Allgem. Ehrenzeichens.
Fritz Krämer . . . . .	Ballongehilfe	1. April 1905	1. Okt. 1905	
Paul Schmidt III . . .	I. Ballongehilfe	1. April 1905		1. Oktober 1910 zum Ballonaufseher befördert; 1914 zum Kraftwagenführer ausgebildet.
Wilhelm Dauerheim .	II. Mechaniker	1. April 1905	1. April 1908	
Max Zabel. . . . .	II. Maschinist	1. April 1905	1. Aug. 1905	
Friedr. Bietzer . . . .	II. Maschinist	1. Aug. 1905	1. April 1907	
Otto Schreck. . . . .	Ballongehilfe	1. Okt. 1906	1. Mai 1907	
Rudolph Grund . . . .	Ballongehilfe	1. April 1907		1. Oktober 1910 zum Ballonobergehilfen befördert.
Schulz . . . . .	II. Maschinist	1. April 1907	1. Okt. 1907	
August Balke . . . . .	II. Ballongehilfe	1. April 1907	1. Okt. 1909	
Georg Lenz. . . . .	II. Maschinist	1. Okt. 1907		
Stanislaus Nowack . .	Materialienverwalt.	1. Okt. 1907	1. Okt. 1909	
Eckstein . . . . .	II. Mechaniker	1. April 1908	1. Juli 1909	
Oehmchen . . . . .	II. Mechaniker	1. Juli 1909	28. Febr. 1910	
Paul Bracklow . . . . .	Ballongehilfe	1. Okt. 1909		1. Okt. 1910 zum I. Ballongehilfen befördert; 1914 zum Kraftwagenführer ausgebildet.
Wilhelm Schallock . .	Materialienverwalt.	1. Okt. 1909	1. Okt. 1911	
Mielcke . . . . .	II. Mechaniker	1. März 1910	1. April 1911	
Kirchner . . . . .	II. Mechaniker	21. Juni 1911	14. Juli 1913	
Lehmann . . . . .	Hilfsschler	1. Juli 1911		Im Stundenlohn beschäftigt.
Paul Brasin . . . . .	Telegraphist	1. Juni 1911		Von 1913 an auch Funkentelegraphist.
Wilhelm Groch . . . .	Telegraphist	1. Juni 1911		Von 1913 an auch Funkentelegraphist.
Linke . . . . .	Materialienverwalt.	1. Okt. 1911	24. Okt. 1913	
Otto Hartmann . . . .	Ballongehilfe	1. Juni 1912		
Friedrich Fischer . . .	Ballonuntergehilfe	21. April 1913		
Paul Kasparich . . . .	Ballonuntergehilfe	21. April 1913		
Carl Görsdorf . . . . .	Materialienverwalt.	24. Okt. 1913		

d) **Hilfspersonal.**

Name	Stellung	Eintritt	Austritt	Beförderungen und sonstige Änderungen
Ernst Schulze . . . .	Kutscher u. Hilfs- diener	1. April 1905	1. April 1907	
Reinhold Koppe . . . .	Bote	1. April 1905	1. April 1906	
Wilhelm Schrobitz . . .	Bote	1. April 1906	1. Okt. 1908	
Franz Schubert . . . .	Kutscher	1. April 1907	1. Okt. 1907	
Gotthilf Freudenberg .	Kutscher	1. Okt. 1907	1. Okt. 1908	
Otto Noschka . . . . .	Bote	1. Okt. 1908	30. Juni 1912	Im Okt. 1910 zum II. Ballon- gehilfen befördert.
Wilhelm Brachlow . . .	Kutscher	1. Okt. 1908		
Paul Mogel . . . . .	Bote	1. Okt. 1910	1. April 1913	
Georg Götze . . . . .	Bote	1. April 1913		
Fritz Engelhard . . . .	II. Mechaniker	14. Juli 1913		

Das gesamte Personal des Observatoriums ist, nachdem der in den ersten Jahren allzu häufige Wechsel, besonders in den Stellen der „Technischen Hilfsarbeiter“ überwunden war, mit einigen Ausnahmen, auf die hier nicht eingegangen werden kann, seinen Aufgaben in hingebender Weise nachgekommen. Unter den technischen Mitgliedern befindet sich eine Anzahl von hochintelligenten, ihre Arbeiten mit eingehendem Verständnis, eigenem Nachdenken und seltener Pflichttreue erledigenden Männern, deren Eifer den technischen Betrieb des Observatoriums auf eine kaum zu übertreffende Höhe gebracht und damit dessen Leistungen wesentlich gefördert hat. Der aus dem Amte geschiedene Direktor empfindet es als eine Pflicht und ein Bedürfnis, allen seinen Mitarbeitern aus vollem Herzen für ihre so erfolgreiche Unterstützung seiner Pläne und Maßnahmen zu danken: er wird der treuen Helfer nicht vergessen! Ehrenvolles und freundschaftliches Gedenken wird aber denen bewahrt werden, die während der Amtsführung des Verfassers aus dem Leben geschieden sind: dem im Jahre 1907 verstorbenen Dr. Johannes Friedel, ferner dem am 17. Februar 1915, seinem 31. Geburtstage, bei einem Überlandfluge im Dienste des Vaterlandes zu Tode gekommenen Dr. Manfred Jaeger, und dem unter tragischen Umständen am 15. Januar 1911 aus dem Leben geschiedenen Kanzlisten Karl David.

