universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Meteorologie

Trabert, Wilhelm

Berlin [u.a.], 1918

Niederschlag

urn:nbn:at:at-ubi:2-5058

wie manche Planeten. Wo viele Bewölkung iſt, dort hätten wir lichte Streifen.

Teiſſerenc de Bort glaubt, aus den Flecken eines Planeten, die ja zweifellos von Kondenſationsprodukten herrühren, auf die Zirkulation in der Atmoſphäre desſelben ſchließen zu dürfen. Wo wir darauf helle Flecken ſehen, ſchließt er, dort befinden ſich kondenſierte Dämpfe, dort iſt die Atmoſphäre ſicher in aufſteigender Bewegung begriffen.

Niederſchlag.

§ 42. Regenmeſſer.

Sobald die Kondenſation ſo ſtark vor ſich geht, daß die Tröpfchen, welche durch Ineinanderfließen oft bis zu großen Tropfen anſchwellen können, oder die Eiskriſtalle, welche ſich gleichfalls häufig zu größeren Flocken aufeinanderlegen, bei ihrem Falle nicht vollſtändig verdampfen, ſondern den Erdboden erreichen, ſo tritt Niederſchlag ein.

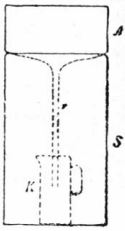


Fig. 38. Regenmeſſer.

Zur Meſſung desſelben bedient man ſich des „Regenmeſſers“ oder „Ombrometers“, eines Auffanggefäßes von beſtimmter Oberfläche. In den Einzelheiten weichen die verſchiedenen Syſteme von Regenmeſſern vielfach voneinander ab. Der in Fig. 38 abgebildete Regenmeſſer beſteht aus zwei Teilen. Der obere Teil, das Auffanggefäß A, beſteht aus einem nach unten in eine Röhre auslaufenden Zylinder, der einen Querſchnitt von z. B. $^1/_{20}$ qm beſitzt. Der auf dieſe Fläche entfallende Regen fließt durch die Röhre r in den zweiten Teil, das Sammelgefäß S, in welches man übrigens zur Erleichterung des Herausgießens

meist noch eine Kanne K hineinstellt. Der Aufsatz A hat vorzugsweise den Zweck, das im Sammelgefäß A oder in der Kanne K gesammelte Wasser von der äußeren Luft abzuschließen und so vor Verdunstung zu bewahren.

Im Winter nimmt man den Aufsatz A und die Kanne K weg und verwendet allein den unteren Teil, den etwa $^3/_4$ m hohen Sammelzylinder, als Schneemesser.

Man mißt nun den Niederschlag in Millimetern, d. h. man gibt an, wieviel Millimeter hoch das Wasser über einer Fläche stünde, wenn nichts versickern und nichts verdunsten würde. Das Meßglas, in welches man den aufgefangenen Niederschlag aus der Kanne zum Zweck der Messung zu gießen hat, ist so eingerichtet, daß es die Millimeterzahl an einer im Glase eingeritzten Skala direkt abzulesen gestattet. Da auf 1 qm, wenn das Wasser 1 mm hoch steht, eine Million Kubikmillimeter, d. i. 1 kg oder 1 l Wasser entfallen, so wird 1 mm Niederschlag auf eine Fläche von $^1/_{20}$ qm offenbar 0,05 l ergeben; d. h., wenn z. B. im Meßglas $^1/_2$ l Wasser enthalten ist, so muß es bis zum Teilstrich 10 reichen, also 10 mm angeben.

Bei anderer Auffangfläche ist selbstverständlich auch ein anderes Meßglas nötig. Für $^1/_{10}$ qm Auffangfläche ergibt 1 mm Regen 0,1 l, d. h. $^1/_2$ l Wasser fällt auf diese Fläche schon bei 5 mm Niederschlagshöhe; wenn das Meßglas $^1/_2$ l Wasser enthält, muß somit das Wasser bis zum Teilstrich 5 reichen.

Fällt der Niederschlag in Form von Eis, so muß dasselbe vor der Messung geschmolzen werden.

§ 43. Arten des Niederschlags.

Man unterscheidet mehrere Arten von Niederschlag: Regen (●), wenn er in Tropfen, Schnee (✳), wenn er in Eiskristallen, Hagel (▲) und Graupeln (△), wenn er in nichtkristallinischen Eisklümpchen fällt.

