

A felhők képződéséről.*

Igen mindennapi jelenségek, melyekről az alábbiakban szólunk. Mindamellet a tudósok csak igen későn adták reá magukat, hogy a légkör eme folytonos változásnak alávetett képződményeit pontosabb megfigyelések és tudományos vizsgálatok tárgyává tegyék. A csillagászat kezdete visszanyulik a történet előtti időkre, a meteorológia pedig alig néhány évszázados multtal dicsekedhetik. A meteorológia egyes eszközök feltalálásával csak a XVII. század közepe táján kezd magáról életjelt adni, s alig 120 esztendeje, hogy a meteorológiai megfigyeléseknek különböző helyen való céltudatos gyűjtése és feldolgozása megkezdődött. A rendkívüli tűnemények, hatalmas viharok, nagy szárazság vagy esőzés, rendkívül forró nyár vagy szokatlanul hideg tél, ritka fénytűnemények az égbolton az emberiség érdeklődését mindenhol felköltötték és több-kevesebb impulzust adtak pontosabb megfigyelésekre és tanulmányozásukra, a mindennapi jelenségek ellenben figyelmünket legkevésbé sem vonják magukra.

Tényleg a század kezdetéig tartott, míg megtörtént az első lépés, hogy a felhők legalább külsejük szerint osztályoztassanak és célszerűen elneveztesenek.

Az érdem koszorúja Howard londoni kereskedőt illeti, a ki 1802-ben e tárggyal három kis értekezésben fog-

lalkozott, s ezzel alapot teremtett, a melyen a felhőkre vonatkozó összes kutatások tovább épültek. Ő a felhőknek három főtípusát különböztette meg: stratus vagy rétegfelhő, cumulus vagy gomolyfelhő és cirrus vagy pehelyfelhő.

Howard azonban a külső leiráson felül, feltett célja daczára sem hatolt beljebb a kérdésbe. A felhőalakok okozati összefüggése akkori időben eredményesen meg sem volt kísérthető.

E kérdést csak a legújabb időben kezdték tanulmányozni, főleg midőn a fotografiát is sikerült e kutatások szolgálatába szegődtetni és segítségével e változó képződmények alakjait megörökíteni, s midőn a felhők kiterjedését, magasságát és mozgásait is sikerült bizonyos határozottsággal megmérni.

A feladat azonban, melyet itt a fotografia elé szabunk, sokkal nehezebb, mint a minőnek az első tekintetre tartanók. Ennek oka abban rejlik, hogy az égbolt kékje ép oly módon hat a közönséges fotografiai lemezre, mint fehér foltjai, ennél fogva a közönséges fotografiai módszerek alkalmazásával sok felhő, főleg a pehelyfelhők egyáltalán nem jelennek meg a képen. Hogy ezeket láthatókká tegyünk, különös műfogások váltak szükségessé, mint pl. sárga üveglemezek beiktatása, különösen érzékeny lemezek alkalmazása stb. Csak ily segédeszközök foganatbavételével sikerült néhány kiváló fotografusnak és meteorológusnak legyőzni ama nehézségeket, a melyekkel a felhőknek fotografálása annak-

* Dr. Bezold előadása az Uraniában.

előtte küzdött. E téren különösen ki-tűnt Dr. Neuhaus berlini orvos, valamint Hildebrandt-Hildebrandsson upsalai, Riggensbach baseli és Sprung potsdami tanár.

E körülmény nemcsak arra képesít minket, hogy a felhőalakokat mint olyanokat állandósítván, azokat ily módon részletesebb tanulmányozhatjuk és pontosan leírhatjuk, hanem egyúttal különböző álláspontból való fölvételökkel együtt biztos következtetést vonhatunk a felhőknek magasságára és egyéb méreteire is.

Ezeknek előrebocsátása után foglalozunk közelebbről a dologgal.

Tágabb körű általánosságban szólva, felhő vagy köd keletkezik, valahányszor a légkörben kisebb-nagyobb mértékben mindig meglévő vízpárák finom eloszlásban kiválnak. A kivált részecskék lehetnek cseppfolyós vagy szilárd halmazállapotúak, mihez képest megkülönböztünk víz- és jégfelhőket.

Hogy ezek közül melyikkel van minden egyes esetben dolgunk, könnyen eldönthető, ha a felhők elérhető magasságban lebegnek, a mint azt a hegyek tetején közvetlenül vagy pedig lég-hajón tehetjük.