**Allgemeines.**

Einige fernere Notizen dürften noch erwähnenswert sein.

Das Observatorium bildet, wie S.86 schon kurz erwähnt, einen eigenen Gutsbezirk unter der Bezeichnung „Lindenberg Observatorium“; der Besitzer, d. h. der Königlich Preußische Staatsfiskus, ist deshalb Gutsvorsteher, welcher sich indes durch den Direktor des Observatoriums vertreten läßt; dessen Vertretung ist dem Bureausekretär Kluge übertragen worden. Abgesehen von den zahlreichen Anforderungen über Führung der Personenstandsregister, Aufgebote, Krankenkasse, Kranken- und Invalidenversicherungen, Einquartierung, Veranlagungen und Einziehung der Steuern, Viehzählungen u. a. m., ist der Gutsvorsteher Mitglied der verschiedensten Kommissionen, wie des Amtsausschusses, der Steuervoreinschätzungs-, der Schulkommission usw.

Sämtliche männliche Personen sind in der Versicherungsgesellschaft „Zürich“ auf Staatskosten gegen alle im Dienste eintretenden Unfälle verhältnis-

mäßig hoch versichert; die in den ersten Jahren in Geltung befindliche Versicherung gegen die Folgen der Haftpflicht wurde seitens der Gesellschaft aus Anlaß der gehäuften Entschädigungen für „Drahtkühe“ (s. S. 25) gekündigt.

Die gesetzmäßige „Gutskrankenkasse“ wurde, wie der größte Teil der übrigen Verwaltungsangelegenheiten, durch den Sekretär Kluge in mustergültiger Weise verwaltet. Seit 1914 ist dieselbe zugunsten der allgemeinen Krankenkasse aufgelöst.

Das Observatorium unterhält eine eigene „Feuerwehr“ mit Feuerspritze, Uniformen, Fackeln usw. „Brandmeister“ ist der Maschinenmeister Renatus Schmidt.

Aus einem hierzu verfügbaren Privatfonds wurde im Jahre 1913 eine „Kasino-kasse“ im Betrage von 600 *M* gestiftet, die dazu dienen soll, den jüngeren Mitgliedern die Kosten zu ersetzen, welche ihnen aus der Bewirtung von offiziellen Gästen des Observatoriums erwachsen. Dieselbe wird von einem Mitgliede (dem „Kasino-direktor“!) verwaltet. Sie darf in festgesetzten mäßigen Grenzen gegebenenfalls auch als „Pumpkasse“ Verwendung finden, wofür, um den Fonds nicht zu bald erschöpft werden zu lassen, eine Verzinsung vorgesehen ist.

Für die wissenschaftlichen Beamten ist ein Tennisplatz, für das übrige Personal eine Kegelbahn aus Privatmitteln eingerichtet worden.

Der Direktor führte im Jahre 1910 längere Verhandlungen über die Einrichtung einer „Luftschiffwarte“ auf dem Inselberge bei Gotha, die in Verbindung mit dem am 10. Juli eingerichteten Luftschiffhafen in Gotha zur Sicherung der Luftfahrt Drachen-, Fesselballon- und Pilotaufstiege ausführen und Prognosen ausgeben sollte. Der Plan, zu dessen Vorbereitung der Direktor den Inselberg und die benachbarten Höhen von Oberhof inspiziert, und dabei die Ehre gehabt hatte, von Seiner Königlichen Hoheit dem Herzog Karl Eduard von Sachsen-Coburg und Gotha im Schloß Callenberg bei Coburg zum Frühstück geladen zu werden, scheiterte trotz des lebhaften Interesses des Herzogs an der Kostenfrage und ist auch seitdem nicht wieder aufgenommen worden.

Im Jahre 1910 stiftete Herr Dr. E. Mylius aus Potsdam dem Observatorium außer zahlreicheren kleineren Skizzen 28 prachtvolle große Wolkenaquarelle, welche in der Frankfurter Ausstellung die Bewunderung aller Fachgenossen erregt hatten. Dieselben schmückten seitdem das Arbeitszimmer des Direktors, wo sie von den zahlreichen Besuchern mit Interesse studiert wurden. Als Dank für diese eigenartige schöne Stiftung wurde dem Künstler von Sr. Majestät dem Kaiser der Rote Adlerorden IV. Klasse verliehen.

