

B<sup>o</sup> 1882 II, 22 ull

ÖVERGEDRUKT

UIT HET

ALBUM DER NATUUR.

---



Feb 1890 N.Y.



## DE REUZENKETELS EN HUNNE ROL ALS GLACIAAL-VERSCIJNSELS.

DOOR

**Prof. F. J. P. VAN CALKER.**

Tot de glaciale verschijnselen, die, voortgebracht zijnde door gletscherwerking, daarvan getuigen, dat aan de plaatsen, waar zij worden aangetroffen, eens een gletscher zich uitbreidde, worden door de voorstanders der glaciaaltheorie, die eene voormalige ijsbedekking van het erratische terrein in Noord-Europa aannemen, ook de zoogenaamde reuzenketels geteld. Toen namelijk door de talrijke waarnemingen van ontwijfelbare gletschersporen<sup>1</sup>, die in den loop der laatste jaren in Noord-Duitschland werden gedaan, de overtuiging meer en meer veld won, dat eens eene gletschermassa die streek bedekte, werd ook van verschillende plaatsen aldaar omtrent het voorkomen van reuzenketels bericht. Zoo gebeurde het, dat eene klasse van verschijnselen, die sedert langen tijd aan de geologen bekend waren, onder den boven reeds

<sup>1</sup> Zoodanige glaciale verschijnselen of gletschersporen zijn: groeven en krassen op de oppervlakte van rotsen, afgeslepen en gepolijste rotshoofden ("Rundhoecker") met stoot- en lijzijde, afgeslepen en gekraaste noordsche en inlandsche gesteenten, voorts de geardheid van het "Geschiebelehm", als grondmoraine, storingen der onder het "Geschiebelehm" liggende lagen door verbrijzeling, opstuwing, plooiing, gedeeltelijke insluiting in het "Geschiebelehm" en medevoering in de richting der voortbeweging van den gletscher, eindelijk het voorkomen van meertjes, die achter hoogten van morainenmateriaal gegroepd liggen, de zoogenaamde "Seeënplatte".

gebezigden naam van "reuzenketels" (*Riesenkessel*) en onder de namen: "*Riesentöpfe*, (*marmites des géants*), *Gletschertöpfe*, *Strudeltöpfe*, *geologische Orgeln* (*orgues géologiques*), *puits naturels*, *sandpipes*, *sandgalls*, *aardpijpen*, *Jättegryder*" op nieuw velen groote belangstelling inboezemde. Maar wij hebben hier te doen met verschijnselen, die niet alleen aan den man van het vak bekend zijn. Wie bijv. den St. Pietersberg bij Maastricht heeft bezocht, zal zich immers wel de aldaar in 't tufkrijt voorkomende aardpijpen herinneren, de tourist die Zwitserland doortrok, kent de "*Gletschertöpfe*" in den "*Gletschergarten*" te Luzern, en aan den lezer van het *Album der Natur* zijn beiden, zoo niet door aanschouwing, dan toch uit HARTING's boeiende beschrijving van den St. Pietersberg (*Alb. d. Nat.* 1866) en uit een stukje over de reuzenketels bij Luzern (*Alb. d. Nat.* 1876, p. 355) wel bekend. Ziedaar twee verschillende typen als 't ware van hiertoe behoorende verschijnselen, aan welker bekendheid wij gaarne aanknoopen, om in 't navolgende, hun voorkomen, hunne verspreiding en wijze van ontstaan in 't algemeen, en in 't bijzonder hunne rol als glaciaal-verschijnsels te schetsen.

Al de boven aangehaalde namen duiden holten aan, die in de eene of andere steensoort of aardlaag, van hare oppervlakte af, in meer of minder loodrechte richting, binnendringen. Deze holten hebben eene ketel-, pot-, kom-, trechtvormige, of eene kokervormige of cilindrische gedaante, zijn van zeer verschillenden diameter en zeer verschillende diepte, en meestal opgevuld met het materiaal der daarboven gelegen aardlaag. Na wegruiming der laatste, doen zich de wanden der holte voor, soms glad, als afgeschuurd of geslepen, soms meer ruw en oneffen, of met eene bijzondere kleiachtige laag bedekt; soms vertoonen zij eenen meer of minder duidelijken schroefgang, en op den bodem der holte worden dikwijls geheel en al afgeronde en afgeslepen steenen gevonden.

Bijzonder rijk aan dergelijke verschijnselen is het noorden, Skandinavië en Finland. Door hun groot aantal zoowel als de buitengewone afmetingen, die den naam van reuzenketels en -potten verklaren, konden zij niet lang onopgemerkt blijven; aldaar schijnen zij dan ook 't vroegst bekend te zijn geweest, en in FLYGARE CARLÉNS kustromans vinden wij ze in historische herinneringen en fabelachtige verhalen ingeweven. Reeds in 1765 beschreef de grootvader van VON NORDENSKJÖLD vijf op het eiland Strömingsö (bij Löparö tusschen Helsingfors en