Als die ursprünglichen Formen sind der Regen und Schnee anzusehen. Der letztere zeigt eine große Mannigfaltigkeit der Formen. Einzelne Flocken weisen nach mikro-



Fig. 39. Schneeflocken.

photographischen Aufnahmen von Sigson oft eine ganz wunderbare, geradezu künstlerische Gestaltung auf (Fig. 39)[1]).

[1]) In Fig. 39 geben wir eine Reproduktion einiger von Hellmann veröffentlichter Proben der Sigsonschen Aufnahmen, die wir der Güte des Herrn Geheimrat Hellmann verdanken.

Vielfach werden Regentropfen bei ihrem Falle zur Erdoberfläche kältere Luftſchichten zu durchfallen haben und dabei erſtarren, oder es werden ſich einzelne Schneeflocken und Nebeltröpfchen zu Eisklümpchen zuſammenballen. Dies iſt wohl die Entſtehung der Graupeln. Von dieſen letzteren unterſcheidet ſich der Hagel (Fig. 40) dadurch, daß bei ihm klare, feſte Eisſchichten meiſt in konzentriſchen Hüllen um einen ſchneeigen Kern vorkommen, und daß die Hagelkörner viel beträchtlichere Dimenſionen erreichen. Man hat ſchon Hagelkörner von mehr als 1 kg Gewicht gefunden.

In bezug auf die Entſtehung des Hagels ſind die Anſichten noch nicht geklärt. Sicher iſt, daß hier wie bei jedem heftigen Regen eine ſehr plötzliche und intenſive Kondenſation, alſo ein raſches Aufſteigen von feuchter Luft eintritt, daß das Hagelwetter ein Gewitter iſt, bei welchem der Niederſchlag zum Teil in Form von Eis fällt. Sicher iſt auch, daß ſich die Hagelkörner aus einzelnen Eiszellen zuſammenſetzen, alſo durch Zuſammenfließen von Tröpfchen entſtehen, die im Moment des Zuſammenfließens wenigſtens teilweiſe erſtarren. Nur bei unterkühlten Tröpfchen iſt dies möglich. Wird unterkühltes Waſſer lebhaft geſchüttelt oder — mit Eis berührt, dann nimmt ein Teil der ganzen Maſſe, je nach dem Grade der Unterkühlung, plötzlich feſte Form an, während der übrige Teil Waſſer von 0° bleibt.



Fig. 40. Hagelkörner.

Aber warum erfolgt nun dieſes Zuſammenfließen zahlloſer Tröpfchen zum großen Hagelkorn? und woher die Kälte, durch welche auch das Waſſer ſchließlich zum Erſtarren gebracht wird?

Was dieſe letztere Frage anbelangt, ſo haben uns die Temperaturmeſſungen bei Ballonaufſtiegen gezeigt, daß dieſe

Kälte in stets geringer Höhe über uns zu finden ist. Schon in 4 km Höhe ist die mittlere Temperatur des Frühjahrs —13°, des Sommers —5° C. Bei Hagelwettern können diese Werte noch in erheblich geringeren Höhen auftreten. Gerade im Frühjahr ist der Temperaturunterschied zwischen den hohen Luftschichten und dem stark erwärmten Erdboden am größten. Das Aufsteigen der Luft in einem Hagelwetter ist übrigens so heftig und lebhaft, daß Regentropfen, ja selbst größere Hagelkörner in sehr hohe, kalte Regionen mitgerissen werden können.

Die Frage nach dem Grund des Zusammenfließens der Tropfen oder dem gewaltigen Anwachsen der Hagelkörner dürfte dagegen mit der bekannten Erscheinung zusammenhängen, daß an einem kleinen Springbrunnen der Wasserstrahl sich zusammenzieht, sobald man ihm eine geriebene Siegellackstange nähert. Jeder elektrische Feldwechsel — und jeder Blitz bedeutet ja einen solchen — wird ein Zusammenfließen der Tropfen bewirken. Wenn aber in der Tat die Hagelkörner durch die Luft emporgerissen, also lange in der Atmosphäre zurückbehalten werden, dann hat auch das Anwachsen zu so bedeutender Größe nichts Verwunderliches mehr an sich.

Welch enorme Eismassen ein Hagelwetter zu liefern vermag, das zeigte das Hagelwetter vom 7. Juni 1894, welches sich in den ersten Frühstunden dieses Tages über Wien entlud. Im Zentrum der Stadt fielen 43,5 mm Niederschlag, meist in Form von Hagelkörnern, d. h. beinahe 1 Zentner pro Quadratmeter! Wien glich nach diesem Wetter einer bombardierten Stadt; über eine Million Fenstertafeln waren in wenigen Minuten zerschlagen worden, die Bäume ihres Laubschmuckes beraubt, und noch in den späten Abendstunden lagen Eishaufen in den Straßen der Stadt, über welche man nicht hinwegsehen konnte.