Um die häufigen Wünsche sowohl von Fachgenossen als auch von verschiedenen Militärbehörden um Überlassung oder Lieferung von Drachen erfüllen zu können, deren Herstellung aus Mitteln und in den Werkstätten des Observatoriums nicht tunlich ist, wurde auf Veranlassung des Direktors durch den früheren Luftschiffer Max Braeske in Beeskow eine „Drachenbauanstalt“ eingerichtet, dessen Drachen vom Observatorium geprüft wurden. Die Einrichtung hat sich gut bewährt und wird vielfach in Anspruch genommen.

Zu dem gleichen Zwecke wurde die Mechanikerfirma Bernhard Bunge, Berlin SO 26, Oranienstraße 20, veranlaßt, alle am Observatorium bewährten Registrier- und sonstigen aerologischen Apparate und Vorrichtungen, vornehmlich Ballontheodoliten, herzustellen.

Vom 7. März 1911 an ist am Observatorium eine Öffentliche Telegraphenhilfsstelle in Tätigkeit, die einen eigenen direkten Draht nach dem Haupttelegraphenamte in Berlin besitzt. Hierdurch wird die Übermittlung der zahlreichen Wetterdepeschen und Gewittermeldungen außerordentlich beschleunigt. Ebenso ist die dortige Fernsprechstelle zum Verkehr mit ganz Deutschland zugelassen, wobei für dienstliche Ferngespräche eine besondere Nachtschaltung auf dem Kaiserlichen Postamt Beeskow, das keinen Fernsprechnachtdienst hat, vorgesehen ist.

Seit dem Januar 1903 veröffentlicht das Observatorium in der vom Verfasser herausgegebenen Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“ eine Monatskarte der Höhenisothermen zuerst über Berlin, dann über Lindenberg, die von Beamten desselben entworfen wird; sie ist vielfach zu Studien benutzt und in Gestalt eines sogenannten „Leporello-Albums“ bei den verschiedenen Ausstellungen vorgeführt worden. Seit dem Januar 1906 wird derselben unter dem Titel „Die Erscheinungen der oberen Luftschichten“ eine knappe Erläuterung beigelegt, die in den ersten Monaten durch die Brüder DDr. K. und A. Wegener, später von Dr. Coym, vom Januar 1907 bis August 1908 an durch Dr. Kamiensschikoff, vom September 1908 bis April 1910 von Fr. Fischli und vom Mai 1911 an von Dr. J. Reger verfaßt wurde.

### **Fachwissenschaftliche Veröffentlichungen der Beamten des Observatoriums, einschließlich des Observatoriums bei Reinickendorf.**

Richard Assmann.

Wissenschaftliche Luftfahrten, ausgeführt vom Deutschen Verein zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen herausgegeben von Richard Assmann und Arthur Berson. 3 Bände, Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1900.

Redaktion des III. Bandes (Kosmische Physik) der „Fortschritte der Physik, dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft“ seit 1887; bei Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.

Redaktion der Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“ seit 1884; bei Otto Salle, Berlin.

Redaktion der „Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre“, gemeinsam mit H. Hergesell seit 1904; bei Otto Nemnich, München.

Ergebnisse der Arbeiten des Aeronautischen Observatoriums 1900—1904, gemeinsam mit Arthur Berson; bei Asher u. Co., Berlin.

Die Baulichkeiten und Einrichtungen, das aeronautische Material, die Registrierapparate des Aeronautischen Observatoriums des Königl. Meteorologischen Instituts: Ergebnisse der Arbeiten am Aeronautischen Observatorium in den Jahren 1900 und 1901, ebenda, S. 1—66.

Einleitungen und Tätigkeitsberichte für 1902, 1903 und 1904.

Berichte über den größeren Teil der Aufstiege und Fahrten im Jahre 1900 und 1901; einzelne in 1902.

Beschreibung des Königl. Aeronautischen Observatoriums Lindenberg: Ergebnisse der Arbeiten am Königl. Preuß. Aeronautischen Observatorium bei Lindenberg

- von Richard Assmann, Band I (1905), S. I—XXII; bei Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.
- Allgemeine Berichte über die Tätigkeit des Observatoriums in Band I—IX (1905 bis 1913), Vorwort im Bericht über die Ostafrika-Expedition 1908. Diese Berichte enthalten zahlreiche fachwissenschaftliche Ausführungen über aerologische Fragen.
- Bericht über die Beteiligung des Königl. Aeronautischen Observatoriums an der Internationalen Luftschiffahrtsausstellung in Frankfurt a. M. 1909 (mit Titelbild): „Ergebnisse“, Bd. V (1909), S. XVI—XXII, gemeinsam mit O. Tetens.
- Die Winde in Deutschland. Im Auftrage der Motorluftschiff-Studiengesellschaft in Berlin; bei Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1910.
- Die Gefahren der Luftschiffahrt und die Mittel, um sie zu verringern. Sep.-Abdr. aus Deutsche Luftfahrer-Zeitschrift 1910.