Mindamelletts sokszor az elérhetetlenség esetére is tudunk biztos megkülönböztetésre szert tenni. Erre szolgálnak ama fényjelenségek, melyeket a nap- és holdudvarokban, vagy gyűrűkben melléknapok és holdak alakjában ismerünk. Kimutatható ugyanis, hogy a Nap és a Hold körül látható csekélyebb gyűrűk, az udvarok a fénysugaraknak a ködgömböcskéken véghezmenő elhajlásából erednek, minélfogva a jelenségek az esős felhőket jellemzik, ellenben a hold- és napgyűrűk, melyek az égi testeket egészben, nagy távolságban veszik körül, valamint az olykor lát-ható melléknapok, a fénysugaraknak a

jégkristályokon véghezmenő törése és visszaverődése által jönnek létre. Mint-hogy pedig azok a felhők, melyek e tünemények egyikét vagy másikat létesítik, egész külső megjelenésökben is lényegesen elütnek egymástól, némi gyakorlatlalt az esős felhőket a jégfelhőktől igen sokszor még az esetben is megkülönböztethetjük, ha nincs alkalmunk az említett optikai tüneményeket szemlélhetni.

Magától értetik, hogy a jégfelhők a légkörnek főképp magasabb rétegeiben fordulnak elő, mert ott általában, az egészen magas régiókban pedig mindig hidegebb van mint a föld felszínének közelében.

Tévedés volna azonban azt hinni, hogy a fagypon alatti hőmérsékleten a felhők mindig jégfelhők alakjában jelennek meg. Igen gyakran esik meg, hogy a felhők, melyek hőmérséklete mélyen a fagypon alatti áll, még mindig cseppfolyós alakban jelennek meg, hasonlóan a levegőtől forralással megfosztott vízhez, mely teljesen nyugodtan tartva mélyen a fagypon alá hűthető a nélkül, hogy szilárd halmazállapotba jutna. Ha azonban az így lehűtött vizet pl. egy bele eső jégdarab, vagy csak egy hókristály is megrezdíti, mintegy varázsütésre egész tömegében megszilárdul és hőmérséklete hirtelen 0 fokra szökken fel.

A fagypon alatti hűtött vizet túlhűtöttnek mondjuk s ennek nagy szerep jut főleg a zivataros felhők képződésében.

A jégtűk és ködszemecskék nagysága rendkívül változó. Általánosságban csak mikroszkópi nagyságúak ugyan, s ámbár a nap- és holdudvarok gyakran oly testecskékre látszanak vallani, melyeknek átmérője 0.027 mm.-nél nem nagyobb, mindazonáltal sokszor oly nagyságúak lehetnek, hogy szabad szemmel is láthatók.

A föltételek, melyek között a kiválás végbemegy, szintén ismeretesek. Tudjuk, hogy valamely térben a gőzalakban levő vízmennyiség nagyon különböző és a levegő hőmérsékletétől függ. Így pl. e hőfokon 1 m³ levegő legfőlebb 4·9 gramm vizet tartalmazhat gőzalakban, ellenben 10^o-on már 9·3 grammot, végül 20^o-on 17·2 grammot.

Ha már most a levegő e hőmérsékleteken a fölemlített víz mennyiségénél kevesebbet tartalmaz és a kérdéses térbe víz kerül, a víz mindaddig párolog, míg a vízgőznek — a hőmérsékletnek megfelelő — mennyisége nem lesz meg, a midőn is azt mondjuk, hogy a kérdéses tér telített gőzökkel van tele.

Ha valamely térben a hőmérsékletnek megfelelőleg telített gőz van és lehül, akkor a fölösleges vízgőz vízcseppek alakjában kiválik vagyis lecsapódik. Így pl. ha a levegő 20^o-on van telítve, vagyis m³-je 17·2 gr. vízgőzt tartalmaz, 10^o-ra való lehűtésekor az előbbieket szerint 7·9 gr. víznek kell lecsapódnia, hogy a levegő az új hőmérsékletnek megfelelőleg telített legyen.

Könnyen érthető tehát, hogy, ha a nedves levegő lehül, a megfelelő hőfoknál telítetté válik, a hőmérsékletnek további süllyedésével pedig megkezdődik a vízgőz lecsapódása.