§ 44. Verteilung und periodische Änderung des Niederschlags.

Während wir bei allen bisher behandelten meteorologischen Elementen auf wesentliche Unterschiede nur dann gestoßen sind, wenn wir größere Teile der Erdoberfläche in Betracht zogen, zeigt der Niederschlag schon auf kleineren Gebieten große Unterschiede.

Der Berliner Zweigverein der deutschen Meteorologischen Gesellschaft hat ein eigenes Versuchsfeld eingerichtet, um über die Genauigkeit der Regenmessungen Aufschluß zu erhalten; und hier bestätigt es sich, daß selbst bei Regenmessern, die nicht sehr weit voneinander entfernt sind, die Ergebnisse der Messungen sehr weit auseinandergehen. Wenn wir z. B. die jährliche Niederschlagsmenge von Charlottenburg = 100 setzen, so ergab Plötzensee 99,0, Martiniquefeld 91,8, Botanischer Garten 89,7 und Steglitz 88,4. Die Differenzen sind sehr groß, je nach dem größeren oder geringeren Windschutz, in welchem der Regenmesser aufgestellt ist. Auch *zeitlich* ist der Niederschlag sehr ungleich: an manchen Orten fallen an einem Tage oft Regenmengen, welche andere Stationen nicht in einem Jahre aufweisen. So fielen z. B. in Cherapunjie in Bengalen am 14. Juni 1876 binnen 24 Stunden 1036 mm, ja vom 12.—15. Juni, d. i. in vier Tagen, 2591 mm beinahe 26 hl pro Quadratmeter! Große Regenmassen fielen auch vor der 1893 in Queensland eingetretenen Überschwemmung. Da fielen vom 31. Januar bis zum 3. Februar auf einer Station 1903 mm, in zwölf Tagen 2670 mm.

Auch unsere Gegenden haben hier und da ähnliche Wolkenbrüche aufzuweisen. So hatte Fiume am 30. September 1892 in $8^1/_2$ Stunden 208 mm, d. i. pro Stunde 24,5 mm; in 48 Stunden fielen dort 515 mm.

Auch in Schleſien fielen während des Wolkenbruches vom 2./3. Auguſt 1888 in 15—18 Stunden Regenmengen bis zu 260 mm. Auf das Quellgebiet des Queis allein kamen rund 10000 Millionen Liter Waſſer. Im Mittel beträgt der Niederſchlag für Deutſchland etwa 660 mm pro Jahr.

Auch in der Jahresſumme gibt es ganz beträchtliche Abweichungen: einem Niederſchlag in Biſhop Creek (in Kalifornien) von 33 mm pro Jahr ſteht im Küſtengebiet von Braſilien ein ſolcher von 3612 mm gegenüber; Oſtbengalen und Aſſam weiſen 3689 mm, Konkan und Ghats 3342 mm und Arakan gar 4386 mm auf. Selbſt in Europa kommen ſolche Jahresſummen vor: Crkvice in Dalmatien z. B. hat einen jährlichen Niederſchlag von 4240 mm. Die größte beobachtete Jahresſumme fällt auf das ſchon erwähnte Cherapunjie: 14800 mm nach einem zehnjährigen Mittel!

Maßgebend für die Verteilung iſt vor allem die Meeresnähe, welche naturgemäß den Niederſchlag verſtärkt, ferner alle Urſachen einer aufſteigenden Bewegung, durch welche Kondenſation herbeigeführt wird. Wir ſehen deshalb einen ſehr regenreichen Gürtel in der Kalmenzone ſich um die Erde ſchlingen, weil dort die Luft in aufſteigender Bewegung begriffen iſt. Auch dort findet ſich reichlicher Niederſchlag, wo ſich oft Depreſſionen mit ihrer gleichfalls aufſteigenden Luftbewegung einſtellen, endlich an der Luvſeite der Gebirge, wo die Luft gleichfalls zum Emporſteigen gezwungen wird. Im allgemeinen wächſt an der Luvſeite der Gebirge der Niederſchlag bis zu einer gewiſſen mittleren Höhe und nimmt dann wieder bis zum Kamme ab. Auf der Leeſeite, wo die Luft herabſinkt, zeigt ſich Föhnbildung und damit ein weſentlich geringerer Niederſchlag. Loomis führt als ein lehrreiches Beiſpiel hierfür, die paziſiſche Küſte von Nordamerika an. Wir laſſen hier die Jahresſummen der dortigen Niederſchlagsmengen folgen:

	Luvseite					Leeseite		
Station:	Sakramento	Auburn	Colfax	Cisko	Gipfel	Truckee	Carson-City	Winnemucca
Seehöhe in m	11	415	738	800	2139	1774	1411	1328
Niederschläge in mm	520	840	1150	1460	1220	750	300	220

Hill hat aus den Beobachtungen der Stationen am Himalaja den Nachweis erbracht, daß die Höhe, bis zu welcher an der Luvseite der Niederschlag zunimmt, zusammenfällt mit jener Höhe, wo in der aufsteigenden Luft die Kondensation beginnt. Auf tieferliegende Stationen entfällt weniger, weil während des Falles ein Teil der Tropfen verdampft, auf höherliegende gleichfalls weniger, weil ein Teil der regnenden Wolke schon darunter liegt.

Dabei kommt übrigens auch die Neigung des Bergrückens in Betracht, welchen die Luft zu überschreiten hat; Riggenbach hat sogar eine bestimmte Beziehung zwischen Regenmenge und Böschungswinkel gefunden. Bei 45° Böschung steigt die Niederschlagsmenge auf das Doppelte vom ebenen Terrain.

§ 45. Tau und Reif.

Wir haben bisher nur jenen Niederschlag betrachtet, der sich in der Luft selbst kondensiert und aus dieser zur Erde herabfällt. Es tritt aber auch an der Erdoberfläche und an darauf befindlichen Gegenständen, insbesondere an den Pflanzen, Kondensation ein: je nach der Temperatur in flüssiger Form als Tau oder in kristallinischer, schneeartiger Struktur als Reif.

Tau und Reif treten immer und überall ein, wenn in klaren Nächten die auf der Erdoberfläche befindlichen Körper durch Ausstrahlung sich so stark abkühlen, daß ihre Temperatur bis zum „Taupunkte" (vgl. § 34) der sie umgebenden Luft sinkt.

Dies iſt die Theorie der Taubildung von Wells. Dieſer letztere nimmt auch an, der im Tau niedergeſchlagene Waſſerdampf ſtamme allein aus der Luft. Demgegenüber hat Aitken auf die Erſcheinung hingewieſen, daß Steine bei Taubildung nicht oben, ſondern an ihrer Unterſeite naß ſeien, daß alſo der Waſſerdampf aus dem Boden ſtamme. Durch Verſuche von Wollny und Ruſſell iſt nun erwieſen worden, daß wirklich der Tau in erſter Linie von der Bodenfeuchtigkeit herrührt. Insbeſondere ſind es die Pflanzen, welche während der Nacht Waſſer aus dem Boden aufnehmen und durch Tranſpiration an die benachbarten Luftſchichten abgeben. Dieſer Dampf ſcheidet ſich bei Abkühlung der Pflanzen durch Ausſtrahlung an ihnen als Tau oder Reif wieder aus. Ruſſell hat gezeigt, daß über dem Erdboden, namentlich über bewachſenem Boden, im Innern von umgeſtülpten Gefäßen ſich reichlich Tau ausſcheide. Hier kann die Feuchtigkeit nicht aus der Luft ſtammen, und es bleibt auch die Taubildung aus, ſobald man die Gefäße über Metallplatten ſtülpt.

Houdaille hat die Taubildung fortgeſetzt gemeſſen. Im Juli iſt dieſelbe am geringſten = 0,19 mm, im November am größten, beträgt jedoch nur 1,24 mm. Im ganzen Jahr wird ſie ſich auf 6—7 mm belaufen; das iſt nur 1% der Regenmenge.

Viel ausgiebiger iſt vielfach der Reif, welcher ſich als „Rauhreif“ oft in dicken Klumpen an die Bäume anſetzt. Bührer bemerkte in einem Falle einen Anſatz von Eiskriſtallen, welcher einem Niederſchlag von 4,8 mm entſprach; der Verfaſſer fand an einem niedrigen Tannenbaum und an einem etwa 2 m hohen Strauch je 3,5 mm. Da der Rauhreif ſehr reich an Stickſtoff iſt (in Ammoniak), offenbar wegen der großen Abſorptionsfläche, die er der umſpülenden Luft darbietet, ſo iſt er im Pflanzenleben gewiß von nicht geringer Bedeutung.