Arthur Berson.

- Wissenschaftliche Luftfahrten, gemeinsam mit R. Assmann (siehe oben).
- Ergebnisse der Arbeiten des Aeronautischen Observatoriums 1900—1904, gemeinsam mit R. Assmann.
- Bericht über die Drachenaufstiege auf der Ostsee, den Norwegischen Gewässern und auf dem Nördlichen Eismeere, gemeinsam mit H. Elias: „Ergebnisse“ 1901/1902, Beilage 2, S. 1—20 (mit 3 Tafeln).
- Temperatur-Mittel und -Extreme für Höhenstufen von 500 zu 500 m: „Ergebnisse“ 1903/1904, S. XI—XIV. „Ergebnisse des Königl. Aeronautischen Observatoriums“, Bd. I (1905), S. XIII—XV; Bd. II (1906), S. IX, X.
- Berichte über die Hochfahrten des Ballons „Preußen“ am 11. und 31. Juli 1901, gemeinsam mit R. Süring: „Ergebnisse“ 1900/1901, S. 217—234.
- Berichte über Aufstiege in „Ergebnisse“ 1901/1902: S. 30—33 (7. 11. 1901); S. 54 bis 61 (9./10. 1. 1902); S. 75—77 (3. 4. 1902); S. 93—96 (5. 6. 1902); S. 101—103 (21. 6. 1902). 1903/1904: S. 3, 4 (9. 1. 1903); S. 25, 26 (2. 4. 1903); S. 37, 38 (7. 5. 1903); S. 51—54 (24. 6. 1903). Bd. I (1905), S. 77, 78 (11. 5. 1905); S. 81 bis 83 (6. 7. 1905). Bd. II (1906), S. 97—100 (7., 8. 12. 1906).
- Berichte über die bemannten Freifahrten des Jahres 1905: „Ergebnisse“, Bd. I (1905), S. 107—110; Bd. II (1906), S. 79.
- Bericht über die Fahrt des Ballons „Jupiter“ zu Burgos in Spanien aus Anlaß der totalen Sonnenfinsternis vom 30. August 1905: „Ergebnisse“, Bd. I (1905), S. 111—115.
- Bericht über die zu Mailand im September—Oktober 1906 veranstalteten Registrierballonaufstiege, gemeinsam mit A. Coym: „Ergebnisse“, Bd. II (1906), S. 138 bis 170.
- Tabellarische Übersichten der in den Jahren 1905 und 1906 bei den täglichen Aufstiegen erreichten Höhen: „Ergebnisse“, Bd. II (1906), S. VII, VIII.
- Bericht über die aerologische Expedition des Königl. Aeronautischen Observatoriums nach Ostafrika im Jahre 1908, mit 13 in den Text gedruckten Abbildungen und 21 Tafeln. Bei Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1910. 119 S. Mit Beiträgen von H. Elias.

Hermann Elias.

- Die Entstehung und Auflösung des Nebels (mit 7 Tafeln): „Ergebnisse“ 1901/1902, Beilage 1, S. 1—41.

Bericht über die Drachenaufstiege auf der Ostsee, den Norwegischen Gewässern und dem Nördlichen Eismeere (mit 3 Tafeln), gemeinsam mit A. Berson: „Ergebnisse“ 1901/1902, Beilage 2, S. 1—20.

Berichte über Aufstiege in „Ergebnisse“ 1901/1902: S. 1—2 (3. 10. 1901); S. 42—44 (5. 12. 1901); S. 63—64 (6. 2. 1912); S. 80, 81 (1. 5. 1902); S. 86 (24. 5. 1902); S. 96 (7. 6. 1902); S. 107—110 (3. 7. 1902). 1903/1904: S. 15, 16 (5. 3. 1903); S. 45—48 (4. 6. 1903); S. 68, 69 (3. 9. 1903); S. 76, 77 (1. 10. 1903); S. 86, 87 (5. 11. 1903); S. 102—104 (5. 1. 1904); S. 109—111 (4. 2. 1904); S. 125, 126 (14. 4. 1904); S. 133, 134 (5. 5. 1904); S. 142—144 (3. 6. 1904); S. 162, 163 (1. 9. 1904); S. 176—179 (3. 11. 1904).

Teile von A. Berson, „Bericht über die Expedition des Königl. Aeronautischen Observatoriums nach Ostafrika im Jahre 1908“: Personal und Material, S. III bis X (mit A. Berson); Tageswinde an der Ostküste des Victoriasees, S. 88—99; Schichtungen und ihre Beeinflussung durch Erwärmung und Abkühlung, S. 100—115; Tageswinde an der Küste, S. 115—117; Der tägliche Gang des Barometers an der Ostküste des Victoriasees während der Trockenzeit (Ende Juli bis September), S. 118, 119.