Ha a lehülés valamely szilárd test felszínén megy véghez, pl. az edény falain, a szilárd test felszíne vízzel vagy jéggel vonódik be, ha pedig a levegő egész tömegében hül le, megkezdődik a ködképződés.

Itt azonban megjegyezzük, hogy a ködképződésnek ezen a régiék által egyedülnek tartott módja nem felel meg a valóságnak.

A ködképződés ugyanis csak akkor következik be, ha a lehült levegő a vízgőzön kívül még finom eloszlás alakjában

szilárd testeket, port vagy füstöt is tartalmaz. Ha ugyanis valamely térben levő levegőt gondosan minden szilárd anyagtól megtisztítunk, még a telítettség foka alatt sem következik be a ködképződés; ilyenkor a levegő a rendesnél több vízgőzt tartalmaz, azért túltelítettnek mondjuk. A köd és így a felhők képződésének a levegőben úszó szilárd alkotórészekben gyökeredző ezen alapfeltételét csak újabban mutatták ki, a mit ezúttal annyival is inkább ki kell emelnünk, mert a felhőképződésben elsőrendű fontossága van. Ez magyarázza meg a nagy és főleg fejlett gyárakkal bíró városoknak a ködképződésre való hajlandóságát, ebből érthető meg a londoni ködnek a tulajdonképi oka.

E két körülménynek kapcsolata mellett legjobban tanuskodik Auwersnek az az észlelete, mely szerint azon napok száma, melyeken délben a greenwichi csillagvizsgálóról a napot látni lehetett, a múlt század közepétől az 1880-as évekig 160-ról 115-re, tehát évenként 45 nappal süllyedt.

Hogy némi fogalmunk legyen, mily nagy mennyiségben fordulnak elő e szilárd részecskék még a látszólag tiszta levegőben is, fölemlítjük, hogy az angol Aitken, ezen dolognak első tudományos kutatója, a Rigi csúcsán derült napon a tisztaságáról híres alpesi levegőnek m³-jében még mindig 700 darab szilárd testecskét mutatott ki, a hegycsúcsát beborító felhőben pedig számuk 4200-ra ment. A szoba levegőjének m³-ében, melyben 2 órán át 4 gázlámpa égett, nem kevesebb mint 16 millió szén- és porrészecskét talált.

Ezeknek előrebocsátása után a felhők képződésének kérdése ama föltételek vizsgálódásában pontosul össze, melyek alatt a légkörnek lehülése szokott véghez menni.

Ez pedig lényegileg három különböző módon megy véghez:

1. Azon hővesztés útján, mely a légkörnek a föld vagy a tenger felületével való érintkezésnél áll elő.

2. A különböző hőmérsékletű teltett vagy a teltséghez igen közel álló légtömegeknek keveredésével.

3. A levegőnek a légnyomás változása miatt előálló kiterjedése útján, mely véghez megy a kellő melegnek egyidejűleg való hozzájárulása nélkül.

A lehülések e különböző módjai közül az utolsó a leggyakoribb, a miért is a felhők képződésében, valamint főleg a légköri lecsapódásoknak létrejöttében ennek jut az oroszlánrész. Ez okok hatásairól egyszerű kísérletek útján is meggyőződhetünk.

Töltsünk meg egy ivópoharat mintegy harmadrészben vízzel és, üveglappal befödve, melegítsük fel homokfürdőben 50—60 fokig: a pohárnak víz felett való térfogata hasonló hőmérsékletű gőzökkel telik meg. Minthogy azonban a vízzel együtt a pohár falai is egyidejűleg átmelegednek, a gőz teljesen láthatatlan állapotban marad, vagyis a víznek a kiválása sem harmat, sem köd alakjában nem következhetik be. Ha azonban a pohár falain a lecsapódásnak némi nyomai észlelhetők volnának is, azokat a pohár vizével könnyen lemoshatjuk.

Ha most, a fedőt levéve, a gőzzel telt pohárba egy kisebb — jégdarabokkal telt — poharat sülyesztünk, az utóbbi azonnal harmattal lepődik be s azonfelül a pohárban sűrű köd jelenkezik, mely súlyánál fogva a meleg víz felszínére ülepszik. E kísérletben a lecsapódás képződésének két első módja világoosan észlelhető.

A köd képződésének a levegő kiterjedésekor való létrejöttét Kiessling nyomán következőleg szemléltethetjük.