Borgo) voorkomende reuzenketels. En ruim eene eeuw geleden werd door TORBERN BERGMANN <sup>1</sup> op reuzenpotten in Finland (in Kökare Fjärdén), in Jemtland, Westergothland, Bohuslaen opmerkzaam gemaakt. Volgens zijne beschrijving liggen allen op de steilste helling van eenen berg, zelden of nooit boven op, zijn twee of drie vaders diep, langwerpig of rond met effen wanden, die soms sporen van schroefgang vertoonen, meestal in graniet uitgehold, en hebben naar het zonderlinge vermoeden van BERGMANN hunnen oorsprong in eenen tijd, toen de materie nog weeker was dan tegenwoordig. Hij laat echter daarop volgen, dat in kalkgebergten ook nog wel in onzen tijd een gedurig neervallend water, of herfst- en voorjaarsvloeden, hetzij alleen of met behulp van mede gevoerde en rondwentelende steenen, zulke holten kunnen doen ontstaan. Hij sprak daarmede reeds de wijze van vorming uit, die tegenwoordig vrij algemeen wordt aangenomen voor alle echte reuzenketels met gladde wanden enz., afgezien van den oorsprong der neervallende of stroomende wateren. Doch daarvan later. Gaan wij vooreerst hun voorkomen en hunne verspreiding na. Zoo zijn uit Finland nog, volgens BÖTHLINGK's en NORDENSKJÖLD's opgaven <sup>2</sup>, te noemen: een reuzenketel, voorkomende nabij Helsingfors, bij den lichttoeren van Porkala, die 8 ellen diep en van boven drie, van onderen 4 ellen wijd is, met daarnaar toeloopende, maar in diens nabijheid verdwijnende krassen op de rotsoppervlakte; voorts 30 kleinere potten bij Tschernaja Pachtá, bij de uitmonding van den Kolaer-zeeboezem in de IJszee; dan op het eiland Salmen bij Helsingfors een ketel van 16 voet diepte en van een bovensten diameter van 3 voet, een ondersten van 6 voet, die met zand opgevuld was, waarin afgeronde graniet-wrijfsteenen lagen, terwijl over zijne opening zich krassen op de rotsoppervlakte voortzetten. In 1843 werden door NORDENSKJÖLD in 't district der Dalsbrucker hut twee groote reuzenketels met gladden wand en schroefgang ontdekt, waarvan de één, een door vereeniging van twee ontstane, zoogenaamde tweelingspot, 3.83 voet diep was en van boven een grootsten diameter van 6.75 voet en eenen kleinsten van 4.83 voet bezat, terwijl de andere 5.75 en 4.16 voet wijd en 6.58 voet diep was. Voorts bericht VAN HELMERSSEN <sup>3</sup> omtrent reuzenpotten, voorkomende op het eiland

<sup>1</sup> *Physikalische Beschreibung der Erdkugel, aus dem Schwedischen übersetzt von H. RÜHL*, II., p. 193. (1780.)

<sup>2</sup> ERMANS, *Archiv. für wissenschaftl. Kunde von Russland*, I. p. 97, IV. p. 70, 105.

<sup>3</sup> *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1860, p. 36—47.

Scanslandet, bij Sveaborg, waarvan er vier op de steil zeewaarts hellende granietrotsen en de overige vijf meer binnenwaarts gelegen waren. Mededeelingen omtrent de reuzenpotten, "jättegryder" van Scandinavië, zijn wij verschuldigd o. a. aan SCHEERER en SEFSTRÖM<sup>1</sup>. SCHEERER zag bij Brevig reuzenketels van 20 voet diameter. Bijzonder talrijk komen zij voor in de nabijheid der badplaats Sandefjord, in Noorwegen. Vooral merkwaardig is eene groep van negen potten van 12 tot 16 voet diameter, op eene rots der Sandoe-bocht, gepaard met wrijvingsstrepn, die naar de kust toeloopt. Uit de omgeving van Krageroe verdient vermelding een tiental potten op het rotseiland "Kokken", d. i. Kok, zoo genoemd, omdat het volksgeloof in de rots den bij zijne potten versteenden kok meent te zien. Ook door SEXE<sup>2</sup> wordt een aantal noorweegsche reuzenpotten beschreven en afgebeeld. Wegens zijne grootte moet nog genoemd worden een reuzenketel op Varaldsö, in den Hardangerfjord, van 35 voet wijdte en 120 voet diepte.

Van zweedsche<sup>3</sup> reuzenketels zijn vooral bekend één, die bij Trollhätta, hoog boven de Götha-Elf gelegen, en zoo groot is, dat twaalf menschen daarin plaats kunnen vinden; ook in de nabijheid hiervan worden weder krassen op de rotsoppervlakte gevonden; dan ook de talrijke potten aan de kust van Bohuslän. H. H. REUSCH<sup>4</sup> bericht omtrent reuzenketels, die door rivieren gevormd zijn, zoo b. v. in Almeklovsdalen, Söndmöre, bij Hobbertstadt op Jaderen, vervolgens bij Kjörstad, bij Kongsberg, waar het water over eene slechts zwak glooiende helling afvloeit; voorts beschrijft hij holten, die horizontaal in de rots-wanden van rivierbeddingen zijn gevormd, b. v. bij den Fillefeld, en spreekt de meening uit, dat gelijksoortige holten door de werking der zee in nauwe boezems konden ontstaan zijn, gelijk b. v. tusschen Kilspollen en Ostefjord voorkomen.

Ook de Ålands-eilanden zijn rijk aan reuzenpotten.

Op het eiland Oesel komen volgens E. VON EICHWALD<sup>5</sup> trechtervor-

<sup>1</sup> POGGENDORFF'S *Annalen*, B. 43, p. 533, B. 66, p. 269. *N. Jahrb. f. Mineral.* 1849, p. 257.

<sup>2</sup> *Traces d'une époque glaciaire dans les environs du fjord de Hardanger*, Christiania, 1866.

<sup>3</sup> Eene bespreking der zweedsche reuzenketels is o. a. te vinden in: C. W. PAYKULL, *Istiden i Norden*, Stockholm, 1867.

<sup>4</sup> *Nyt. mag. for Naturv.*, B. 24, H. 4.