#### Arthur Coym.

Bericht über die bei den Drachen- und Ballonaufstiegen benutzten Instrumente und die Auswertung der von ihnen gelieferten Registrierkurven: „Ergebnisse“, Bd. I (1905), S. 135—144.

Die Drachenaufstiege an Bord des schwedischen Vermessungsschiffes „Skagerak“ vom 1. bis 15. August 1906 (mit 1 Tafel): „Ergebnisse“, Bd. II (1906), S. 132 bis 137.

Bericht über die Aufstiege in „Ergebnisse“: Bd. II (1906), S. 80—82 (4. 1. 1906); S. 82—86 (1. 3. 1906). Bd. III (1907), S. 87—89 (7. 3. 1907); S. 89—91 (2. 5. 1907); S. 91, 92 (24. 7. 1907). Bd. IV (1908), S. 103, 104 (25. 3. 1908); S. 105, 106 (1. 4. 1908); S. 109, 110 (1. 8. 1908); S. 111, 112 (23. 9. 1908). Bd. V (1909), S. 135, 136 (23. 11. 1909). Bd. IV (1910), S. 147, 148 (19. 5. 1910).

Über die absolute Messung der Intensität der Sonnenstrahlung im Freiballon: „Ergebnisse“, Bd. III (1907), S. 111—116.

Tabellarische Übersicht der in dem Jahre 1907 bei den täglichen Aufstiegen erreichten Höhen: „Ergebnisse“, Bd. III (1907), S. XIII; für 1908 Bd. IV (1908), S. XIX.

Mittelwerte der Temperatur und Windgeschwindigkeit für Höhenstufen von 500 m: „Ergebnisse“, Bd. III (1907), S. XVI, XVII. Bd. IV (1908), S. XX—XXII. Für die Jahre 1903—1909 (Temperatur) und 1905—1909 (Windgeschwindigkeit) Bd. V (1909), S. XXIV—XXX; für 1910 Bd. VI (1910), S. XVIII—XX; für 1911 Bd. VII (1911), S. XXXV—XXXVII; für 1912 Bd. VIII (1912), S. XXII—XXIV; für 1913 Bd. IX (1913), S. XXXVII—XXXIX.

Mehrjährige Mittelwerte der Temperatur und Windgeschwindigkeit nach Höhenstufen von 500 m: „Arbeiten“, Bd. VIII (1912), S. XXV—XXVII.

#### Kurt Wegener.

Bericht über die während der Tage vom 28. bis 31. August 1905 anlässlich der Sonnenfinsternis vom 30. August am Aeronautischen Observatorium ausgeführten Aufstiege: „Ergebnisse“, Bd. I (1905), S. 116—119.



- Die Technik der Drachen- und Ballonaufstiege: „Ergebnisse“, Bd. I (1905), S. 124 bis 134.
- Bericht über Aufstiege in „Ergebnisse“: Bd. I (1905), S. 75, 76 (9. 2. 1905); S. 87—89 (7. 12. 1905); S. 90, 91 (19./20. 5. 1905). Bd. II (1906), S. 86—92 (5.—7. 4. 1906); S. 92—96 (14., 15. 10. 1906).
- Die Drachenaufstiege auf dem Brocken im Januar—Februar 1906 und die tägliche Periode der Temperatur über den Wolkenoberflächen: „Ergebnisse“, Bd. II (1906), S. 119—131.
- Die Versetzung der Luft in verschiedenen Höhen: „Ergebnisse“, Bd. II (1906), S. 171—176.

Alfred Wegener.

- Bericht über Versuche zur astronomischen Ortsbestimmung im Freiballon: „Ergebnisse“, Bd. I (1905), S. 120—123.

Fritz Fischli.

- Tabellarische Übersicht der in dem Jahre 1909 bei den täglichen Aufstiegen erreichten Höhen: „Ergebnisse“, Bd. V (1909), S. XXIII.
- Temperatur und Wind in der Vertikalen und deren Beziehung zur Wetterlage und Witterung: „Ergebnisse“, Bd. V (1909), S. 197—248 (mit 5 Tafeln).

Otto Tetens.