Vegyünk egy nagy üveggömböt,

mely átfúrt dugóval van elzárva és csekély mennyiségű vizet tartalmaz. A dugón keresztül egy üvegcsapal ellátott cső vezet a gömbbe. Ha most fűvás útján a gömbben a levegőt megritkítjuk, azután pedig az üvegcsapot megnyitjuk, ezen át levegő tódul a gömbbe, magával ragadván a cső nyílásánál meggyújtott taplónak vagy kenes gyufának a füstjét. Ha ezután a csövön át még levegőt szorítunk be a gömbbe, a gömb sűrített nedves levegővel lesz tele. Ha most megnyitjuk a csapot, a levegő a gömbből kiáramolván, kiterjed és ennek folytán lehül, a mit is a gömbben jelenkező köd határozott alakban tüntet fel.

Ez azonban nem következett volna be, ha a levegőt előbb a vízzel való keveréssel minden portól megtisztítottuk volna, ép azért a kísérlet biztosítására czélszerű előbb kevés füstöt vagy kénigózt vezetni az üveggömbbe.

Ezek előrebocsátása után vizsgáljuk meg, miként érvényesülnek a lecsapódásnak e különböző nemei a természetben és miként jelennek meg érzékeink előtt köd vagy felhők alakjában.

Kezdjük a vizsgálatot a levegőnek a hideg testek felszínén véghezmenő lehülésével.

E jelenséggel találkozunk, ha a föld vagy a víz felszínén hősugárzás miatt hül le, a mi rendszerint derült és csendes időben a reggeli, vagy általában szólva az éjjeli órákban, télen pedig még napközben is be szokott következni. Ily esetekben mindenekelőtt a föld felszínét talajköd fedi be, a mely azután kedvező körülmények között mindinkább gyarapodik, mert a folytatlagos hősugárzás mindinkább a köd felső határán megy véghez, mely körülmény fölfelé való gyarapodását idézi elő. Ha azonban a föld felszín napközben a ködön át, bár hiányosan a földre jutó napsugaraktól átmelegedik, a

köd alsó rétegei eloszlanak, s mint magasan lebegő köd jelenik meg.

Más esetekben a köd ismét felülről lefelé kezd oszladozni, minélfogva az alsó rétegek maradnak meg legtovább. A rétegek vastagsága igen különböző lehet, s olykor 1000 m.-nyi vastagságot érhet el; más esetben mint talajköd csak néhány centiméternyi.

E köd alakja legtöbb esetben igen egyszerű s horizontális rétegekben jelenik meg, melyek csak a feloszlásnak utolsó stádiumában ismeretes sarlóalakokra esnek szét. Ha azonban az ilyen rétegnak felső színén más hőmérsékletű levegő vonul el, igen különös jelenségek következhetnek be. Ezekről azonban később más jelenségek kapcsán lesz szó. Ily esetekben e ködrétegnak felső színe valóságos hullámokat tüntet fel s hasonlít a vihar korbácsolta tóhoz.

Hogy a légkör felsőbb rétegeinek kisugárzás útján való lehülése milyen mértékben veendő figyelembe, és hogy az a már meglevő felhőknek gyarapodását milyen mértékben mozdítja elő, ez idő szerint még teljesen nyílt kérdés.

Sokkal változatosabbak azok az alakok, melyek keveredés útján keletkeznek. Minthogy a keveredés nagy felületeken megy véghez, a mint a különböző hőmérsékletű és ehhez képest különböző súlyú rétegek egymásfőle sorakoznak, vagy pedig örvények alakjában, mint a folyadékok keveredésében látjuk, ennélfogva az ily módon keletkezett felhők vagy szintúgy horizontális rétegek, mint a talajköd, vagy fodros s igen változatos alakokat tüntetnek fel.

Egyébként a keveredésre vonatkozólag még különös körülményeket kell figyelembe vennünk. Mindenekelőtt megjegyezzük, hogy az ezután kiváltható csapadékmennyiségek még az esetben sem lehetnek nagyon jelentékenyek, ha az egymással keveredő légrétegek telí-

tettek s hozzá még igen különböző hőmérsékletűek, ennélfogva ez úton nehéz felhők s még kevésbé hatalmas lecsapódások nem jöhetnek létre. Továbbá figyelembe veendő, hogy a nem páratelt légnemek keveredésével bizonyos határok között csak egyszerű sűrűsödés következik be. Így pl. ha 0 fokú 95 %-ig telített levegő, 10 fokú ugyancsak 95 %-ig telített levegővel keveredik, csapadék-kiválasztásnak csak úgy van helye, ha a keveredési arány nem kisebb mint 23:77-hez és nem nagyobb mint 61:39-hez.