<sup>5</sup> *Bull. soc. natur. de Moscou* XXVII, 65.

mige aardgaten (*Erdlöcher*) voor van dikwerf meer dan 30 voet diepte, waarvan de grootsten bij Ochtjas en Piddul; zij geven soms aanleiding tot instortingen der kalksteenlagen en inzakkingen van den bodem.

Ook uit Kurland <sup>1</sup> zijn reuzenketels bekend geworden; in 1874 werden er twee in 't middelste gedeelte van het land aan den rechter oever van de Window-rivier ontdekt, van cilindrischen vorm, opgevuld met diluvium, waarvan de eene 4 voet diep en 1 voet 6 duim van boven en 1 voet van onderen wijd, de andere 5 voet diep en 1 voet wijd is. Wat betreft de in Engeland voorkomende "sandgalls" en "sand-pipes", zoo wijs ik slechts op LYELL's <sup>2</sup> beschrijving der aardpijpen in 't krijt bij Norwich en op een verhandeling van PRESTWICH <sup>3</sup> over dit onderwerp.

Wenden wij ons thans van het noorden naar Middel-Europa, zoo zijn vooreerst aan verscheidene lokaliteiten in Duitschland holten van meestal onaanzienlijke afmetingen reeds sedert langen tijd bekend, die in de onmiddellijke nabijheid van watervallen, beken, of in rivierbeddingen gelegen zijn en welker vorming door deze wateren voornamelijk bij hoogten waterstand en sterken stroom duidelijk te erkennen is. Hiertoe behooren de door COTTA <sup>4</sup> ontdekte, in gneiss liggende potten in het Mulde-dal tusschen Freiberg en Nossen; voorts de uiterst talrijke holten in grauwaackenlei van de grootte van een notendop tot den diameter van meer dan 1 voet toe in Thüringen, in 't Schwarzadal, tusschen Schwarzburg en Blankenburg, verder een twintigtal potten, op eene rots van porphierachtig graniet in den Neckar, aan den Hausacker bij Heidelberg <sup>5</sup> gelegen, van meestal elliptischen vorm, met grootsten diameter der opening, rechthoekig op den stroom van de rivier. Eindelijk komen dergelijke potten talrijk voor in dichroietgneiss-blokken in het Chemnitzdal in Saksen <sup>6</sup>, die voor een groot gedeelte weinig onder of boven het gewone watervlak gelegen zijn en nog tegenwoordig dieper worden gemaakt.

Als reeds langer bekend mogen verder vermeld worden de door

<sup>1</sup> *Zeitschrift der Deutschen geol. Ges.* 1880 p. 631.

<sup>2</sup> *N. Jahrb. f. Mineral.* 1843 p. 235.

<sup>3</sup> *Quarterly Journal of the geol. Soc.* XI 1855 p. 64.

<sup>4</sup> *N. Jahrb. f. Mineral.*, 1849, p. 183.

<sup>5</sup> *N. Jahrb. f. Mineral.* 1854 p. 154.

<sup>6</sup> *Sitzungsberichte d. Naturf. Ges. zu Leipzig* 1874, No. 5-7 p. 50.

AGASSIZ <sup>1</sup> op verschillende plaatsen in het Jura-gebergte boven Bevaix en bij Beaujean waargenomen reuzenpotten, alsmede die welke door COLLEGNO <sup>2</sup> uit de omgeving van Alby, bij den waterval Saut de-Sabol, beschreven zijn.

Eene bijzondere vermaardheid bezitten reeds sedert lang de in Nederland bij den St. Pietersberg bij Maastricht <sup>3</sup> voorkomende aardpijpen, waarop MATHIEU <sup>4</sup> in 1813 het eerst den naam van "orgues géologiques" heeft toegepast. Zij doorboren aldaar het tufkrijt in den vorm van rolronde kokers van een halve el tot een paar ellen middellijn, en reiken tot het vuursteenkrijt, waarboven zij zich soms vertakken, zijn met vuursteendiluvium of met grind van het maasdiluvium of loess opgevuld en schijnen, naar STARING <sup>5</sup> besluit, in den tijd van het zanddiluvium te zijn gevormd.

In Zwitserland heeft men dikwerf de gelegenheid bij watervallen en sterk stroomende bergwateren het afronden en uitwasschen van holten in rotsen waar te nemen, gelijk o. a. SCHEERER <sup>6</sup> zulke op reuzenpotten gelijkende holten vermeldt, die in den kalksteen der beken van den Hasliberg bij Meyringen voorkomen. COTTA <sup>7</sup> gewaagt van zulke potten in graniet bij 't St. Gothard's Hospiz en in 't boven Hasli; voorts worden er ook bij Bex (Waadt) in kalksteen aangetroffen. Maar de schoonste eigenlijke reuzenpotten in Zwitserland, met glad afgeslepen wanden, schroefgangen en wrijfsteenen, zijn wel de oude ketels, die in 1872 bij Luzern <sup>8</sup> werden ontdekt op de plaats van den zoogenaamden "Gletschergarten." Het geheele aantal der aldaar voorkomende potten bedraagt ongeveer 18, waaronder één van 1½ meter middellijn en 3 meter diepte en een ander van 3½ meter diepte; beiden zijn

<sup>1</sup> *Études sur les glaciers*, p. 207.

<sup>2</sup> *Bull. d. l. soc. géol.* b. II, p. 321.

<sup>3</sup> *N. Jahrb. f. Mineral.* 1845, p. 514. STARING, *de Bodem van Nederland*, II p. 322. BINKHORST, *Esquisse géologique des couches crétacées du Limbourg.* C. UBAGH'S, *Beobachtungen über die chem. u. mechan. Zersetzung der Kreide Limburgs etc.* 1859. P. HARTING, *De St. Pietersberg bij Maastricht*, *Album der Natuur* 1866.