- Bericht über die Beteiligung des Königl. Aeronautischen Observatoriums an der Internationalen Luftschiffahrts-Ausstellung in Frankfurt a. M. 1909: „Ergebnisse“, Bd. V (1909), S. XVI—XXII, gemeinsam mit R. Assmann.
- Formeln zur Berechnung der Doppelverfolgungen von Ballons: „Ergebnisse“, Bd. V (1909), S. 171—196.
- Über die Sicherheit der Pilotvisierungen mittels eines einzigen Theodoliten: „Ergebnisse“, Bd. VI (1910), S. 183—190.
- Gummipilotballons: „Ergebnisse“, Bd. VI (1910), S. 191—206 (mit 7 Tafeln).
- Aerologische Beobachtungen während des am 18./19. Mai 1910 erwarteten Durchganges der Erde durch den Schweif des Halleyschen Kometen. Bericht über die durch das Aeronautische Observatorium organisierten Experimente: „Ergebnisse“, Bd. VI (1910), S. 219—255.
- Bericht über die Beteiligung des Observatoriums an der Turiner Internationalen Industrie- und Gewerbeausstellung 1911: „Arbeiten“, Bd. VII (1911), S. 219 bis 222.
- Über den Einfluß der atmosphärischen Bestandteile auf die barometrische Höhenmessung: „Arbeiten“, Bd. VII (1911), S. 235—242.
- Das Zehn- bis Hundertfache der Tangenten und Cotangenten für jeden zehntel Grad. Tafel zur Auswertung einfach verfolgter Pilotballonaufstiege: „Arbeiten“, Bd. VII (1911), S. 273—288.
- Methoden der Wolkenmessung: „Arbeiten“, Bd. VIII (1912), S. 213—228.
- Graphische Tafeln zur Entnahme von Azimut und Höhe der Sonne nach deren Stundenwinkel und Deklination: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 371—382 (mit 6 Tafeln).
- Über die Kombinierung von Wolkenmessungen: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 393 bis 410.

Eine neue Konstruktion des Weberschen Polarisationsphotometers mit besonderer Berücksichtigung zenitaler Messungen: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 417—434 (mit 3 Tafeln).

Die Drachentechnik am Königl. Aeronautischen Observatorium: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 475—506.

Kummer.

Jahresübersicht der meteorologischen Beobachtungen für 1909: „Ergebnisse“, Bd. V (1909), S. XXXI.

Übersicht sämtlicher Aufstiege: „Ergebnisse“, Bd. V (1909), S. XXXII—XXXVI.

Josef Reger.

Tabellarische Übersicht der im Jahre 1910 bei den täglichen Aufstiegen erreichten Höhen: „Ergebnisse“, Bd. VI (1910), S. XVII; für 1911: „Arbeiten“, Bd. VII (1911), S. XXXIV; für 1912: Bd. VIII (1912), S. XXI; für 1913: Bd. IX (1913), S. XXXVI.

Jahresübersicht der meteorologischen Beobachtungen für 1910: „Ergebnisse“, Bd. VI (1910), S. XXI.

Übersicht sämtlicher Aufstiege: „Ergebnisse“, Bd. VI (1910), S. XXII—XXVII.

Temperaturzustand in den Morgenstunden während der wärmeren Jahreszeit bis zu 2000 m Höhe: „Ergebnisse“, Bd. VI (1910), S. 213—218.

Bericht über die Tätigkeit des Warnungsdienstes für Luftfahrer während des deutschen Rundfluges 1911: „Arbeiten“, Bd. VII (1911), S. 223—228.

Die Temperaturzunahme mit der Höhe nach den Vormittagsaufstiegen des Jahres 1911: „Arbeiten“, Bd. VII (1911), S. 261—266.

Täglicher Temperaturgang in der freien Atmosphäre und doppelte Luftdruckschwankung: „Arbeiten“, Bd. VIII (1912), S. 229—254 (mit 4 Tafeln).

Die Werte des absoluten Maßsystems und ihre praktische Bestimmung in den Beobachtungen des Königl. Aeronautischen Observatoriums: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 343—348.

Die Luftbewegung über Lindenberg im Jahre 1913: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 443—446.

Über die elastische Nachwirkung bei Bourdonbarometern: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 471—474.

Wilhelm Pepler.

Zur Kenntnis der Feuchtigkeitsverhältnisse in den Zyklonen und Antizyklonen: „Ergebnisse“, Bd. VI (1910), S. 207—212.

Jahresübersicht der meteorologischen Beobachtungen für 1911: „Arbeiten“, Bd. VII (1911), S. XXXVIII; für 1912: Bd. VIII (1912), S. XXVIII.

Übersicht sämtlicher Aufstiege 1911: „Arbeiten“, Bd. VII (1911), S. XXXIX—XLV; für 1912: Bd. VIII (1912), S. XXIX—XXXIV; für 1913: Bd. IX (1913), S. XLI bis XLVIII.

Zur Kenntnis der vertikalen Luftbewegungen: „Arbeiten“, Bd. VII (1911), S. 243 bis 252.

Die Zustandskurve der Temperatur im oberen Teile der Troposphäre und beim Übergang in die Stratosphäre nach den Lindenberger Registrierballonaufstiegen: „Arbeiten“, Bd. VII (1911), S. 253—260.