Ha pedig bizonyos hőmérsékletű levegő egy másik más hőmérsékletűvel keveredik, igen sokszor esik meg, hogy a folyton változó keveredési arány mellett csak egészen muló természetű könnyű felhők képződnek, melyek a további folyamatban azonnal újra feloszlanak.

Ily módon keletkeznek a könnyű természetű rojtos felhőoszlányok, melyek főleg szeles időjáráskor oly gyakoriak és igen gyors változásnak vannak alávetve.

Még a hatalmas gomolyfelhők szélein is gyakran akadunk hasonló tünevényekre, melyek ugyancsak a keveredésen alapulnak.

A keveredés útján létrejövő felhők könnyen érthető okokból általában igen muló természetűek. Sokkal maradandóbbak azok a felhők, melyek az egymás felett álló légrétegek határán keletkeznek, s a melyek a horizontális rétegeknek legszebb alakjait tüntetik fel s azért a rétegfelhők (stratus) elnevezése teljes mértékben rájuk illik. Ezek gyakran egynemű és az egész égboltozatra kiterjedő lepel alakjában jelennek meg, melynek nagysága és vastagsága bajosan ítélhető meg.

Még gyakrabban egy másik jelenség kíséretében jelennek meg, mely jelenségnek magyarázatát elméleti kutatások

alaján Helmholtz adta, s mely a szemnek a legérdekesebb látványt nyújtja. Helmholtz ugyanis kimutatta, hogy midőn valamely felhő egy másik különböző sűrűségű vagyis más hőmérsékletű felhő fölött elvonul, itt ép oly alakú hullámok keletkeznek mint az erős szélnek gabonaföldön vagy vízfeletti elvonulásával. A különbség csak az, hogy a felhők közötti hullámhosszak, mint azt Helmholtz elméletileg kimutatta, s a mit a gyakorlat is igazol, aránytalanul nagyobbak a víz hullámainál. A víz hullámait ugyanis méterekben mérjük, s bár a tengeren a hullámok hossza olykor 100—200 m.-nyi is lehet: a levegőben jelenkező hullámok hossza több száz méternyi, sőt több kilométernyi is lehet.

Ezek a hullámok csak az esetben láthatók, ha az egymás fölött elvonuló felhőrétegekben elegendő nedvesség van. Azokon a helyeken, melyek hullámhegyeknek felelnek meg, a különböző felhőrétegeknek tömegei egymásba hajtattak, minek következtében egyközű sávokból álló felhők képződnek, melyeket Helmholtz igen találóan hullámfelhőknek nevezett el. Ha valamely helyen hasonló, de ellenkező irányú szél-től eredő hullámrendszer keletkezik, a már képződött felhőrétegeket a másik rendszer újra megosztja, ennél fogva az egész felhőréteg rombos alakú képződményekre bomlik, s keletkeznek az úgynevezett bárányfelhők.

E névvel azonban az e nemű felhőket csak akkor illetjük, ha olyan magasságban fordulnak elő, hogy a szemlélő előtt tömegesen jelennek meg. Tényleg a hullámfelhők a legkülönbözőbb magasságban találhatók, habár általában a légkörnek inkább középső és magasabb rétegeihez tartoznak.

A tényleges megfigyelések szerint azonban a föld felszínének nemcsak magasabb rétegei jelennek meg párhuz-

mos hullámalakokban, mert Gross és Bersou léghajóban fölszállva, ugyanezt egy alig 100 m. vastag ködrétegen is tapasztalták. Azonban Jesse, kinek az éjjel világító felhőkre vonatkozólag oly szép vizsgálatokat köszönhetünk, a hullámalakú tagoltságot még azon képződményeken is konstatálta és fényképileg is állandósította, melyek 60—80 kilométer, sőt még annál is nagyobb, tehát oly magasságban fordulnak elő, a melyben a légkör nyomása a föld felszínén levőnek alig $\frac{1}{10000}$ -ed része, s a hol ennél fogva a levegő sokkal ritkább, mint a miőt mi a legtökéletesebben működő légszivattyúval elő tudunk állítani.