<sup>4</sup> *Journal des Mines.* Sér. II, vol. 34 p. 197.

<sup>5</sup> STARING, *De Bodem van Nederland.* II, p. 327.

<sup>6</sup> *N. Jahrb. f. Mineral.* 1852, p. 826.

<sup>7</sup> *Geologische Briefe aus den Alpen* 1850, p. 117.

<sup>8</sup> *Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. in Zurich*, B. 18, p. 153. *Album der Natuur* 1876, p. 355.



zoogenaamde tweelingspotten, met zeer duidelijke spiraalwindingen, terwijl een derde zelfs 8 meter middellijn en ongeveer  $7\frac{1}{2}$  meter diepte heeft. Zoowel bij dezen als bij eenige anderen is de zuidelijke of hoogere wand van den vooronderstelden voormaligen gletscher van onderen meer uitgehoud; — misschien een bewijs voor de verandering van richting van den gletschermolen ten gevolge der van onderen langzamere voortbeweging van den gletscher. In 1874 werden ook bij Bern <sup>1</sup> verscheiden reuzenketels gevonden, waarvan één van 14 voet diepte met gladde wanden en afgeslepen wrijfsteenen, liggende in molasse en bedekt met leem en erratisch materiaal, waarmede zij ook opgevuld zijn. Dit laatste verraadt, door karakteristieke rotsgesteenten, een samenhang met den Rhonegletscher. Er komen n.l. daarin voor: euphotiet uit het achterste gedeelte van het Saasdal, amphiboliet uit de zuidelijke Wallisdalen; grauwe glimmerrijke gneiss uit het Bagne-dal en conglomeraat van Val Orsine.

Uit het Salzkammergut dienen nog als hiertoe behoorende verschijnselen te worden vermeld: holten in kwartsachtigen gneiss bij Wildbad-Gastein en vooral de merkwaardige diepe holten bij pass Lueg, bij Golling, die onder den naam van "Oefen" ook den tourist wel bekend zijn.

Aan de genoemde reuzenketels van Luzern en Bern sluiten zich 't best de potten van Pörschach in Karinthië aan, die door H. HÖFER <sup>2</sup> ontdekt, nauwkeurig onderzocht en beschreven zijn. Deze kunnen n.l. evenmin door een bergwater of waterval ontstaan zijn, maar moeten zoowel wegens hunne ligging, als wegens de hen vergezellende gletschersporen, volgens HÖFER worden toegeschreven aan de werking van gletscherbeken van een ouden gletscher, die voormaals die streek bedekte.

Onder de in 't voorgaande opgetelde verschijnselen kan men twee klassen onderscheiden.

1<sup>o</sup>. Reuzenketels en daarop gelijkende holten, die worden aangetroffen in of onmiddellijk bij de bedding van beken of rivieren, of bij watervallen of aan de zeekust, blootgesteld aan den golfslag;

2<sup>o</sup>. Reuzenketels, in wier nabijheid geen neerstortend of stroomend water voorkomt, die, gelijk vele finlandsche en skandinavische potten, alsmede de potten van Luzern, Bern, Poertschach, meestal vergezeld

<sup>1</sup> *N. Jahrb. f. Mineral.* 1875, p. 53.

<sup>2</sup> *N. Jahrb. f. Mineral.* 1878, p. 1.

zijn van duidelijke gletschersporen, vooral krassen op de rotsoppervlakte, soms ook "Rundhocker" met stoot en lijzijde, morainen-materiaal enz.

De verklaring van het ontstaan der eerste klasse van reuzenpotten is gemakkelijk. Wij zien hoe het neêrstortende of stroomende water de rots utholt, zien zand en steenbrokken, door het water medegevoerd in holten van het oneffen bed zich rond bewegen, dan weder voortgedreven, door nieuwe rolsteenen vervangen, en in onze verbeelding zien wij dat spel zich voortzettende, de holte al dieper en dieper worden door het onophoudelijk daarin rondwentelen van het water als in een draaikolk, en de daardoor mede rond gevoerde wrijfsteenen, die tegelijkertijd zelve rondgeslepen worden. Soms erkent men ook duidelijk de voorwaarden voor de vorming van den draaikolk; zoo spreekt bijv. VON HELMERSEN <sup>1</sup> van eenen reuzenketel van 5' 10" diepte en 3' diameter op eene rots in de aldaar sterk stroomende rivier Tulema, ten noorden van het noordeinde van het Iadoga-meer, gelegen in den hoek, die door twee bijkans onder 90° elkander ontmoetende granietwanden wordt gevormd, op eene plaats dus, waar het neêrstortende water eenen hevigen draaikolk moest veroorzaken. Ook vond men bij de ontdekking van den ketel op zijnen bodem nog de bolronde wrijfsteenen. Het zal wel overbodig zijn nog daarop te wijzen, dat de boven gegevene verklaring van het ontstaan der reuzenpotten ook daar nog toepasselijk blijft, waar zij meer of minder boven het tegenwoordig niveau van 't naburige stroomende water gelegen zijn, wanneer de waterstand in het voorjaar hooger pleegt te zijn, of grootere waterrijkdom der beek of rivier in eenen vroegeren tijd waarschijnlijk is.