Zur Kenntnis der Temperaturinversionen: „Arbeiten“, Bd. VIII (1912), S. 255—262.

Die Variabilität der Aufstiegs geschwindigkeit von Pilotballons und ihre Beziehung zur Turbulenz und vertikalen Luftbewegungen: „Arbeiten“, Bd. VIII (1912), S. 263—266.

Messungen der Intensität der Sonnenstrahlung: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 365 bis 370.

Die aerologischen Verhältnisse der freien Atmosphäre bei typisch zyklonaler Wetterlage: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 435—442.

Bearbeitung der doppelten und dreifachen Pilotvisierungen im Jahre 1913: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 447—470.

Hermann Bongards.

Bericht über den Warnungsdienst für Luftfahrer in den Jahren 1911 und 1912: „Arbeiten“, Bd. VII (1911), S. 229—234.

Untersuchung über die Änderung der Temperatur, Feuchtigkeit, Windrichtung und -geschwindigkeit bei Zunahme und Abnahme der Bewölkung: „Arbeiten“, Bd. VIII (1912), S. 267—274.

Über eine Beziehung zwischen Nebelhäufigkeit und Gehalt der Atmosphäre an radioaktiven Zerfallsprodukten: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 411—416.

Bericht über den Wetterdienst für Luftfahrer im Jahre 1913: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 507—510.

Bericht über eine wissenschaftliche Freiballonfahrt vom 12. Juli 1913. Messung der Leitfähigkeit der Luft: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 543, 544.

Hermann John.

Übersicht über die Verteilung sämtlicher in der Zeit von 1899 bis einschl. 1911 am Aeronautischen Observatorium ausgeführten Drachen-, Fesselballon- und Registrierballonaufstiege auf die einzelnen Tagesstunden: „Arbeiten“, Bd. VII (1911), S. 267—272.

Manfred Jaeger.

Jahresübersicht der meteorologischen Beobachtungen für 1913: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. XL.

Anwendungen der Hydrodynamik auf meteorologische Probleme: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 383—392.

Karl Scholtz.

Übersicht über die im Jahre 1913 in Lindenberg eingegangenen Pilotbeobachtungen: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 511—542.

**Veröffentlichungen von Fachgenossen, welche nicht dem Aeronautischen Observatorium angehören, aber Beiträge zu den amtlichen Publikationen desselben geliefert haben.**

R. Süring.

Berichte über Aufstiege in „Ergebnisse“ 1901/1902, S. 70—71 (6. 3. 1902); S. 87 (24. 5. 1902).

G. Lüdeling.

Bericht über Aufstiege in „Ergebnisse“ 1903/1904: S. 26—29 (2. 4. 1903); S. 38, 39 (7. 5. 1903).

Franz Linke.

Bericht über Aufstiege in „Ergebnisse“ 1901/1902: S. 71—74 (6. 3. 1902); S. 77, 78 (3. 4. 1902); S. 81—83 (1. 5. 1902); S. 115—117 (7. 8. 1902).

H. Gerdien.

Bericht über Aufstiege in „Ergebnisse“ 1903/1904: S. 77—80 (1. 10. 1903); S. 88 (5. 11. 1903); S. 127, 128 (14. 4. 1904); S. 135—137 (5. 5. 1904). Bd. I (1905), S. 79, 80 (11. 5. 1905); S. 83—87 (30. 8. 1905). Bd. IV (1908), S. 106—108 (27. 4. 1908).

K. Stuchtey und A. Pepler.

Bemannte Freifahrt vom 13. September 1912: „Arbeiten“, Bd. VIII (1912), S. 209, 210. Absolute Messungen der Sonnenstrahlung auf Hochfahrten in den Jahren 1912 und 1913: „Arbeiten“, Bd. IX (1913), S. 349—364.