Sajnos, hogy a »hullámfelhők« elnevezése a meteorológusoknál még nem honosodott meg, a kik is ezen osztályba tartozó felhők osztályozását még mindig más tulajdonságaikra fektetik.

Igy ha jelen van a trapezalakú oszítás, mint a nép nyelvén ismert bárányfelhőket, magasan lebegő gomolyfelhőknek (altocumuli) mondják, ha t. i. tömegek aránylag elég nagy és a légkör középrétegeihez tartoznak (3000—5000 m.). Ez esetekben a kérdéses felhők többnyire vízcseppekből vagy hókristályokból állanak.

Ha pedig a felhőtömegek igen lazák, mint a nagy magasságban úszó jégkristályokból álló felhőkön tapasztaljuk, azokat pelyhes gomolyfelhőknek (cirrocumuli) mondják.

Könnyen kivehető, hogy itt mindkét esetben azon körülményből indulunk ki, hogy az egész réteget tevő egyes felhők különvált tömegeket alkotnak s a gomolyfelhőkre emlékeztetnek.

Az eddigiekben tárgyalt felhők gyenge képződmények, a melyek a Nap arczatát többé-kevésbé elfödhetik ugyan előlünk, de bőséges vagy csak

említésre méltóbb lecsapódások forrásivá sohasem lehetnek.

A szürkés gomolyfelhőkről, melyek szép nyári napokon többnyire a szemhatár szélén hatalmas hegyek alakjában szoktak egymás fölé tornyosulni, vagy ama piszkos fekete zivatarfelhőkről, melyek ijesztő alakban szoktak az égen összpontosulni, s a melyekből majd üdítő eső, majd pusztító jégzivatarok szoktak alázuogni, mindezekről még egy szóval sem emlékeztünk meg. E helyütt mindjárt meg is jegyezzük, hogy a felhőknek ez utóbb említett nemei egészen más körülmények hatása alatt jönnek létre.

Már a felszínes megfigyelésből is következik, hogy a felhők képződésében a légrétegeknek hidegebb testekkel való érintkezéséből vagy a sugárzásból folyó lehülésnek helye nincs, mivel ezek ép a legmelegebb napokban és időszakban szoktak megjelenni. Ép oly kevéssé tekinthető a keletkezés okául a keveredés, mely rendszerint csak az érintkező felületeken megy véghez hevesebb mértékben, minélfogva a keveredésből csak üres gömbhöz hasonló gomolyfelhők keletkezhetnek.

A felhők e nemei a felszálló és a magasban lehülő légáramlatokban találják keletkezésüket. Tapasztalati tény, hogy a magassággal együtt kisebbedik a légnyomás, ennélfogva az alulról főlzálló levegő folyton nagyobb és nagyobb térfogatra terjed ki.

E kiterjedés igen jelentékeny lehet, a mennyiben a főlzálló légtömeg már 3200 m.-nyi magasságban az eredeti térfogatnak $1\frac{1}{2}$ -szeresére, 5600 m.-nyi magasságban pedig kétszeresére terjed ki. Itt tehát ugyanazon föltételek állanak elő, melyeket fentebb a Kiessling-féle kísérletnél irtunk le, ennélfogva ezután gazdag víztartalmú felhők képződhetnek s egyúttal ez úton a leggazdagabb lecsa-

pódások is természetesen származtathatók.

Hogy a nyáron megjelenő gomolyfelhők a melegségtől előmozdított főlzálló légáramokra vezetendők vissza, az már régóta ismert tény, azonban a folyamatnak teljes jelentősége, melyen ez idő szerint a lecsapódások képződésének egész elmélete nyugszik, csak azon különös jelenség tanulmányozásával vált ismeretessé, mely a magas hegyek sajátossága, s melyet az Alpesekben »Föhn« néven ismerünk.

Ismeretes tény, hogy az Alpesek északi völgyeiben koronként erős viharok szoktak lenni, melyek meleg voltukkal és szokatlan szárazságukkal tűnnek ki. E két tulajdonságnál fogva e szél eredetét régebben a Saharában keresték, míg végre, számos meteorológiai megfigyelésre támaszkodva, mintegy 30 évvel ezelőtt felismerték, hogy e jelenség az Alpesek északi lejtőin rendszerint együtt jár a déli lejtőkön véghezmenő erős lecsapódásokkal, és hogy a szél, mely a völgyekben mint meleg és száraz jelenkezik, tulajdonságát csakis főlzállása közben éri el, a hegy csúcsain pedig ugyanaz mint hideg és nedves szél szerepel.