Wat nu de tweede klasse van reuzenketels betreft, in welkeer nabijheid wij tegenwoordig vergeefs naar stroomend of neêrstortend water zoeken en welkeer ligging ook niet toelaat, den loop van eene beek of rivier of eenen waterval in vroegeren tijd aldaar aan te nemen, bij dezen draagt, gelijk reeds boven door talrijke voorbeelden werd gestaafd, hare geheele omgeving meestal de duidelijke sporen eener vroegere gletscherbedekking. Met de aanneming van den gletscher zijn ons echter nu ook hier de neêrstortende en stroomende wateren gegeven. Onder den gletscher stroomen immers de gletscherbeken, ontstaan uit de smeltwatergoten en -stralen, die te meer geschikt zijn holten in de

<sup>1</sup> *N. Jahrb. f. Mineral.* 1880, p. 46.

onder liggende rots te graven en draaikolken te vormen, naarmate zij in hunnen loop onder de gletscherzool meer belemmerd zijn; en in de spleten der ijsmassa storten van de oppervlakte af smeltwaterbeekjes neêr, de zoogenaamde gletschermolens, die soms tot op vrij grooten afstand hun ruischen doen hooren en treffen de onderliggende rotsvlakte <sup>1</sup>. En wanneer, al afsmeltende, een gletscher achteruit gaat, zoo banen talrijke smeltwatergoten zich hunnen weg door het chaotisch morainenmateriaal, en dikwijls zal de gelegenheid bestaan tot de vorming van draaikolken en holten <sup>2</sup>.

Eene hoogst eigenaardige theorie van de vorming der reuzenpotten werd door S. A. SEXE <sup>3</sup> te Christiania ontwikkeld. Door de werking van het plastische gletscherijs zelf, dat door de drukking van den gletscher, gemengd met zand en steenbrokken, in eene holte ingeperst wordt, zou volgens hem een reuzenpot kunnen ontstaan. Door de voortbeweging van den gletscher toch moest de in de holte geperste ijsklomp of ijskolom afbreken; zoodoende zoude deze dan bij den ongelijkmatigen druk op de randen van haar bovenvlak aan het rondwentelen geraten en met behulp van daarin vastgevrozen of van de oppervlakte af daarin gevallen wrijf materiaal de holte meer en meer uitslijpen. Daarbij zou dan door regulatie de cohesie met de gletschermassa altijd worden onderhouden.

In 't bijzonder wijst SEXE nog daarop, dat op deze wijze ook de anders moeielijker verklaarbare reuzenketels met hellende of horizontale as hunne verklaring vinden. Dergelijke gevallen doen zich voor aan de westzijde van den ingang tot de Fixei-zeeëngte (Hardanger) in glimmerlei, te Lille Finevig bij Flekkefjord en te Brusfjeld in eenen gabbrowand, eveneens in gabbro op Stoeyperne in den Tönsbergfjord, voorts in hoornblende te Mjälland bij Tinozet in Telemarken. Overigens heeft SEXE's theorie, waartegen vele gewichtige bedenkingen <sup>4</sup> kunnen worden ingebracht, zeer weinig bijval gevonden.

<sup>1</sup> De gletschermolens werden voornamelijk beschreven door AGASSIZ en DESOR bij den Aargletscher, door RINK en NORDENSKJÖLD in Groenland. Als voorstanders der theorie, dat de gletschermolens eene rol bij de vorming der reuzenketels spelen, zijn vooral te noemen: CHARPENTIER, VON POST (*Bidrag til jättegrytornas Kännedom* 1867) en HEIM; cf. ook: BROEGGER en REUSCH in *Zeitschrift d. deutsch. Geol. Ges.* 1874.

<sup>2</sup> Cf. o. a. DESOR in *Sonntagsblatt "der Bund"* No. 50. 12 Dec. 1874.

<sup>3</sup> *Traces d'une époque glaciaire dans les environs du fjord de Hardanger*, Christiania 1866. *On giants caldrons and old strand-lines in solid rocks*. Christiania 1874

<sup>4</sup> Cf. *N. Jahrb. f. Mineral.* 1878 p. 15.

Hiermede is in 't kort de staat onzer kennis geschetst omtrent het voorkomen, de verspreiding en de verklaring der reuzenketels tot het jaar 1879. Op eene geologische excursie in de maand Mei van dat jaar echter werden door den heer DAMES te Rüdersdorf bij Berlijn ' reuzenketels ontdekt, op eene plaats dus, die reeds eene rol in de glaciaaltheorie heeft gespeeld; want in 1875 werden immers aldaar door o. TORELL de groeven op den kalksteen, die reeds vroeger eens waren waargenomen, op nieuw ontdekt en als gletscherkrassen erkend. Neemt men mede in aanmerking, dat de ontdekking der Rüdersdorfer reuzenketels kort volgde op CREDNER's mededeeling zijner interessante waarnemingen van glaciële verschijnselen in de omstreken van Leipzig, in eenen tijd waarin zoo talrijke bewijzen voor de glaciaaltheorie werden bijeengebracht, zoo is wel te begrijpen, met welke belangstelling zij werd opgenomen, en dat die ketels met de voormalige gletscherijsbedekking in samenhang werden gebracht. Op een gebied van 15 à 16 000 □ met. zijn te Rüdersdorf ongeveer 80 grootere en kleinere holten gevonden, waaronder er zijn die gladde en spiraalvormige geslepenen wanden vertoonen en wrijfsteenen van noordschen oorsprong; overigens werden aldaar door NOETLING <sup>2</sup> van de eigenlijke in schuimkalk gelegene reuzenketels nog onderscheiden, onder den naam van geologische orgels, zakvormige holten, die tot het diluvium zijn beperkt en die ontstaan zijn ten gevolge van insijpelende wateren. G. BERENDT <sup>3</sup> beschouwt de Rüdersdorfer ketels echter allen als een en hetzelfde verschijnsel, dat zich aan ons alleen op verschillende wijzen voordoet, al naar de gaardheid van het gesteente waarin de pot voorkomt en naar den grooten of kleineren invloed van verweering. Na dien tijd werden nog oude reuzenketels ontdekt op verscheidene andere plaatsen in Noordduitschland; <sup>4</sup> zoo in de gips van Wapno, in den fayencemergel bij Westerswijkhe, in de jurakalksteen van Klemmen nabij Gülzow in Pommern, en een pot met een daarin liggend afgerond syenietblok in de baltische jura van den Gr. Bodden bij Soltin, <sup>5</sup> voorts op talrijke plaatsen in

<sup>1</sup> *Zeitschrift d. deutsch. geol. Ges.* 1879 p. 339.