### Die Veröffentlichungen des Observatoriums.

Die Veröffentlichungen des Observatoriums sind seit dem Jahre 1900 bis einschließlich 1913 in 13 Bänden erschienen, von denen sich die drei ersten auf das Observatorium bei Reinickendorf beziehen, seitens des vorgeordneten Kgl. Meteorologischen Instituts herausgegeben und im Kommissionsverlage von A. Asher u. Co. in Berlin erschienen sind. Der erste Band enthält die Beobachtungen von 1900 bis Ende September 1901 (35 Bogen Großquartformat), der zweite vom 1. Oktober 1901 bis Ende 1902 (35 Bogen), der dritte umfaßt die beiden Jahre 1903 und 1904 (32 Bogen). Vom 1. April 1905 an beginnen die Veröffentlichungen des Kgl. Aeronautischen Observatoriums Lindenberg mit Band I (24 Bogen), der auch die Ergebnisse der noch in Reinickendorf erfolgten Aufstiege vom 1. Januar bis 31. März enthält. Sie sind im Kommissionsverlage von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig erschienen. Band II (1906) umfaßt 25, Band III (1907) 20, Band IV (1908) 23, der Bericht über die Ostafrika-Expedition als Sonderband 23 Bogen; Band V (1909) 36, Band VI (1910) 36, Band VII (1911) 42, Band VIII (1912) 40 und Band IX (1913) 75 Druckbogen. Bis zum Jahre 1904 erschienen sie unter dem Titel „Ergebnisse der Arbeiten des Aeronautischen Observatoriums“, seitdem bis 1910 . . . des „Königlichen Aeronautischen Observatoriums bei Lindenberg“ und seit 1911 „Die Arbeiten des Königlichen Aeronautischen Observatoriums bei Lindenberg“. Die Veröffentlichungen sind, abgesehen von den ersten drei Bänden, die mehrere Jahre umfaßten, ohne Ausnahme in dem auf das Beobachtungsjahr nächstfolgenden Jahre erschienen. Bei der Drucklegung waren die meisten der wissenschaftlichen Beamten mehr oder weniger beteiligt, während die Korrekturen zum großen Teile durch die Bureaubeamten, gelegentlich auch durch Ballongehilfen und Telegraphisten gelesen wurden.

Die Anordnung des Stoffes, die in den ersten Jahren eine intensivere Bearbeitung von Einzelexperimenten gestattete, mußte bald auf die zunehmende Häufung des Materials Rücksicht nehmen und eine stärkere Zusammendrängung erfahren. Im letzten Bande (1913) ist diese, wie anzunehmen ist, auf das größte zulässige Maß angewachsen, ohne die Übersichtlichkeit und Vollständigkeit herabzumindern, obwohl durch die nach Bjerknæs' Vorschlägen im Jahre 1913 eingeführte Ver-

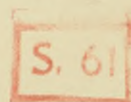
wendung des absoluten Maßsystems neben dem bisherigen der Platzbedarf eine starke Vermehrung erfahren hat. Den Zweck und das Wesen dieser wertvollen Neuerung hat der Observator Dr. Reger im IX. Bande der „Arbeiten“ (1913), S. 343—348 unter dem Titel: „Die Werte des absoluten Maßsystems und ihre praktische Bestimmung in den Beobachtungen des Königlichen Aeronautischen Observatoriums“ in eindringlicher und klarer Darstellung beleuchtet, weshalb auf dieselbe verwiesen sei.

Zum Schluß dieses dem Verfasser unter den Händen wider Erwarten angewachsenen Berichtes würde, wie das in jeder Jahresveröffentlichung geschehen ist, eine Namhaftmachung der Fachgenossen und Freunde aus aller Herren Ländern Platz finden müssen, welche das Observatorium mit ihrem Besuche beehrt haben: aber schon ein kurzer Überblick über die einzelnen Besucherlisten läßt die Schwierigkeiten eines solchen Unterfangens erkennen! Deshalb sei nur festgestellt, daß das Observatorium während der ersten neun Jahre seines Bestehens von mehreren tausend Personen aufgesucht worden ist, unter denen sich die angesehensten Vertreter der Wissenschaft und hohen Behörden befunden haben: an der Spitze Seine Majestät der Kaiser und König Wilhelm II., dessen Huld das Aeronautische Observatorium und sein bisheriger Direktor so unendlich viel zu verdanken hat.

Könnte aus der Reihe der Besucher überhaupt eine Auswahl getroffen werden, so würden nur zwei berühmte Gelehrte und allzufrüh verblichene Fachgenossen, Prof. Lawrence Abbot Rotch aus Boston und Léon Teisserenc de Bort aus Paris hervorzuheben sein, außerdem zwei strebsame Schüler und eifrige Mitarbeiter des Observatoriums, der im Jahre 1908 bei einer wissenschaftlichen Ballonfahrt in Java verunglückte Kgl. Holländische Marineoberleutnant E. Rambaldo sowie der im Jahre 1910 nach mehr als viermonatigem Aufenthalt in Lindenberg auf tragische Weise aus dem Leben geschiedene Kapitänleutnant der Kaiserlich Japanischen Marine Shiro Aihara. Mit allen vier Genannten verband den Verfasser herzliche Freundschaft, für die hier auch über das Grab hinaus Zeugnis abgelegt werden soll.

Nicht unerwähnt bleiben dürfen zwei Gelehrte, die gewissermaßen die Vergangenheit und die Zukunft des Aeronautischen Observatoriums verkörpern: der am 17. Februar 1907 verstorbene Direktor des Kgl. Meteorologischen Instituts, dem das Observatorium entsprungen ist, Wilhelm von Bezold, und der Nachfolger des Unterzeichneten, der neue Direktor des Kgl. Aeronautischen Observatoriums, Hugo Hergesell.

**Richard Assmann.**











WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw. ....

16932

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300366