A megfigyelésekből kitűnt, hogy ez az áramlat mindannyiszor megjelenik, valahányszor az Európa felett való általános légnyomás olyan feloszlású, hogy az Alpesek déli lejtőiről nagyobb mennyiségű légtömegek hajtának át az északi lejtőkre.

Ezzel egyetemben csakhamar azt is felismerték, hogy hasonló tünetnyek mindenütt jelenkeznak, a hol a légtömegeknek hatalmas hegyeket kell át lépniök.

Ezek után a tünetny minden nehézség nélkül megmagyarázható. A mint ugyanis a levegő a hegynek egyik lejtőjén a magasba száll, kiterjed s ahhoz

képest lehül, még pedig ép oly módon mint a Kiessling-féle edényben, ha csapást megnyitjuk.

E mellett meghatározott magasságban a felszálló párák telítettekké válnak, felhőkké alakulnak s belőlük eső vagy hó alakjában víz csapódik ki. A hegy csúcsáig felszálló párák ennek folytán telítetteknek tekinthetők, ámbar a vízmennyiség dolgában szegényebbek mint a felszállás előtt. A mint azonban a magasba szállott pára a lejtő ellenkező oldalán lesüllyed, a beálló sűrűsödésből kifolyólag megmelegedik s a felszállás előtti magasságához és hőmérsékletéhez képest most relative sokkal szárazabb, mert jelentékeny mennyiségű vizet veszített, és mert a leszálló pára megfelelő magasságban aránylag kisebb páratartalom mellett is magasabb hőmérsékletű s ezért rendkívül szárazzá válik.

E folyamatból kifolyólag a felhőképződésnek sajátos nemei jönnek létre. A hegységek csúcsain, hol a légáramlat eléri forduló pontját, s a hol az eddig emelkedő áramlat a sülyedésbe megy át, hatalmas felhőtömegek kezdenek tornyosulni, melyek egyes részeik mozgásának daczára állandóknak látszanak.

Érdekes példája ez a látszólag álló, de tényleg hatalmas vihartól zajló felhőknek, egyúttal intőjel arra, hogy a felhők mozgásából a levegőnek mozgására biztosan következtetni nem lehet. Hasonló viszonyok uralkodnak a felszálló áramoknál, legyenek bár azok helyi fölemelkedésből vagy barometres depresszióból eredők. Mindkét esetben hatalmas tömegű, egymás fölé tornyosuló felhők képződnek, mert itt a lecsapódás egész tömegekben és gyorsan következik be.

A nyári gomolyfelhőnek sík alapja van, a mely megfelel azon magasságnak, melyen a felszálló légáramok elérik le-

csapódásuk pontját; ellenben a nagy esőfelhők, melyek lényegökben szintén gomolyfelhők, de a melyeknek felső színét rendszerint nem láthatjuk, alsó részükön legtöbbször szabálytalanul ranczos szegélyűek. Oly tulajdonsága ez az említett felhőknek, mely csakis a hegyes vidékeken mutatkozik feltűnő és határozott alakban. E tulajdonságot az ezen felhőképződésben csak mellékesen szereplő keveredésnek kell tekintenünk. A rojtok főleg szeles időjárás alkalmával látszanak feltűnően, a midőn is alakjukból kivehető, hogy ily esetekben a ködök felszállása ferde vonalak alakjában megy véghez, a miből következik, hogy a lecsapódás különböző helyen különböző magasságban áll be, mely körülmény a felszálló áramlatok kisebb-nagyobb víztartalmával áll kapcsolatban.