<sup>2</sup> *Zeitschrift d. deutsch. geol. Ges.* 1879 p. 339.

<sup>3</sup> *Zeitschrift d. deutsch. geolog. Ges.* 1880 p. 56.

<sup>4</sup> *Zeitschrift d. deutsch. geolog. Ges.* 1880 p. 56.

<sup>5</sup> De beide laatstgenoemde vindplaatsen werden c. 12 jaren geleden reeds door CREDNER waargenomen.

Silezië <sup>1</sup>, waar zij zoowel in schelpkalk, bij Krappitz, Gogolin e. a. pl., als in krijt, bij Oppeln, en in tertiären kiezelachtigen zandsteen, bij Bunzlau worden aangetroffen.

Onder de talrijke, door GRUNER in Silezië waargenomene holten laten vele wegens haren minder regelmatigen vorm, de ruwheid van hare wanden, en wegens het ontbreken zoowel van spiraalstrepen, als van afgeronde wrijfsteenen, twijfel bestaan, of zij wel als ware, misschien door verweering veranderde reuzenketels te beschouwen zijn. Daarentegen komen volgens c. GREWINGK <sup>2</sup> in devonisch gips bij Dünhof, boven Riga, diepe cilindrische kuilen of buizen voor, die alleen in hun bovenst gedeelte het duidelijk karakter van echte reuzenketels vertoonen, die door draaikolken zijn ontstaan, in hun onderst gedeelte echter door insijpelend water schijnen voltooid te zijn. GREWINGK meent hunne vorming in den laatsten tijd der glaciale periode te moeten stellen en haar te moeten toeschrijven aan de toen sterk stroomende smeltwateren van het gletscherijs.

Met de reuzenketels brengt BERENDT ook de poelvormige verdiepingen in samenhang, die over de diluviale oppervlakte van Noordduitschland, vooral tusschen Elbe, Oder en Weichsel verspreid zijn, en hij vindt tevens een verband tusschen hare groepeerings en de richting der uiterst talrijke goten, die de oppervlakte doortrekken, en die hij én wegens hare gelijkmatigheid over eene groote uitgestrektheid, én wegens hare richting beschouwt als smeltwatergoten, afkomstig van de groote samenhangende ijsbedekking der glaciale periode. Ook de in Meklenburg voorkomende kuilen, die aldaar onder den naam van "Soelle" bekend zijn, werden door E. GEINITZ <sup>3</sup> op gelijksoortige wijze opgevat, en sluiten zich dus bij de door BERENDT beschrevene poelen aan.

Met deze laatst genoemde verschijnselen mag men niet verwisselen de, volgens GREWINGK <sup>4</sup> in 't Oostbaltische vrij menigvuldige aardtrechters, die door de estische landbewoners "Strudellöcher" worden genoemd. Deze behooren wel tot de aardstortingen ("Erdfälle") gelijk uit verschillende streken, zooals uit Krain, Illyrië, Kroatië, Dalmatië bekend zijn, waar aardlagen voorkomen die, zooals kalksteen, dolomiet,

<sup>1</sup> GRUNER in *Zeitschrift d. deutsch. geolog. Ges.* 1880 p. 183.

<sup>2</sup> *Sitzungsber. d. Dorpater Naturf. Ges.* 18 Sept. 1880.

<sup>3</sup> *Bericht über die Ergebnisse geologischer Orientirungs-excursionen im Grossherzogthum Mecklenburg-Schwerin, Neu-Brandenburg* 1880.

<sup>4</sup> *N. Jahrb. f. Mineral.* 1881 I B. 3. p. 425.

gips, steenzout, gemakkelijk door water, vooral wanneer het koolzuurhoudend is, worden aangetast, en door welks oplossende werking, met of zonder instorting, dan ook dergelijke kuilen kunnen ontstaan. Zij zijn, daar ook hunne vorming nog tegenwoordig kan worden waargenomen, over 't algemeen van jonger datum dan de boven beschrevene reuzenpotten; en van de "Soelle" onderscheiden zij zich bovendien nog daardoor, dat zij water opslorpen, terwijl gene water niet doorlaten, en dus meestal daarmede gevuld zijn. In ieder geval zijn die aardtrechters door insijpelende wateren, vooral ten gevolge hunner oplossende en chemische werking, ontstaan, evenzeer als misschien vele van de zogenaamde geologische orgels daaraan, zoo niet hunne oorspronkelijke wording, dan toch hun tegenwoordig voorkomen zullen verschuldigd zijn, terwijl de vorming der reuzenketels in het voorgaande door de mechanische werking van bewogen water werd verklaard. Zoo staat dus bij de vorming der reuzenpotten het mechanisch, bij die der aardtrechters het chemisch proces op den voorgrond, en bij vele aardpijpen en orgels zullen waarschijnlijk beiden hebben samengewerkt. Alleen door wateren, die als in een draaikolk rondwentelen met of zonder behulp van wrijfsteenen, konden de meer regelmatig gevormde echte reuzenpotten met hunne als glad afgeslepen, soms met eenen schroefgang voorziene wanden ontstaan. Maar het kan gebeuren, dat door latere werkingen, hetzij door den verweerenden invloed der atmosfeer en den oplossenden van nedersijpelende wateren, hetzij door gedeeltelijke instorting als de regelmatige vorm, zoowel de gladheid van den wand dezer echte reuzenketels verloren gaat. Zoo zullen dan potten ontstaan gelijk sommigen van Rüdersdorf en van elders, met eene eigenaardige verweeringskorst <sup>1</sup> van binnen; en wanneer de ketels zich in kalksteen of krijt bevinden, zullen de wateren, die natuurlijk van de oppervlakte af moeten binnendringen, des te meer hunne oplossende werking doen gevoelen, hoe meer zij met koolzuur beladen zijn, en zoo zal de oorspronkelijk ketelvormige holte meer en meer in eene kokervormige veranderen, gelijk b. v. het geval zal zijn bij de holten van Dünhof bij Riga die door GREWINGK beschreven zijn, zoodat dan een reuzenpot langzamerhand in eene aardpijp of geologisch orgel zal kunnen overgaan.

<sup>1</sup> *Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.* 1880 p. 807. *Excursions géologiques à travers la France par St. Meunier*, Paris 1882, p. 218. *Das Diluvium um Paris*, v. A. Rothpletz 1881, p. 49.

Denken wij hier niet onwillekeurig aan de Maastrichtsche aardpijpen? Zouden zij misschien op deze wijze te verklaren zijn? Men heeft wel is waar de meening geuit, dat zij aan oprijzende bronnen van koolzuurhoudend water toe te schrijven zouden zijn, evenals de aardpijpen voorkomende in devonischen kalk bij Aken, volgens NOEGGERATHS<sup>1</sup> waarnemingen door warme bronnen zijn gevormd. Deze verklaring heeft echter weinig bijval gevonden; maar vrij algemeen werd aangenomen, dat zij door neersijpelend koolzuurhoudend water ontstaan zijn. Evenwel biedt dan de beperking der inwerking tot enkele plaatsen en de kokervorm eenige moeijelijkheid. In dit opzicht nu wijzen reeds STARING<sup>2</sup> en HARTING<sup>3</sup> op de mogelijkheid, dat de eerste holte of het beginsel der aardpijpen door stroomend water in aanhoudend ronddraaiende beweging en ten gevolge van een uitschuren door mede rondgevoerde keien zou kunnen voortgebracht zijn, dus op de wijze der eigenlijke reuzenketels, waardoor dan tevens de rolronde gedaante der meeste aardpijpen eene verklaring zou vinden. Deze opvatting der Maastrichtsche aardpijpen wint nog, naar mij voorkomt, aan waarschijnlijkheid door nieuwere onderzoekingen over de aardpijpen, die in de omgeving van Parijs en in Noordfrankrijk voorkomen en in 1811 door CUVIER en ALEX. BROGNIART<sup>4</sup> beschreven zijn. Reeds in 1813 vergeleek GILLET-LAMMONT<sup>5</sup> de Maastrichtsche geologische orgels met de in der Parijsschen grofkalk voorkomende natuurlijke schachten (*puits naturels*). In eene monographie "*Das Diluvium um Paris und seine Stellung im Pleistocän*, 1881" noemt A. ROTHPLETZ de aardpijpen van Parijs en Noordfrankrijk echte reuzenpotten en merkt op, dat verre de meesten niet in oude beek- of rivierbeddingen, maar op de oppervlakte van terrassen en hoogvlakten gelegen zijn. Vooral aan de zeekust van Normandië is dit duidelijk te zien, waar de krijtrotten zak- en trechtervormige verdiepingen vertoonen, die met eene roestbruine klei opgevuld zijn en waarvan vele tot de reuzenpotten behooren en 10, 20, zelfs 60 meter diepte bereiken. Zij worden zoowel op de hoogste punten van 't hoogland als op de hellingen en in de dalen aangetroffen. ROTHPLETZ meent,

<sup>1</sup> *N. Jahrb. f. Mineral.* 1845. p. 514.

<sup>2</sup> STARING, *de Bodem van Nederland*, II. p. 326.

<sup>3</sup> P. HARTING, *De St. Pietersberg bij Maastricht. Album der Natuur* 1866.

<sup>4</sup> *Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris.* 1811, p. 47.

<sup>5</sup> *Journal des mines* 1813 No. 201 p. 202.

dat juist deze ligging der reuzenpotten op eene voormalige ijsbedekking wijst, daar alleen door gletscherijs het water in voldoende hoeveelheid ook op de hoogten kon worden gebracht. Hiermede is niet uitgesloten, dat waar spleten in de gesteente- of aardlaag voorkomen, die de wateren van af de oppervlakte laten insijpelen, aan zulke plaatsen, hetzij in de aangehaalde streken in Frankrijk of bij Maastricht of elders holten van minder regelmatigen vorm en zonder de bijzondere kenmerken der reuzenpotten, alleen door de oplossende chemische werking van het water kunnen worden voortgebracht. En toch heeft waarschijnlijk overal, waar zoodanige holten met ware reuzenpotten te zamen worden gevonden, de ijsmassa van een voormaligen gletscher ook voor haar het rijkelijke insijpelende water geleverd.