A gomolyfelhők olykor rendkívüli magasságokkal tűnnek ki. Már a közönséges esős felhők, melyeknek alapfelülete csak néhány száz méternyire vagy még ennél is kisebb magasságban van a föld, illetve a völgyek színe fölött, az Alpeseeknek legmagasabb csúcsai fölé emelkednek, de még ennél is nagyobb magasságot tüntetnek fel olykor a zivataros felhők. R i g g e n b a c h tanár egy alkalommal a Sántis-ről egy hatalmas zivataros felhőt figyelt meg az Algäui Alpeselek felett, melynek alapja, mérései szerint, mintegy 2800 m.-nyi magasságban volt a tenger színe fölött, felső részei pedig mintegy 1300 m.-nyi magasságig nyultak fel. Egyébként nagyon valószínű, hogy a zivataros felhőknel még egészen különös körülmények is működnek közre, melyek a felszálló légáramoknak különös erősséget kölcsönöznek és így a vízcsepkeket szokatlan magasságba emelik.

Ily felhők ugyanis igen gyakran túlhűtött vizet tartalmaznak. Ha ilyen víz valami külső okból, pl. a beleszó jég-

kristálytól rezgésnek indul, hirtelen fagyás áll be benne, minek folytán a hőmérséklet hirtelen 0°-ra, tehát magasabbra emelkedik s ez által a páráknak újabb és hirtelen föllendülése következik be. Az ilyen túlhűtött felhőt ennél fogva bizonyos értelemben a föllendüléshez szükségelt erő forrásának tekintetjük és ebben kell keresnünk igazi okát azon olykor feltűnően nyilatkozó alakváltozásoknak, melyeket a zivataros felhőkön látunk.

Ha végül még túlhevített gőzök létezését is föltételezzük, a mi több okból nem valószínűtlen, ezekben a fenti folyamatok újabb erősödést találnának, s ily módon az úgynevezett felhőszakadások oka ezekkel volna kimagyarázható.

Az előadottakban megmutattam, miképen lehet a leggyakrabban előforduló felhőalakoknak legtöbbször keletkezésök módjából kimagyarázni és miképen lehet alakjokból eredetökre következtetni.

Hogy a felsorolt okok összehatásából még némely középalakoknak is kell

keletkezniök, az természetes, azonban koránt sem nehéz ez alakokat is az itt tárgyalt alaptételekre visszavezetni.

Egyetlen felhőalak marad hátra, melynek képződéséről ez idő szerint tüzetesen, vagy legalább minden esetre kiterjedőleg be nem számolhatunk, ezek t. i. a légkör legmagasabb régióihoz tartozó tulajdonképi pehelyfelhők (cirrus vagy cirrostratus). Kétségtelen ugyan, hogy e laza képződmények jégtűkből állanak, sőt olykor hullámfelhőkre is vezethetők vissza, de egyes sajátosságait legalább egyelőre bajosan tudjuk kimagyarázni.

E feladat megoldása a jövő feladata, a mely annival háladosabbnak ígérkezik, a mennyiben ép ezen felhők útján veszünk tudomást azon folyamatokról, melyek a végtelen távolságban lejátszódnak, s ez okból e felhőket méltán tekinthetjük a közelgő időjárás változása hírhözóinak.

(Himmel u. Erde 1894. 5. f.)

Közlő BÓBITA ENDRE.

APRÓ KÖZLEMÉNYEK.

Vadászat és természettudomány. Mi az, a mi az embert kiragadja a mindennapi nyomorúságból, a miért elhagyja a jó társaságot, a kényelmes életet és a mi rá bírja, hogy fárasztó, járatlan utakon életét kockáztassa, dacoljon a zord idő viszontagságaival és erejét próbára tegye? A szenvedély az, a mi a hegymásztót az Alpések sziklatoryaira viszi, a vadászt az őserdők rengetegeibe kalauzolja; még pedig a szenvedély nemesebb formája, és ritkán csak a feltűnés vágya, mint azok hiszik, kikben hiányzik az érzés, hogy felfoghaszák, a mit szavakban kifejezni nem, hanem csak érezni lehet.

A vadászat nemes sportja nemcsak testünket edzi, nemcsak élvezetet nyújt, hanem természettudományi ismereteinket is nagy mértékben gyarapítja, a természet szépségeit megkedveltetni velünk. A vadász, a gazda, a pásztorember az, a ki már hivatásánál fogva a természeti tünemények megfigyelésével foglalkozik. Az állat- és növényélet minden csekély mozzanata észleléseinek tárgya, és pusztán csak gyakorlati eljárásánál fogva esetleg több és becsebb biológiai adat birtokába jut, mint az íróasztala mellett görnyedő és a természet nagy tárházát csak néha-néha kutató szobatudós. Brehm nagy művében minduntalan talá-



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhetsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.