Nog op een eigenaardigheid betreffende de ligging der oude reuzenketels meen ik daarom met nadruk te moeten wijzen, namelijk, dat zij op het erratische terrein van Noord-Europa voorkomen, onmiddellijk onder en in het "Geschiebelehm" d. i., de erkende grondmoraine der groote gletschermassa, en ook in andere streken, die de sporen eener voormalige ijsbedekking dragen, gelijk in Frankrijk, Zwitserland enz., onder postglaciale vormingen in de oppervlakte van prae- of oud pleistocene lagen. En zoo wordt het ons dan duidelijk, dat de oude reuzenketels en aardpijpen, op erratische terreinen gelegen zijnde, vormingen van den pleistocenen tijd zijn en meer bepaaldelijk als getuigen zijn aan te merken van de groote gletscherijsmassa van de glaciaalperiode.

Deze in de oude reuzenketels gewonnene bevestiging der glaciaaltheorie werd echter niet algemeen aangenomen en erkend, ofschoon namelijk bijna alle geologen daarin overeenstemmen, dat de reuzenketels door bewogen water werden voortgebracht, zoo is toch een punt van geschil, dat sommigen alleen een ontstaan aannemen door stroomend water in de beddingen van beeken en rivieren of door watervallen. Van deze zijde nu zijn, en wel door BALTZER <sup>1</sup> te Zurich, tegenwerpingen gemaakt tegen de gletschermolentheorie in 't algemeen en in 't bijzonder tegen hare toepassing bij de verklaring der in Noordduitschland voorkomende verschijnselen. Hij brengt daartegen in, dat hij in het "Berner Oberland" nooit op ouden gletscherbodem een reuzenpot had gevonden; daaraan staat echter tegenover, dat aldaar, gelijk BERENDT <sup>2</sup> doet opmerken, betrekke-

<sup>1</sup> *Der mechanische Contact von Gneiss und Kalk im Berner Oberlande*, Bern 1880.

<sup>2</sup> *N. Jahrb. f. Mineral.* 1881. II B. 2. p. 121.



lijk weinig oude gletscherbodem te zien is, die eerst sedert korten tijd door den gletscher werd verlaten, terwijl men die nog minder vaak van morainemateriaal ontbloot vindt, en dat niettemin door andere geologen, en wel door BERENDT en ROTHPLETZ, op zoodanigen bodem bij den Roselani- en Glaernishgletscher werkelijke reuzenketels werden ontdekt. Eene andere tegenwerping is deze, dat de gletschermolens niet aan eene en dezelfde plaats blijven staan, maar 'gelijk o. a. AGASSIZ aan den "Unteraargletscher" en GOSSELET aan den "Rhonegletscher" aantoonde, met den gletscher zich dalwaarts voortbewegen, en dus niet de gedurende langen tijd aan eene plaats, op een punt gerichte werking zouden kunnen leveren, die voor een reuzenpot wordt vereischt. Daartegen kan worden ingebracht, dat, gelijk bekend is, op bepaalde plaatsen van een gletscher gedurende langen tijd, waarschijnlijk ten gevolge der geaardheid van den gletscherbodem, altijd gelijksoortige spleten en gletschermolens te zien zijn, en dat dan deze laatsten reuzenketels kunnen doen ontstaan. Een langer stationair blijven van een gletschermolen en daarmede de mogelijkheid voor het ontstaan van eenen reuzenketel, kan men zich intusschen, volgens BERENDT, ook op eene overeenkomstige wijze voorstellen als het soms plaats grijpend stilstaan van een gletschereinde, namelijk ten gevolge van twee elkander compenseerende werkingen, en wel der vooruitbeweging eener gletscherspleet en der achteruitwerkende kracht van het neerstortende water. Nog minder moeielijkheid biedt de verklaring der vorming van eenen reuzenketel door een gletschermolen aan, wanneer men eene groote gletschermassa aanneemt in het stadium van achteruitgang, waar de gletschermolens, gevoed door overvloedige hoeveelheden van smeltwater, op een en dezelfde plaats gedurende langen tijd zullen blijven vertoeven. En juist dit laatste geval beantwoordt immers 't meest aan de omstandigheden, onder welke wij ons de vorming van reuzenketels op het erratische terrein zouden voorstellen, al ontkennen wij niet de mogelijkheid van hun ontstaan ook gedurende de vooruitbeweging van den voormaligen gletscher. Bovendien zal, wanneer wij overtuigd zijn van de mogelijkheid van het ontstaan van eenen reuzenketel door een gletschermolen in 't algemeen, toch nog in ieder speciaal geval omtrent de bijzondere wijze van vorming, de uitslag moeten gegeven worden door een nauwkeurig onderzoek naar andere glaciële verschijnselen, die daarmede gepaard zijn, en vooral door zijne ligging. Uit het voorgaande blijkt immers duidelijk, dat het ook voor den reuzenketel, die zich op een oud

gletscherterrein bevindt, altijd stroomend of neervallend water is, waar door zijn ontstaan wordt verklaard, hetzij dit nu ontleend wordt aan een gletschermolen, of aan de beekjes onder den gletscher of, en vooral aan de gletscherbeken der smeltwateren, die bij het afsmelten der groot ijsmassa's der glaciale periode zich moesten uitstorten over den onder gletscherbodem en die, terwijl zij zich hunnen weg baanden tusschen het chaotisch morainenmateriaal, hunne goten op de oppervlakte achterlieten en menigvuldige erosie-verschijnselen moesten voortbrengen. In alle gevallen kan het voorkomen van oude reuzenketels in een streek, waar de aanueming eener vorming door eene rivier of eene waterval, of door de zee, ten gevolge hunner ligging uitgesloten is en waaraan andere hen begeleidende glaciale verschijnselen het karakter van een oud gletscher- of morainenlandschap verleenen, mede een bewijsmiddel zijn voor eene voormalige bedekking met gletscherijs.

Groningen, Januari 1882.

